

Accident du ROTORWAY - EXEC (162 HDF/A600) immatriculé F-WSPM

survenu le 5 novembre 2018
à Saint-Pierre (975)

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

Heure	Vers 14 h 35 ⁽¹⁾
Exploitant	Privé
Nature du vol	Vol local
Personnes à bord	Pilote et passager
Conséquences et dommages	Pilote décédé, passager blessé, hélicoptère détruit

Perte de contrôle pendant le décollage, collision avec le sol

1 - DÉROULEMENT DU VOL

Note : Les informations suivantes sont principalement issues des témoignages et des données enregistrées par l'iEFIS⁽²⁾.

L'objectif du vol de l'accident, comme celui des vols précédents⁽³⁾, est de réaliser le nombre d'heures de vol et d'atterrissements exigés pour l'obtention du Certificat de Navigabilité Spécial d'aéronef en Kit (CNSK - cf §2.8.2).

Depuis une hélisurface privée, le pilote accompagné d'un passager, tous deux copropriétaires du F-WSPM, se met en stationnaire puis translate face au nord-ouest vers un photographe. Il effectue un stationnaire d'une trentaine de secondes en restant dans l'effet de sol. Puis il décolle en s'élevant doucement en virage vers la gauche à faible vitesse d'avancement.

Alors qu'il se trouve en montée initiale, face au sud-est, à une hauteur d'environ dix mètres, l'hélicoptère s'incline brusquement à gauche et part en glissade. Il perd de la hauteur et entre en collision avec le sol sur la partie avant gauche de la cellule, rebondit, se retourne et s'immobilise sur le flanc droit à quelques mètres du point d'impact initial.

2 - RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

2.1 Examen du site

Le site de l'accident est une propriété privée constituée d'un champ plat bordé de barrières et de végétation. Elle est située au sud d'une colline dont l'altitude varie entre 400 et 500 ft. L'hélicoptère était abrité dans un hangar positionné sur la partie nord du champ plat.

Au sud du hangar, un chemin légèrement surélevé a été aménagé pour déplacer l'hélicoptère jusqu'à une surface circulaire aménagée comme hélisurface. Celle-ci est légèrement en surplomb du terrain, de l'ordre d'1,3 m. Elle est située à 2 km au nord de l'aéroport Saint-Pierre Pointe-Blanche.

La périphérie immédiate de l'hélisurface est dégagée. On note cependant des arbres de 5 à 8 m de hauteur à environ 35 m vers l'ouest, une palissade à environ 50 m au sud et enfin à l'est, une autre palissade à environ 35 m également. Une manche à air est présente à l'angle sud-est du terrain.

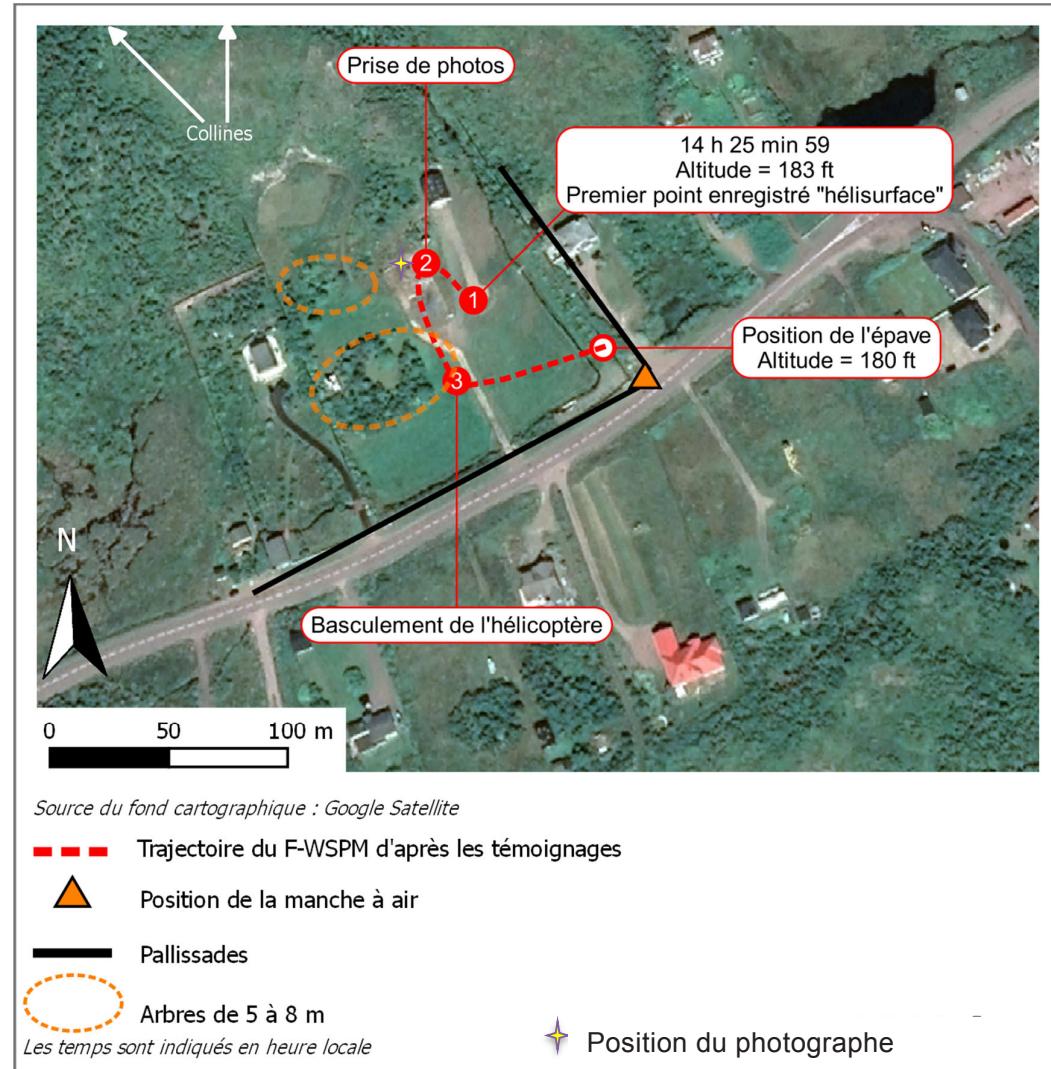


Figure 1 : Trajet et position de l'épave

2.2 Examen de l'épave

L'examen de l'épave a été mené après son déplacement dans un hangar de l'aéroport de Saint-Pierre.

L'épave est complète. Aucune anomalie n'a été constatée sur les commandes de vol.

L'hélicoptère est équipé d'un moteur 4 cylindres à plat qui fournit la puissance aux ensembles tournants (rotor principal et rotor anti-couple) par l'intermédiaire d'un réducteur à courroies.

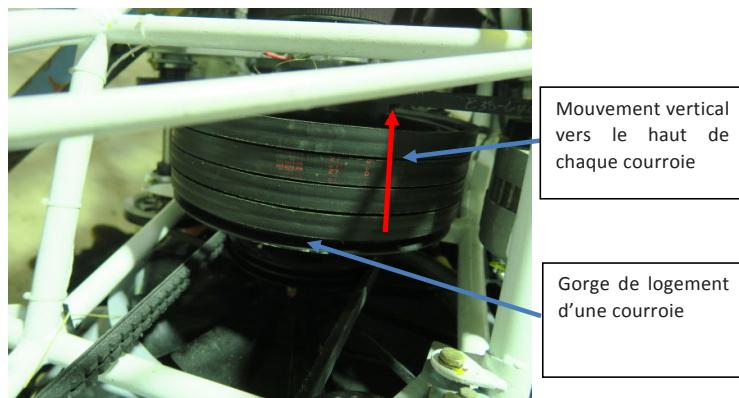


Figure 2 : Courroies d'entraînement déplacées de leurs logements respectifs

L'ensemble des quatre courroies d'entraînement est décalé vers le haut d'une gorge (cf. Figure 2). Les courroies sont tendues et en bon état.

Les pales du rotor principal sont fortement déformées en traînée.

L'examen complet de la chaîne de transmission de puissance vers les rotors (principal et anti-couple) n'a pas montré d'anomalie.

Ces constatations indiquent que le moteur fonctionnait au moment de l'impact et fournissait de la puissance aux éléments tournants. Ces derniers se sont retrouvés bloqués lors du contact avec le sol, générant un sur-couple qui a entraîné le saut de courroie.

2.3 Renseignements sur les conditions météorologiques

Les conditions météorologiques sont caractérisées par des vents d'ouest, nord-ouest de l'ordre de 15 à 20 kt.

⁽⁴⁾ Mouvements tourbillonnaires de l'air pouvant donner lieu à des turbulences extrêmement violentes.

⁽⁵⁾ Zone de perturbation du vent sous le relief où il n'y a pas ou très peu de vent. On considère que l'effet se ressent sur une distance qui correspond à dix fois la hauteur de l'obstacle.

Au moment de l'accident, le vent mesuré par la station météorologique basée sur l'aéroport Saint-Pierre Pointe-Blanche, situé à environ deux kilomètres au sud de l'hélistation, provenait de l'ouest nord-ouest pour 12 à 25 kt. Sont notées toutefois des variations plus marquées de la direction du vent entre le 270° et le 360° de 14 h à 15 h. Selon l'expert de Météo-France de Saint-Pierre, le risque d'un phénomène de rotor⁽⁴⁾ ou de déventement⁽⁵⁾ lié à la proximité du relief, des arbres ou des bâtiments a pu exister de manière très localisée sur le site de l'accident pour des phénomènes de petites tailles même s'ils ne semblent pas significatifs comparés à ceux que l'on peut retrouver sur l'aéroport.

Lors du déplacement sur site des enquêteurs du BEA, les témoins ont indiqué que les conditions météorologiques étaient similaires à celles prévalant le jour de l'accident. La manche à air présente sur le terrain indiquait de fortes variations du vent tant en direction qu'en force, soulignant la présence de fortes turbulences et d'un phénomène de rotor très localisé.

Messages METAR de l'aéroport de Saint-Pierre de 14 h et de 15 h, le 5 novembre 2018 :

LFVP 051700Z 30012KT 270V330 9999 SCT032 06/M01 Q1035 NOSIG

LFVP 051800Z 32010KT 270V360 9999 SCT033 07/M00 Q1034 NOSIG

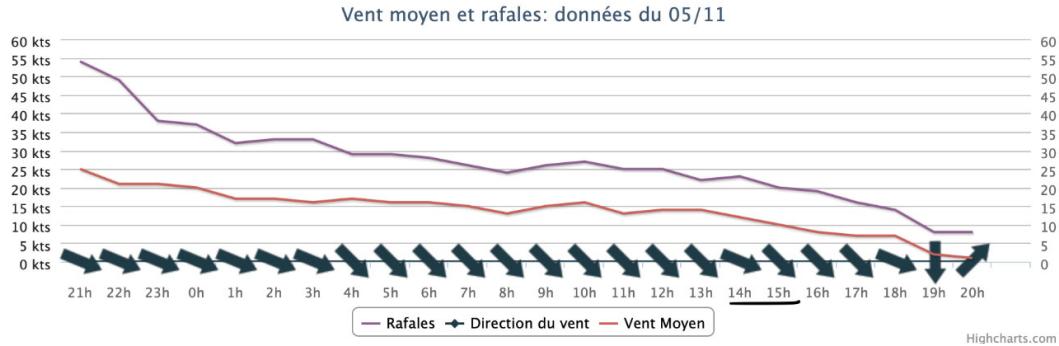


Figure 3 : Relevé du vent sur l'aéroport Saint-Pierre Pointe-Blanche (LFVP)

2.4 Renseignements sur le pilote

Le pilote, âgé de 60 ans, détenait une licence de pilote privé PPL(H) depuis le mois de juin 2017. Il avait effectué sa formation uniquement sur hélicoptère RotorWay Exec 162 et totalisait environ 80 heures de vol le jour de l'événement, dont 57 en double commande. Depuis la fin de la construction du F-WSPM, il avait volé une dizaine d'heures, toutes effectuées en vol local, à partir de l'hélisurface.

Ancien pilote de ligne, il cumulait environ 25 000 heures de vol sur différents types d'avions (PA31, ATR42, B737 entre autres).

Originaire de l'île, il avait une bonne connaissance des conditions météorologiques locales.

Il avait acheté en copropriété l'hélicoptère Exec 162 en kit et avait procédé à sa construction avec des amis, dont le passager.

2.5 Renseignements sur le passager

Le passager, âgé de 65 ans, ne détenait pas de licence aéronautique.

Il avait également débuté une formation en métropole, en vue d'obtenir la licence PPL(H). Il totalisait une soixantaine d'heures de vol en double commande sur Exec 162.

Il est le second copropriétaire de l'hélicoptère et propriétaire du terrain sur lequel est basée l'hélisurface et le hangar de stockage.

2.6 Témoignages

2.6.1 Témoignage du passager

Après le démarrage du moteur, le pilote a effectué la mise en stationnaire en restant dans l'effet de sol à environ 50 cm de hauteur. Il a ensuite effectué une translation à faible vitesse pour se positionner en stationnaire à proximité d'un ami qui prenait des photos (point ② de la [Figure 1](#)).

L'hélicoptère est resté stationnaire pendant une trentaine de secondes. Ensuite le pilote a décollé à partir du stationnaire en effectuant en translation en montée jusqu'à une hauteur d'environ 15 à 20 m. Le moteur était haut en régime. Immédiatement, le vent a poussé l'hélicoptère latéralement (point ③ de la [Figure 1](#)). Celui-ci s'est fortement incliné sur le côté gauche. L'hélicoptère est tombé.

Il n'a vu ou entendu aucune alarme, ni bruit inhabituel. Le moteur fonctionnait normalement.

2.6.2 Autres témoins présents au sol

Après le décollage en vol rectiligne au-dessus du chemin en direction du sud-est, l'hélicoptère a basculé soudainement sur la gauche (point ③ sur la [Figure 1](#)). Il est resté incliné sur le côté gauche jusqu'à la collision avec le sol. Pour eux, le moteur a fonctionné normalement jusqu'à la collision avec le sol.

Les témoins ont indiqué qu'il y avait de fortes rafales de vent très localisées dans l'heure de l'accident à différents endroits de l'île. Un des témoins, situé à 1,5 km à l'ouest de l'hélisurface privée, a mentionné avoir noté de fortes rafales au moment de l'événement.

2.6.3 Témoignage des instructeurs

⁽⁶⁾ Sur le diagramme de masse et centrage du manuel de vol, il est indiqué une limitation maximale de 8 kt de vent arrière en vol stationnaire lorsque le centre de gravité se situe dans la partie gauche hachurée (cf. [Figure 4](#)).

Quatre instructeurs ont été rencontrés au cours de l'enquête. Ils s'accordent sur le fait que cet hélicoptère est réactif et sensible au vent arrière⁽⁶⁾.

Certains instructeurs préconisent, pour un pilote d'hélicoptère déjà confirmé sur d'autres types, de réaliser 20 heures de vol en double commande afin de bien appréhender les caractéristiques de vol de l'Exec 162.

Un des instructeurs était l'importateur de l'hélicoptère. Celui-ci avait effectué les premiers vols sur site avec le pilote. Après observations de l'environnement et des conditions météorologiques, il avait considéré qu'il n'était pas possible de décoller avec cet hélicoptère en effectuant la montée face à la colline au nord-ouest. Selon lui, l'hélicoptère Rotorway Exec 162 ne dispose pas des performances nécessaires pour effectuer ce type de décollage et de montée à la masse maximale. Il précise également qu'il effectuait des décollages classiques au départ de l'hélisurface.

2.7 Technique de décollage en hélicoptère

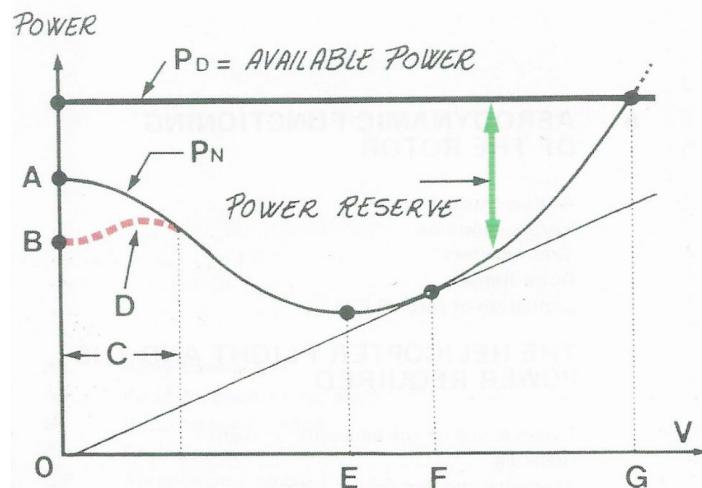
Lorsque l'hélicoptère est en stationnaire, à proximité immédiate du sol, l'écoulement aérodynamique autour du rotor est modifié par la proximité du sol. Il en résulte que la puissance nécessaire pour développer la portance requise pour le vol diminue. On dit que l'hélicoptère est « *dans l'effet de sol* ».

On considère que cette augmentation est négligeable au-delà d'une hauteur équivalente à un diamètre rotor. On dit alors que l'hélicoptère est « *hors effet de sol* ».

Le pilote peut choisir entre trois types de décollage en fonction des obstacles. Chaque type de décollage présente des avantages et des inconvénients.

- Le décollage classique ou normal, appelé également décollage dans l'effet de sol, est le plus couramment utilisé. L'hélicoptère accélère en palier dans l'effet sol pour atteindre la vitesse de montée. Celle-ci est maintenue lors de la montée initiale. Ce type de décollage permet de garantir une marge de sécurité en cas de panne de moteur et nécessite moins de puissance.
- Le décollage vertical, appelé également décollage hors effet de sol, est généralement utilisé lorsque les obstacles environnants ne permettent pas un décollage vers l'avant. Il est nécessaire de disposer d'une réserve de puissance importante pour effectuer une translation verticale. Lorsque la hauteur de sécurité au-dessus des obstacles est atteinte, l'appareil est mis en translation horizontale. Si le pilote ne peut franchir les obstacles lors de cet exercice, il annule son décollage.
- Le décollage oblique est utilisé pour survoler des obstacles situés dans la trouée d'envol. L'hélicoptère n'étant plus dans l'effet sol et ayant une vitesse de translation faible, une réserve de puissance suffisante est nécessaire afin de maintenir une hauteur de sécurité constante lors du décollage. Ce type de décollage implique une bonne connaissance et expérience des performances de l'hélicoptère piloté.

Le jour de l'accident, le décollage effectué par le pilote s'apparentait à un décollage oblique. Il aurait également pu exécuter un décollage classique, limité par aucun obstacle.



Source : Roger Raletz, Théorie élémentaire de l'hélicoptère, Cépadués 2009 2^{ème} éd

Figure 4 : Diagramme simplifié de la puissance en fonction de la vitesse

- A - puissance nécessaire en stationnaire hors effet de sol
- B - puissance nécessaire en stationnaire dans l'effet de sol
- C - zone de transition
- D - puissance nécessaire pour contrer l'enfoncement lors de la prise vitesse
- E - vitesse de puissance minimale
- F - vitesse de finesse maximale
- G - vitesse maximale

Ceci amène le constructeur à publier des valeurs de masses maximales hors et dans l'effet de sol en fonction de l'altitude et de la température.

2.8 Renseignements sur l'hélicoptère RotorWay Exec 162 HDF

⁽⁷⁾ La fiche d'éligibilité de kit de classe 2 a été attribuée à l'EXEC 162 HDF par la DGAC le 5 juin 2001.

L'hélicoptère RotorWay Exec 162 HDF est un hélicoptère monomoteur, biplace, de construction amateur et diffusé en kit par RotorWay International⁽⁷⁾. Il est équipé d'un rotor à balancier bipales.

Le régime moteur maximal de 4 420 tr/min est proche du régime nominal d'utilisation du moteur de 4 250 tr/min. Les données issues de l'iEFIS indiquent que, lors du vol de l'accident, le régime du moteur était de 4 400 tr/min environ dès la translation en montée.

Le manuel de vol indique que la position neutre du cyclique dépend de la masse et du centrage. Dans le cas d'un centrage en limite du domaine de vol, le débattement des commandes est limité dans certains secteurs.

2.8.1 Masse et centrage

⁽⁸⁾ Le contrepoids a une masse de 12 kg.

Le manuel de vol indique que lors d'un vol avec deux personnes à bord, un contrepoids⁽⁸⁾ doit être fixé à l'arrière de la cellule sous la poutre de queue. Les photos prises lors du vol de l'accident montrent que l'hélicoptère n'était pas équipé du contrepoids.

Après les premiers vols, le pilote avait changé la batterie d'origine d'une masse de 12 kg, par une batterie plus légère d'une masse de 2,5 kg. Dans cette configuration, avec les deux copropriétaires à bord, le contrepoids absent et le plein complet, l'hélicoptère était dans les limites de masse mais en bordure du domaine de centrage. Il était centré vers l'avant et à gauche (cf [Figure 5](#) ci-après).

Dans les conditions du vol, le centrage était situé dans la zone hachurée. Dans cette zone l'hélicoptère demandera des réactions très vives et de grandes amplitudes de la part du pilote pour en garder le contrôle en stationnaire. Dans cette zone, la survenue de rafales peut amplifier ce phénomène.

L'enquête n'a pas permis de déterminer si le pilote avait fait un devis de masse et centrage pour ce vol.

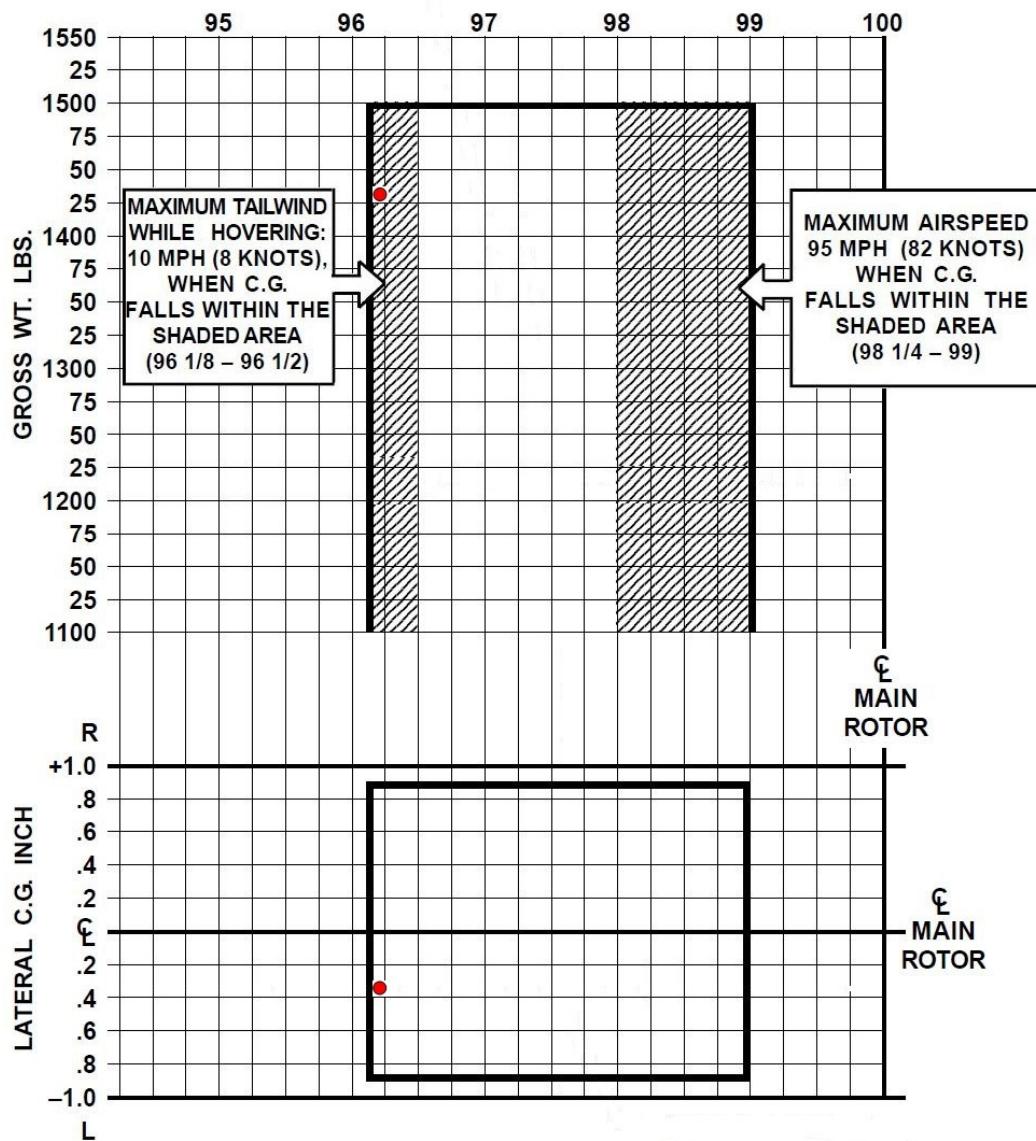


Figure 5 : Masse et centrage du jour de l'accident ●, diagramme issu du manuel de vol

Dans le cas d'un vol où le pilote est accompagné d'un passager, avec le contrepoids de compensation fixé sur la poutre de queue, pleins complets, le centrage se situe entre les deux zones hachurées restrictives.

2.8.2 Autorisation provisoire de vol et CNSK

L'hélicoptère disposait d'une autorisation provisoire de vol délivrée le 7 août 2018 par l'Organisme pour la sécurité de l'Aviation civile (OSAC). Afin d'obtenir son certificat de navigabilité spécial d'aéronef en kit (CNSK), l'hélicoptère doit avoir effectué 15 heures de vol, incluant un programme de vols d'essais et 50 atterrissages.

Les noms des pilotes chargés des essais sont spécifiés dans l'autorisation provisoire de vol. Seuls ces derniers peuvent être à bord de l'hélicoptère tant que le CNSK n'est pas délivré.

⁽⁸⁾ <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000000207727/2018-11-05>

Lors des essais, le propriétaire peut demander à ajouter des personnes supplémentaires sur l'autorisation provisoire de vol, en justifiant de leur expérience aéronautique et d'une nécessaire fonction à la bonne exécution de ces vols d'essais.

L'article 11 de l'arrêté du 22 septembre 1998 modifié relatif au CNSK⁽⁸⁾ dispose que « *les épreuves de vérification en vol et les vols d'endurance sont effectués par un seul pilote à bord dont le nom figure sur le laissez-passer, éventuellement accompagné d'un seul personnel technique dont la fonction à bord est jugée nécessaire à la bonne exécution des vols, et dont le nom figure sur le laissez-passer. Chaque pilote déclare qu'il détient les titres de membre d'équipage de conduite nécessaires pour effectuer les vols de vérification et d'endurance. Le ministre chargé de l'aviation civile peut refuser de délivrer ou suspendre le laissez-passer pour toute cause susceptible de compromettre la sécurité, ou lorsque les qualifications ou l'expérience du pilote amené à réaliser les épreuves en vol ne permettent pas d'assurer la sécurité des vols ou de mener à bien les épreuves en vol* ».

Pour l'hélicoptère F-WSPM, deux pilotes figuraient sur l'autorisation de vol provisoire, dont le pilote aux commandes, mais pas le passager. Le pilote avait effectué une demande en date du 24 septembre 2018 auprès de l'OSAC afin d'ajouter d'autres personnes, dont ce passager, sur l'autorisation provisoire de vol. À la date de l'accident, l'OSAC n'avait pas encore répondu à cette demande.

Le pilote avait effectué 11 h 30 de vol et 45 atterrissages dans le cadre de l'obtention du CNSK.

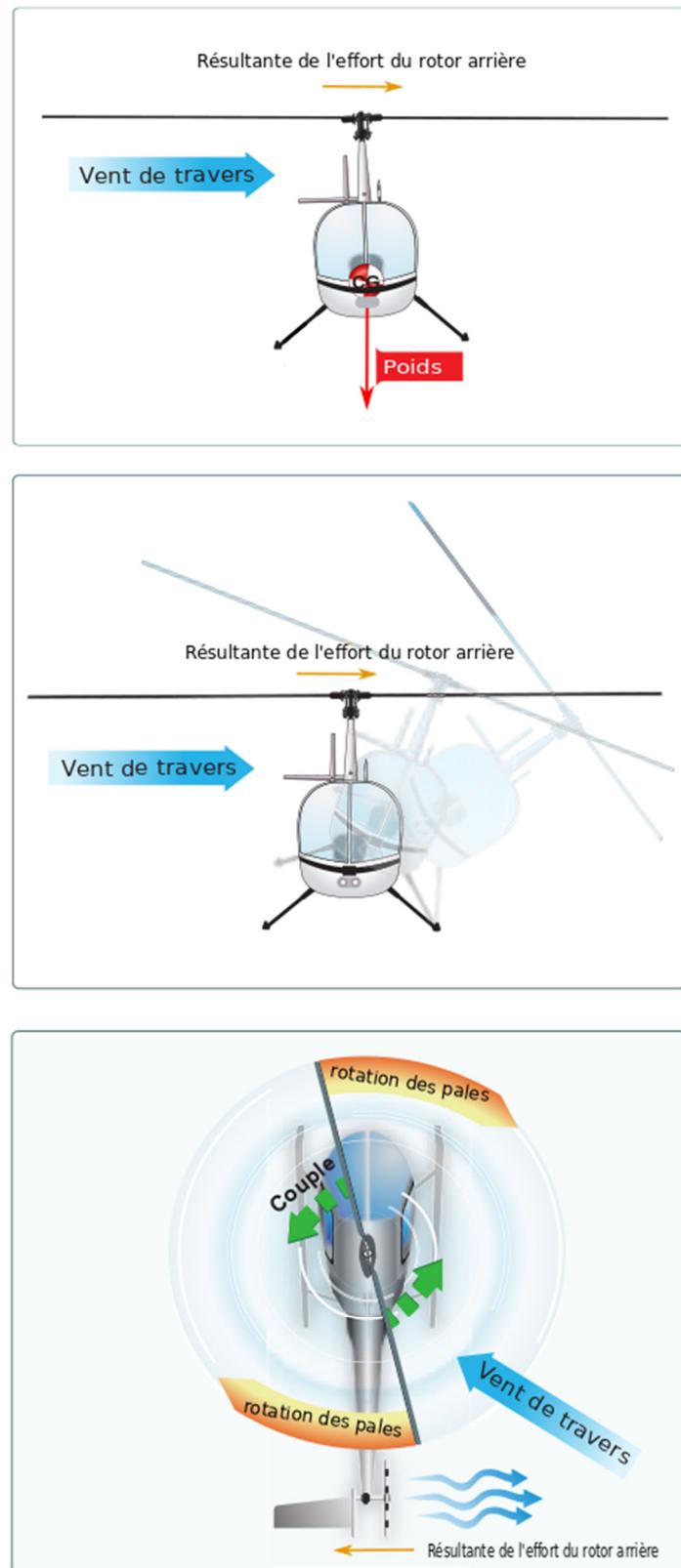
2.9 Réaction à une rafale de vent de secteur arrière droit

Sur l'EXEC 162, le rotor anti-couple, situé à droite sur l'arrière de la poutre de queue permet de contrer le lacet induit par le rotor principal tournant dans le sens horaire (vue du dessus).

Avec un vent arrière droit, la vitesse relative sur la pale reculante du rotor principal (du côté droit de l'hélicoptère) augmente et la vitesse relative sur la pale avançante du rotor principal (du côté gauche de l'hélicoptère) diminue. Cela a pour conséquence d'augmenter la portance du côté droit de l'hélicoptère et de la diminuer du côté gauche. Le plan du disque du rotor principal s'incline alors vers la gauche entraînant un départ en roulis à gauche de l'hélicoptère.

En cas de forte rafale, il est possible que la force de portance sur la pale avançante diminue significativement. Le départ en roulis peut alors être brutal.

Pour se sortir d'une telle situation, le pilote doit contrer le départ en roulis à gauche avec une action latérale rapide au cyclique vers la droite avec l'amplitude adéquate.



Source : FAA, *Helicopter Flying Handbook, Chap. 11*

Figure 6 : Réaction de l'hélicoptère à une rafale de vent arrière droit

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

Le jour de l'accident, le pilote, accompagné d'un passager, a effectué un vol dans le cadre du programme d'obtention du certificat de navigabilité spécial d'aéronef en kit (CNSK) de l'hélicoptère.

Plusieurs témoins situés à des lieux plus ou moins proches du site de l'accident ont indiqué la présence de fortes rafales de vent, dans l'heure de l'accident. L'hélisurface étant située au pied d'une colline avec de la végétation à proximité, l'orientation du vent ce jour-là a vraisemblablement pu générer de fortes turbulences locales.

Après s'être mis en stationnaire face au vent, le pilote s'est déplacé en translation pour se positionner à proximité d'un photographe. Il a maintenu l'hélicoptère en stationnaire le temps des prises de photos. Il a débuté le décollage par un virage à gauche et une translation en montée. Il était alors vent arrière.

Il est probable que le plan du rotor principal de l'hélicoptère s'est incliné à gauche sous l'effet d'une rafale de vent. Cela a pu créer un moment de roulis à gauche, rendu plus important par le centrage extrême avant gauche de l'hélicoptère.

La faible hauteur d'évolution de l'hélicoptère ainsi que sa faible vitesse d'avancement au moment du basculement n'ont pas permis au pilote d'éviter la collision avec le sol.

Facteurs contributifs

Ont pu contribuer à la perte de contrôle :

- l'utilisation d'une technique de décollage « oblique » dans des conditions de vent turbulent et arrière, bien que le site ne nécessite pas une telle pratique ;
- le positionnement de l'hélicoptère pour la prise de photo qui a restreint les possibilités de trajectoire de décollage.

Ont pu contribuer à l'absence de récupération du contrôle de l'hélicoptère :

- une réaction tardive du pilote pour contrer le départ brusque en roulis à gauche qui nécessitait des actions promptes et d'amplitudes significatives ;
- le centrage avant gauche de l'hélicoptère lié à l'absence de masse d'équilibrage pouvant limiter le débattement des commandes dans certains secteurs ;
- la masse élevée liée aux pleins de carburant et à l'emport du passager offrant peu de réserve de puissance moteur.

Il est possible que la faible expérience du pilote sur hélicoptère ait contribué à un pilotage insuffisamment précis pour évoluer en sécurité dans une partie marginale du domaine de vol de l'EXEC162.