



Accident de l'hélicoptère de construction en kit ROTORWAY
EXEC 162 HDF-A600
immatriculé **F-PFBJ**
survenu le 5 avril 2018
à Crestet (84)

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

Heure	Vers 14 h 50 ⁽¹⁾
Exploitant	Privé
Nature du vol	Aviation générale, voyage
Personne à bord	Pilote
Conséquences et dommages	Pilote décédé, aéronef détruit

Cognement de mât, interférence du rotor principal avec la poutre de queue, rupture de la cellule en vol, collision avec le sol, incendie

1 - DÉROULEMENT DU VOL

Le pilote propriétaire de l'hélicoptère décolle vers 14 h 45 depuis une hélisurface située sur la commune de Caromb (84), à destination de la commune de Eurre (26) où il stationne habituellement son aéronef.

À 14 h 49 min 32 s (point ❶ de la figure 1), l'hélicoptère est en légère descente en direction du nord-nord-ouest. À 14 h 50 min 09 s (point ❷), l'hélicoptère suit une route au 335° en palier à 1 435 ft d'altitude et à une vitesse sol calculée de 70 kt environ. À 14 h 50 min 11 s, la trajectoire de l'hélicoptère s'incurve vers le haut. L'hélicoptère monte jusqu'à 1 505 ft d'altitude puis redescend à 1 440 ft (point ❸).

Plusieurs témoins au sol voient alors l'hélicoptère se disloquer en vol puis entrer en collision avec des arbres puis le sol, avant de prendre feu.

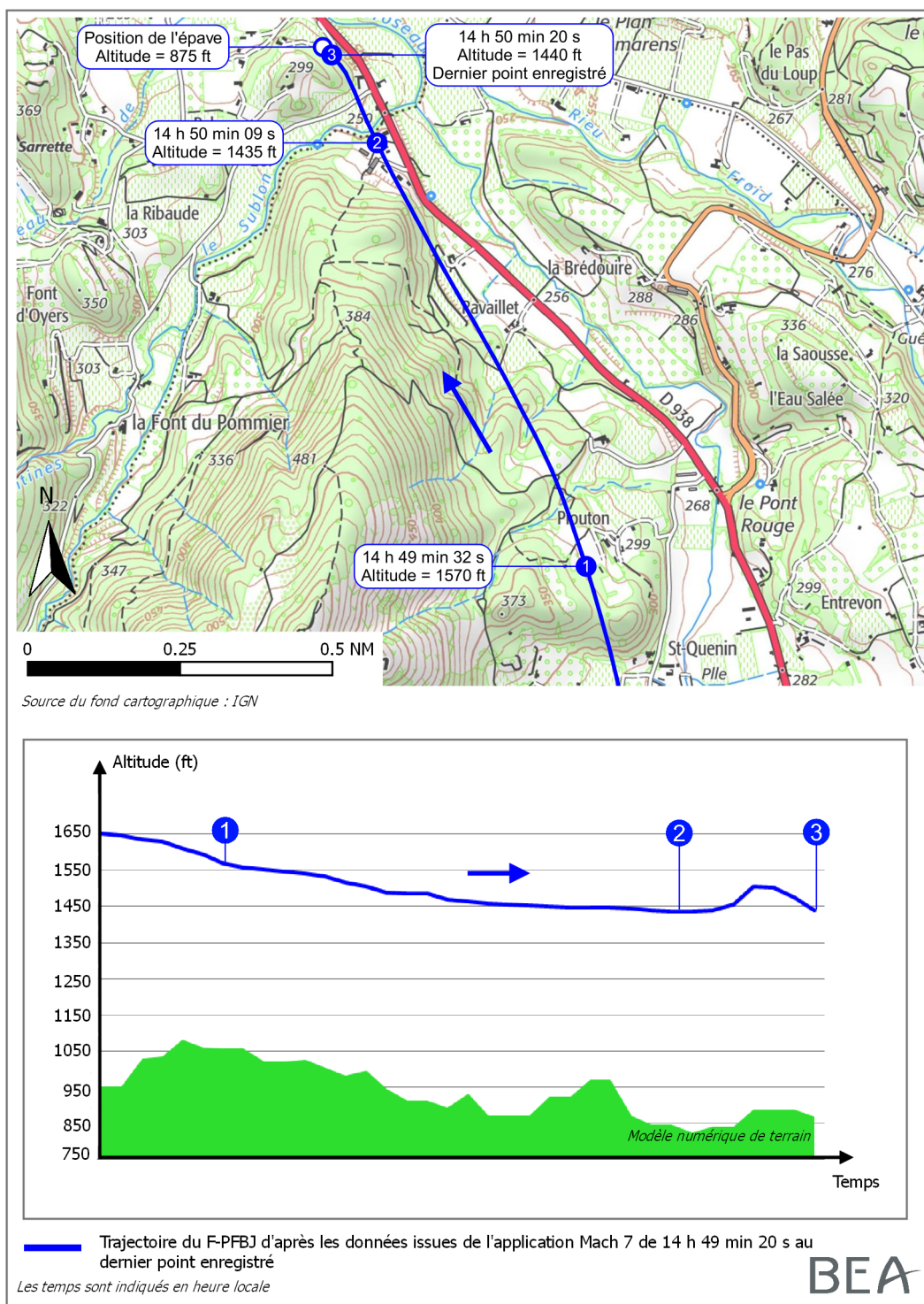


Figure 1 - trajectoire de la fin du vol

2 - RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

2.1 Examen du site

L'épave principale est retrouvée sur un chemin de terre, couchée sur son flanc gauche sur le versant nord d'une colline boisée. La trajectoire de l'aéronef avant l'impact avec le sol était quasiment verticale. Un incendie post-impact a détruit la majeure partie de la cellule.

De nombreux débris de l'hélicoptère sont éparpillés en amont de l'épave, de part et d'autre d'un axe orienté au 335°, sur une distance d'environ 320 mètres et sur une largeur d'environ 70 mètres. Parmi ceux-ci se trouvent notamment la poutre de queue, une pale du rotor anti-couple, les portes et une partie de la verrière en plexiglas.

2.2 Renseignements sur l'épave

Le sommet du mât rotor est fléchi sous la tête rotor. Les butées basses des deux pales du rotor principal sont écrasées.

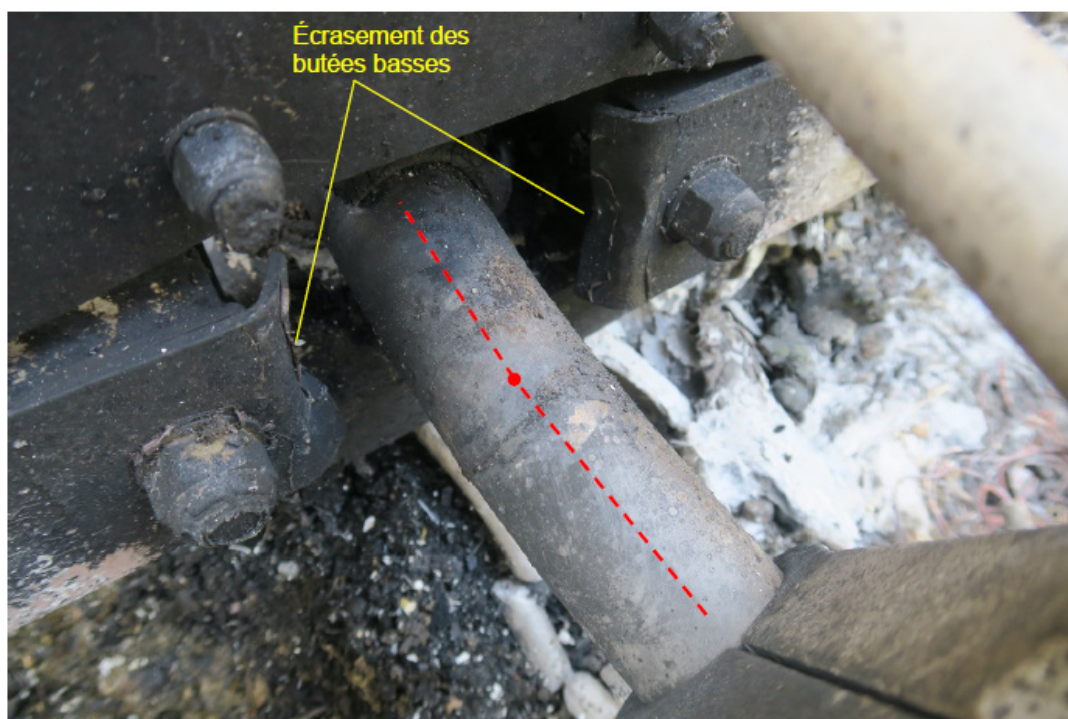
Des traces de frottement sont visibles sur l'intrados de l'extrémité d'une des pales du rotor principal. La poutre de queue est rompue. L'endroit de la rupture est cohérent avec l'interférence d'une pale du rotor principal avec la poutre.

Le cadre et le vitrage des deux portes ainsi que la verrière en plexiglas ont été détruits en vol. Aucune trace de collision avec un corps étranger n'a été constatée sur les débris de plexiglas qui ont été retrouvés. La partie supérieure avant droite du plexiglas de l'habitacle n'a cependant pas été retrouvée.

Compte tenu des dommages occasionnés par l'incendie post-impact, il n'a pas été possible de vérifier l'intégralité de la continuité des commandes de vol ni celle de la transmission de puissance au rotor anti-couple. De même, l'état du moteur et du poste de pilotage après l'accident n'ont pas permis de réaliser d'examen de ces éléments.

L'endommagement du mât rotor et des butées basses du rotor principal, d'une pale du rotor principal ainsi que la rupture de la poutre de queue avec la destruction de la verrière et des portes, indiquent qu'un phénomène de cognement de mât⁽²⁾ (« *mast bumping* ») est survenu en vol.

⁽²⁾Voir description du phénomène au §2.3.



Source : BEA

Figure 2 - écrasement des butées basses et flexion du mât rotor

Ce phénomène s'est suivi d'une déformation importante de la cabine de l'hélicoptère entraînant la dislocation en vol de celui-ci.

2.3 Description du phénomène de cognement de mât

L'hélicoptère Exec162 est équipé d'un rotor principal bipale à balancier. L'articulation de battement permet aux pales du rotor principal de battre de façon à compenser la portance asymétrique en cours de vol. Des butées fixes sont montées de chaque côté du moyeu du rotor principal, ce qui permet de limiter physiquement l'amplitude du débattement des pales dans le plan vertical lorsque le rotor ne tourne pas ou peu.

Le phénomène de cognement du mât rotor se rencontre généralement lors de vol en atmosphère turbulente pouvant engendrer des baisses de facteur de charge, ou lorsque le pilote pousse rapidement la commande de pas cyclique vers l'avant entraînant un état de quasi-apesanteur. L'ensemble du rotor à balancier dont est équipé l'hélicoptère peut alors prendre une déflexion angulaire excessive par rapport à l'axe du mât et engendrer un risque de cognement. Dans ces conditions, le couple de réaction du rotor⁽³⁾ risque de combiner son effet à l'action du rotor anti-couple, induisant une inclinaison de la cellule. Pour contrer cette inclinaison, la mise en butée immédiate du pas cyclique sera alors sans effet sur la position de la cellule car celle-ci, se trouvant sous faible facteur de charge, ne réagira plus aux sollicitations du rotor principal qui continuera à s'incliner. Dans ce cas limite, il y a risque de cognement et de rupture du mât, et/ou risque de contact d'une pale avec la cellule.

Une étude⁽⁴⁾ a été menée par le BEA sur les accidents d'hélicoptères de Robinson R22 et R44 survenus entre 1988 et 2001. Elle décrit le phénomène de cognement de mât ainsi que la meilleure méthode de correction à adopter pour se sortir de cette situation.

Deux accidents de Robinson R22 et R44 sont survenus dans des circonstances similaires⁽⁵⁾ à celui de l'accident du F-PFBJ, alors qu'ils évoluaient en atmosphère turbulente à des vitesses supérieures aux vitesses d'évolution préconisées par le constructeur en atmosphère turbulente.

2.4 Renseignements sur l'aéronef

La construction de cet hélicoptère en kit⁽⁶⁾ avait commencé en septembre 2013. Le certificat de navigabilité spécial d'aéronef en kit avait été délivré en janvier 2014 à l'issue des vols d'épreuve. Le dernier renouvellement du certificat d'examen de navigabilité datait de janvier 2018.

Le propriétaire avait construit l'hélicoptère et effectuait lui-même les opérations d'entretien. L'hélicoptère totalisait 163 heures de vol. Le pilote avait effectué une visite périodique « 50 heures », selon le programme du constructeur le 4 octobre 2017.

L'hélicoptère avait volé treize heures depuis la dernière visite périodique, et quatre heures depuis le dernier renouvellement d'examen de navigabilité. Le dernier vol de l'hélicoptère datait du 18 janvier 2018.

L'hélicoptère se situait dans les limites de masse et de centrage définies par le constructeur.

⁽³⁾ Le couple de réaction est dû à l'action du rotor principal sur l'axe de lacet de l'hélicoptère. Il agit donc en sens inverse du sens de rotation du rotor principal.

⁽⁴⁾ https://www.bea.aero/uploads/tx_scalaetudessecurite/etuder22_02.pdf

⁽⁵⁾ <https://www.bea.aero/docspa/2010/g-vl101209/pdf/g-vl101209.pdf>

<https://www.bea.aero/docspa/2012/ec-t120903/pdf/ec-t120903.pdf>

⁽⁶⁾ Le ROTORWAY EXEC162 HDF-A600 a reçu l'éligibilité de la Direction générale de l'Aviation civile (DGAC), le 5 juin 2001, sous CNSK n°2 E – 0001.

⁽⁷⁾Velocity Normal
Operating.

Le manuel de vol de l'Exec 162 HDF-A600 précise en particulier les limitations suivantes :

- ☐ la vitesse de croisière normale est comprise entre 65 et 82 kt ;
- ☐ la vitesse à ne pas dépasser en atmosphère turbulente (VNO)⁽⁷⁾ est de 65kt.

Il ne comporte aucune information sur les conditions propices au cognement de mât et ne précise pas les actions à effectuer.

2.5 Renseignements sur le pilote

Le pilote, âgé de 70 ans, avait débuté sa formation en 2010 et avait obtenu une licence de pilote privé hélicoptère et une qualification de type EXEC 162 HDF le 30 décembre 2014. Cette dernière avait été renouvelée le 15 janvier 2018 lors de son dernier vol avant celui de l'accident.

Le pilote avait commencé à voler sur son hélicoptère en février 2014. Il totalisait 188 heures de vol toutes effectuées sur le type, dont 131 en double commandes. Il avait effectué trois heures de vols dans les trois mois précédents, dont deux en double commandes.

2.6 Renseignements médicaux

Les constatations faites lors de l'autopsie du corps du pilote n'ont pas permis d'exclure la possibilité de survenue d'un malaise lors du vol. Les analyses toxicologiques complémentaires pratiquées sur des prélèvements sanguins ont révélé des traces d'un médicament pour traiter l'hypertension artérielle. Le pilote faisait l'objet d'un suivi médical déclaré au Centre d'expertise médicale du personnel navigant⁽⁸⁾ dont les derniers examens, réalisés en octobre 2017 ont indiqué la stabilité de sa condition médicale.

⁽⁸⁾CEMPN.

2.7 Renseignements sur les conditions météorologiques

Les conditions météorologiques estimées sur le lieu de l'accident entre 14 h 00 et 15 h 00 étaient les suivantes :

- ☐ vent moyen variant entre 335° et 345°, pour 15 à 17 kt ;
- ☐ turbulence faible à modérée en dessous de 2 000 m ;
- ☐ visibilité supérieure à 10 km, ciel clair.

2.8 Témoignages

Plusieurs témoins indiquent avoir vu l'hélicoptère voler à faible hauteur en vol rectiligne horizontal. Ils ont entendu « deux ou trois bruits sourds » puis une forte explosion. De nombreux débris, parmi lesquels les deux portes de l'habitacle, se sont détachés de l'hélicoptère et se sont éparpillés sur le sol sur une centaine de mètres après avoir dérivé. L'hélicoptère s'est ensuite incliné sur sa gauche puis est passé sur le dos et a perdu de la hauteur. La poutre de queue a rompu mais est restée solidaire de l'hélicoptère. Il est entré en collision avec le sol dans une forêt. Un incendie s'est déclaré après la collision avec le sol.

Ces témoins ajoutent qu'il n'y a pas eu de fumée ni de flammes en vol avant le bruit d'explosion.

2.9 Examens complémentaires

Une tablette a été retrouvée, et ses données extraites.

Compte tenu de la composante de vent de face estimée, la vitesse air de l'hélicoptère était d'environ 85 kt au moment où sa trajectoire s'est incurvée vers le haut.

3 - CONCLUSION ET ENSEIGNEMENT

3.1 Conclusion

Le pilote volait dans une masse d'air de légèrement à modérément turbulente. Il évoluait à une vitesse supérieure à celle à ne pas dépasser en atmosphère turbulente précisée dans le manuel de vol de l'hélicoptère. La faible expérience récente du pilote a pu contribuer à une gestion insuffisante de la vitesse dans ces conditions aérologiques.

Pour une raison que l'enquête n'a pas permis de déterminer, l'hélicoptère a débuté une montée rapide à l'issue de laquelle il est vraisemblable que le pilote a voulu reprendre une assiette horizontale de vol. Cela a conduit à la diminution rapide du facteur de charge et à la survenue du phénomène de cognement de mât. Les pales ont alors heurté la poutre de queue et probablement la verrière, provoquant la dislocation de la cellule et la chute de l'hélicoptère.

Il est possible que l'absence d'information sur le phénomène de cognement de mât dans le manuel de vol de l'hélicoptère ait contribué à une méconnaissance du phénomène par le pilote.