

Accident de l'hélicoptère Airbus Helicopters - EC120B immatriculé F-HPIC

survenu le 2 mars 2021

aux Gets (74)

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

Heure	Vers 14 h 40 ⁽¹⁾
Exploitant	Privé
Nature du vol	Local
Personnes à bord	Pilote et quatre passagers
Conséquences et dommages	Hélicoptère détruit

Interruption de décollage oblique, atterrissage d'urgence, collision avec des obstacles, collision avec le sol

1 - DÉROULEMENT DU VOL

Note : Les informations suivantes sont principalement issues des témoignages, des enregistrements des données du calculateur de bord Helisafe et de la vidéo filmée par une passagère.

Le pilote décolle de l'hélisurface de Marnaz (74) vers celle de la « Poufferie » située sur la commune des Gets (74), à une dizaine de minutes de vol. Après l'atterrissement, il embarque quatre passagers pour un vol au-dessus du massif du Mont Blanc. Il entreprend un décollage « oblique » face au nord. Alors que l'hélicoptère débute sa translation horizontale, le pilote observe sur l'indicateur de première limite (IPL) que la puissance moteur s'approche rapidement de la puissance maximum de décollage (PMD). Voulant interrompre le décollage, il réduit sa vitesse et vire de 90° à droite pour éviter les arbres situés dans l'axe du décollage. Il envisage un atterrissage sur la route qui borde l'hélisurface. Au cours de la manœuvre, il heurte une ligne électrique puis un panneau en bois. L'hélicoptère entre en collision avec le sol et se couche sur le flanc droit en bordure de la route. Le pilote et les passagers évacuent l'hélicoptère, indemnes.

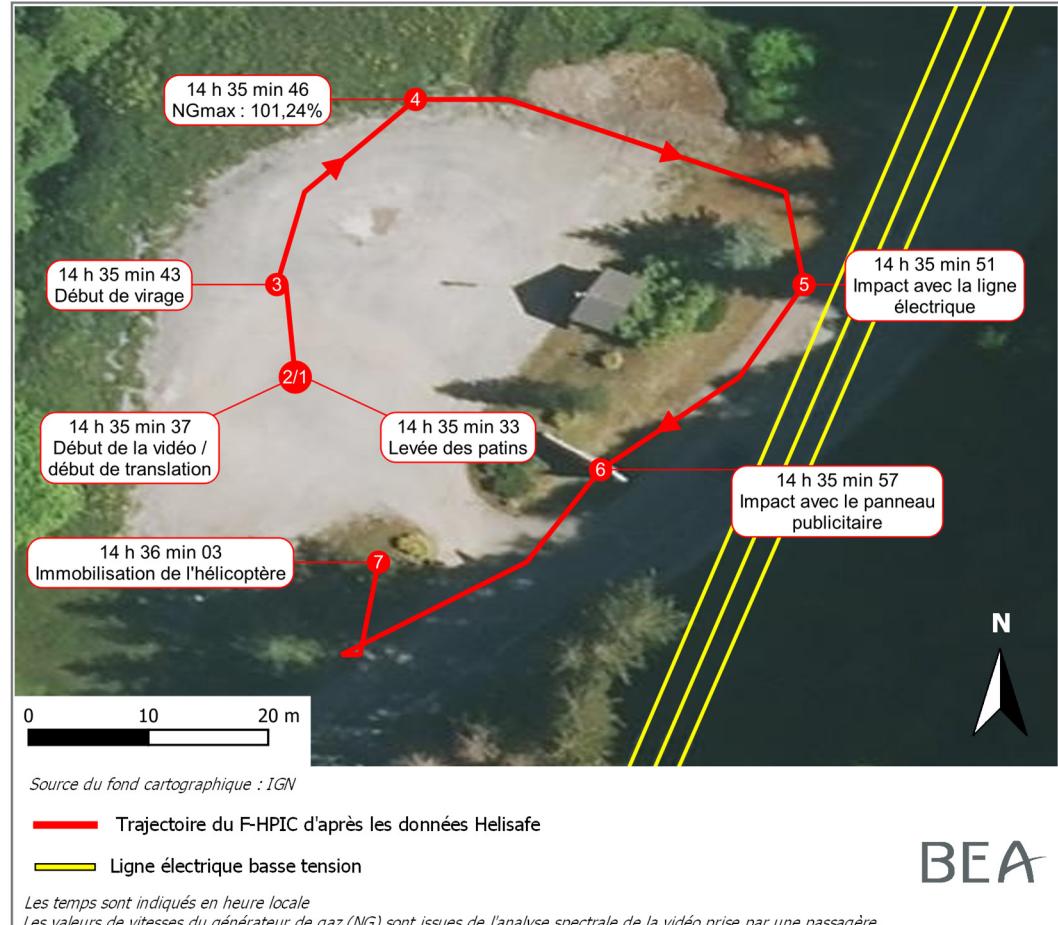


Figure 1 : Trajectoire du F-HPIC

BEA

2 - RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

2.1 Examen de l'épave

L'épave est complète et regroupée.

Un examen de l'épave a été effectué par le BEA avec le constructeur Airbus Helicopters et le motoriste Safran Helicopter Engines dans un hangar de l'atelier d'entretien et a permis d'identifier les endommagements principaux suivants :

- La rupture de la poutre de queue en amont du plan horizontal ;
- L'endommagement important des pales du rotor principal ;
- Le déplacement latéral de l'atterrisseur sur la cellule.

L'examen a aussi montré que :

- Les commandes de vol étaient fonctionnelles ;
- Le turbomoteur délivrait de la puissance lors de la collision des pales du rotor principal avec le sol ;
- Le moteur ne présentait pas d'anomalie.

L'examen de l'épave n'a révélé aucun dysfonctionnement technique ayant pu contribuer à l'accident.

2.2 Renseignement sur l'hélisurface

L'hélisurface de la « Poufferie » est située en bordure de la route reliant les stations de ski des Gets et de Morzine, à une altitude de 3 690 ft (1 125 m). Le relief autour de l'hélisurface ne permet qu'un décollage vers le nord. La présence de sapins en bordure au nord empêche de réaliser un décollage « classique ». Un ravin jouxte l'hélisurface au nord-ouest, et une ligne électrique longe la route à l'est.



Source : BEA

Figure 2 : Photo de l'hélisurface prise dans le sens du décollage, face au nord

2.3 Renseignement sur le pilote

Le pilote, âgé de 35 ans, est titulaire d'une licence de pilote privé PPL(H) depuis décembre 2019, assortie d'une qualification EC120B depuis février 2020. Il est aussi qualifié sur Cabri G2, R44 et Bell 206. Il totalisait au moment de l'accident environ 300 heures de vol dont une centaine sur EC120B. Il avait effectué environ 20 heures de vol dans les trois mois précédent l'accident dont 13 h sur EC120B.

Il a été formé dans un organisme de formation approuvé (ATO) en Savoie et a suivi la formation complémentaire aux zones exigües. Il vole principalement en montagne et indique être habitué à atterrir et décoller sur des hélisurfaces en zone montagneuse. Il ajoute avoir expérimenté celle de la « Poufferie » une ou deux fois avant le vol de l'accident, avec des décollages obliques, dont une fois à la masse maximale sur Cabri G2.

2.4 Renseignements météorologiques

Les conditions météorologiques estimées par Météo-France sur le site de l'accident étaient les suivantes :

- Vent faible du secteur sud sud-ouest d'environ 2 kt avec des rafales à 10 kt ;
- Visibilité supérieure à 10 km ;
- Ciel peu nuageux ;
- QNH 1030 hPa ; Pression atmosphérique à 3 690 ft : 899 hPa.

Le pilote ainsi qu'un autre pilote présent sur l'hélisurface lors du décollage, indiquent que le vent était « nul ».

La température extérieure au niveau de l'hélisurface était de 15 °C au moment de l'accident d'après les données Helisafe.

2.5 Renseignements sur l'hélicoptère

L'hélicoptère, loué par le pilote pour le vol, appartenait à la société Butterfly, basée à Marnaz (74). Sa masse maximale autorisée est de 1 715 kg.

2.5.1 Performances opérationnelles au moment de l'accident

Les courbes du manuel de vol de l'EC120B indiquent que dans les conditions de température et de pression du jour de l'accident, la masse maximale permettant un décollage dans l'effet de sol (DES) et hors effet de sol (HES) sans vent, à l'altitude de l'hélisurface, était de 1 715 kg.

2.5.2 Masse et centrage

Le devis de masse et centrage (DMC) complété par le pilote lors de la préparation du vol indique une masse totale avant le décollage de 1 687 kg, basée sur les masses déclarées par les passagers et une quantité de carburant de 200 kg. Cette quantité est cohérente avec le calcul effectué sur la base de la quantité restante dans le réservoir lorsque le pilote a récupéré l'hélicoptère, de l'avitaillement effectué à Marnaz et de la consommation moyenne de l'EC120 sur dix minutes de vol. Sur le DMC, le centrage de l'hélicoptère au décollage du vol de l'accident se situait à l'intérieur des limites définies par le constructeur (voir Figure 3).

Toutefois, les données de l'Helisafe indiquent une quantité de carburant de 211 kg au moment de la mise en route de l'hélicoptère.

Le pilote avait omis d'intégrer la masse globale de 4 kg des skis installés sous les patins de l'hélicoptère. L'utilisation par le pilote des masses déclarées par les passagers entraîne par ailleurs des incertitudes sur l'évaluation de la masse maximale.

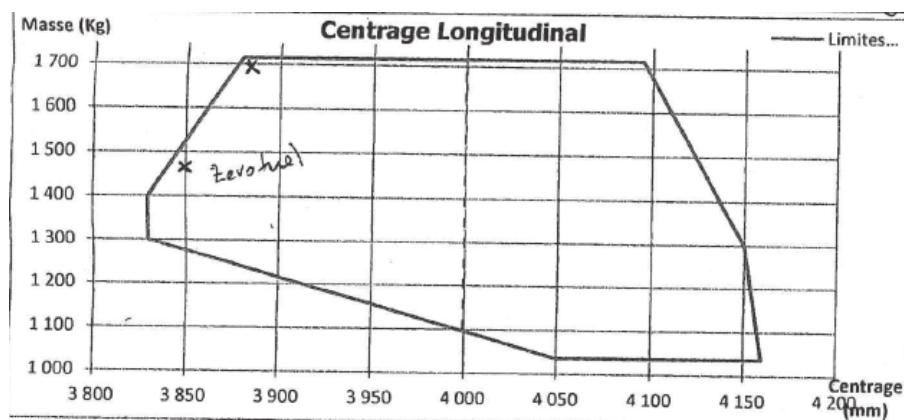


Figure 3 : Extrait du centrage calculé par le pilote avant le décollage

2.5.3 Calculateurs de bord

2.5.3.1 Système de surveillance des paramètres moteur (VEMD)

L'hélicoptère était équipé d'un VEMD. Il s'agit d'un écran multifonction installé sur la planche de bord et conçu notamment pour visualiser les paramètres du moteur. Le VEMD enregistre des messages de pannes et des dépassements de valeurs limites à des fins d'aide à la maintenance.

L'exploitation des données a permis de conclure que toutes les pannes enregistrées lors de ce vol sont consécutives à l'accident.

2.5.3.2 Helisafe

L'hélicoptère était équipé d'un calculateur Helisafe. Ce dernier enregistre en interne des paramètres de vols toutes les deux secondes, tels que la position, les paramètres moteur (vitesse de rotation du générateur de gaz (NG), régime de la turbine libre (NF), température des gaz à l'entrée de la turbine (T4), valeur du couple du rotor principal (TQ)), les facteurs de charge, le statut (« au sol » ou « en vol ») basée sur la pression exercée sur les patins.

2.5.4 Indicateur de première limite (IPL)

L'IPL, affiché sur le VEMD, indique le niveau de puissance délivrée par le moteur sur une échelle de 1 à 12, en considérant les trois paramètres NG, T4 et TQ. L'information est relative à la valeur du paramètre limitant, c'est-à-dire le paramètre le plus proche de sa limite. Plusieurs régimes de puissance sont représentés sur l'IPL :

- PMC : Puissance maximum continue ;
- PMD : Puissance maximum décollage ;
- PMT : Puissance maximum transitoire.

La PMT correspond à une limite pouvant être atteinte, dans certaines conditions opérationnelles, pendant une durée maximale de cinq secondes, sans nécessité d'intervenir a posteriori sur le moteur. Cette limite, supérieure à la PMD, n'est pas considérée comme utilisable par les pilotes en situation normale, et constitue un ultime recours dont ils disposent en cas d'urgence.

Dans le cas d'un dépassement (PMC, PMD ou PMT), le paramètre limitant est souligné de la couleur correspondante (il s'agit du paramètre NG dans la plage de régime PMD sur l'exemple de la figure 4).

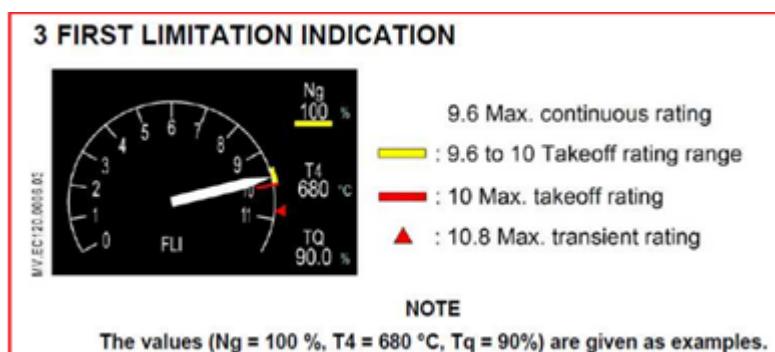


Figure 4 : Illustration de l'IPL - Extrait du manuel de vol de l'EC120B

Les valeurs limites de NG, TQ et T4 varient selon les conditions de température et de pression. Au moment de l'accident elles étaient les suivantes :

Régime	Valeur limite NG (%)	Valeur limite TQ (%)	Valeur limite T4 (°C)
PMC	99,5 %	97 %	830 °C
PMD	101 %	103 %	870 °C
PMT	103,6 %	110 %	900 °C

Tableau 1 : Valeurs limites NG, TQ et T4

2.6 Exploitation des données de l'enregistrement vidéo et de l'Helisafe

Une vidéo filmée avec un téléphone portable par la passagère assise en place arrière gauche a été mise à la disposition du BEA. Elle commence au point ② des [Figures 1](#) et [5](#), quatre secondes après la levée des patins (voir [Figures 1](#) et [5](#), point ①) en montrant l'hélicoptère qui débute sa translation vers l'avant. Elle se termine après la collision avec le sol.

L'enregistrement vidéo filme partiellement l'intérieur et l'extérieur de la cabine mais ne permet pas de visualiser les instruments de bord ni d'évaluer une distance par rapport aux obstacles.

L'analyse spectrale de la bande son ne montre aucune anomalie synonyme d'un endommagement dans la chaîne de propulsion. Elle a permis de tracer avec précision l'évolution du NG (courbe verte de la [Figure 5](#)).

L'analyse combinée de la bande son de la vidéo et des paramètres de l'Helisafe a permis de déterminer la période d'entrée dans la PMC (fond jaune sur la [Figure 5](#)) et le dépassement de la PMD (fond rouge sur la [Figure 5](#)) en fonction des valeurs de TQ et de NG, le TQ étant le premier paramètre limitant dans cette séquence.

La précision des données de l'Helisafe ne permet pas d'évaluer la hauteur de l'hélicoptère. Toutefois, l'analyse des paramètres enregistrés ne fait pas apparaître de période de vol stationnaire stabilisé avant le début de la manœuvre de décollage (voir [Figure 5](#) ci-dessous).

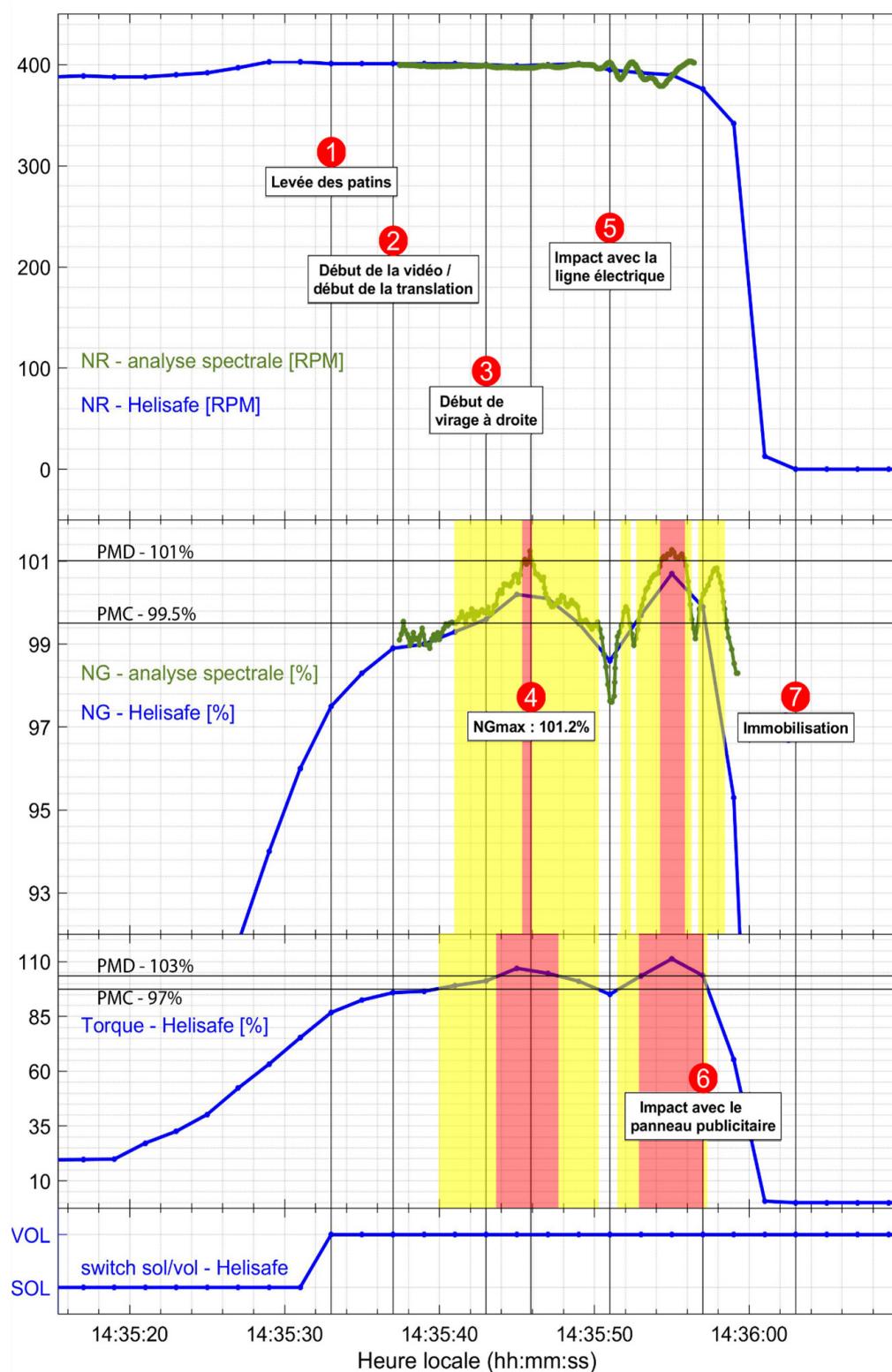


Figure 5 : Évolution des paramètres de vol
Fond jaune : dépassement de la PMC / Fond rouge : dépassement de la PMD

À partir des données enregistrées par l'Helisafe, le constructeur a recalculé les valeurs de l'IPL au cours du vol. Le tableau 2 ci-dessous montre l'affichage de l'IPL tel qu'il a été présenté sur le VEMD à différents instants du vol.



Tableau 2 : Visualisation de l'IPL au cours du vol

2.7 Techniques de décollage en hélicoptère

2.7.1 Le stationnaire

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* » (DES).

Le maintien en vol stationnaire DES permet au pilote de vérifier ses paramètres (centrage, position des commandes, puissance disponible) et la marge de franchissement des obstacles, au préalable de sa décision de maintenir ou d'annuler le décollage. La hauteur préconisée pour le stationnaire en EC120 est de 5 ft (1,50 m), comme l'indiquent les courbes de puissance du manuel de vol.

⁽²⁾ Il est admis que la hauteur est équivalente à un diamètre rotor.

Lorsque l'hélicoptère quitte l'effet de sol⁽²⁾, on dit alors qu'il est « *hors effet de sol* » (HES). Le constructeur publie des courbes de performance indiquant la masse autorisée pour un décollage DES ou HES à une altitude et une température données (voir § 2.5.1).

2.7.2 Types de décollage

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

- Le décollage classique**, appelé également décollage dans l'effet de sol, est le plus couramment utilisé. C'est également le seul décollage décrit dans le manuel de vol de l'EC120. L'hélicoptère accélère en palier dans l'effet de sol pour atteindre la vitesse de montée. Cette dernière est ensuite 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. Il ne peut toutefois se pratiquer que sur une aire plane et dégagée de tout obstacle dans la trouée d'envol.
- 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'hélicoptère 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 lorsque des obstacles sont situés dans la trouée d'envol. Il nécessite de trouver un compromis entre la vitesse d'avancement et la vitesse de montée pour franchir les obstacles. En pratique, on considère que la marge de franchissement des obstacles est suffisante lorsque, en stationnaire, le pilote voit le sommet des obstacles en-dessous du disque rotor. Le stationnaire est effectué dans l'effet de sol, puis le pilote met l'hélicoptère en translation vers l'avant et en montée. L'hélicoptère n'étant plus dans l'effet de sol, et ayant une vitesse de translation faible, une réserve de puissance suffisante est nécessaire afin de maintenir une marge constante au-dessus des obstacles lors du décollage. Ce type de décollage nécessite moins de puissance qu'un décollage vertical, mais un pilotage plus fin et une bonne expérience des performances de l'hélicoptère piloté. L'interruption du décollage est aussi plus risquée car en cas de problème nécessitant d'atterrir, l'hélicoptère risque d'entrer en collision avec les obstacles.

2.8 Témoignages

Le pilote explique qu'il avait décidé de réaliser un décollage oblique étant donnée la présence des arbres dans l'axe du décollage et la masse totale de l'hélicoptère. Lors de l'atterrissement sur l'hélisurface, il a volontairement positionné l'hélicoptère « en retrait » afin de bénéficier ensuite d'une marge plus importante au décollage.

Il indique avoir mis l'hélicoptère en stationnaire à environ 50 cm du sol. L'aiguille sur l'IPL se situait alors sous la limite PMC. Il a actionné le pas cyclique vers l'avant pour débuter le décollage oblique. Puis il a constaté que l'aiguille montait rapidement dans le régime PMD à un niveau qu'il a considéré « *supérieur à d'habitude* », s'approchant de la limite PMD. Il précise que jusqu'alors, il n'avait pas appliqué toute la puissance disponible. Il ajoute qu'il a immédiatement interrompu le décollage. Il a réduit sa vitesse en tirant la commande de pas cyclique et en baissant légèrement celle du pas général. Il a viré à droite pour éviter les obstacles. Il était à ce moment concentré sur ses manœuvres et n'observait plus les indications de l'IPL. Jugeant l'hélicoptère « *trop rapide* » et « *trop haut* » pour se reposer sur l'hélisurface, il a décidé de poursuivre son virage et sa descente en positionnant puis en maintenant l'hélicoptère dans l'axe de la route, avec l'intention d'atterrir sur la route. Il avait connaissance de la ligne électrique et savait qu'il n'allait pas pouvoir l'éviter.

2.9 Examen du régulateur de carburant

(³) Fuel Control Unit.

Le fonctionnement du régulateur de carburant (FCU⁽³⁾) a été testé sur banc d'essai chez le constructeur, afin de détecter si une anomalie technique était à l'origine d'une limitation de la puissance disponible au cours du vol.

Les tests effectués sur le NGmax ont permis d'établir que la valeur maximale de NG atteinte lors du test, dans les conditions du jour de l'accident, est de 101,2 %. Cette valeur correspond au maximum de ce que le FCU peut physiquement délivrer. Elle a effectivement été atteinte au cours du vol de l'accident au cours du virage à droite (voir §[2.6](#)).

Cette valeur est cependant inférieure à la valeur de NG correspondant à la PMT indiquée dans le manuel de vol de l'EC120 et dans les manuels d'installation et de maintenance du moteur Arrius2F (103,6 %). Cette incohérence n'est pas considérée comme contributive à l'accident dans la mesure où la limite de puissance a été atteinte au cours du virage, après la décision du pilote d'interrompre le décollage.

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 pilote a choisi d'entreprendre un décollage oblique au départ d'une hérisurface en montagne dont l'environnement est contraint par de nombreux obstacles et avec un hélicoptère proche de la masse maximale autorisée, laissant une réserve de puissance faible pour le décollage.

Après avoir débuté la translation vers l'avant, le pilote a rapidement considéré, en observant l'IPL, que la puissance disponible ne lui permettrait pas de franchir les arbres situés dans l'axe, et a préféré interrompre le décollage. Il a réduit sa vitesse et a choisi de virer à droite pour atterrir en urgence sur la route. Au cours de la manœuvre, il n'a pu éviter la ligne électrique et un panneau en bois situé en bordure de l'hérisurface. Peu après, l'hélicoptère a heurté le sol et s'est couché sur le flanc droit.

Facteurs contributifs

Ont pu contribuer à l'interruption du décollage « oblique » et la collision avec la ligne électrique :

- L'absence de vol stationnaire stabilisé, ne laissant pas le temps nécessaire au pilote pour effectuer les vérifications prévues pendant cette phase de vol, notamment :
 - Vérifier le centrage et les positions des commandes ;
 - Réaliser un bilan de puissance adapté, permettant d'évaluer correctement la puissance disponible avant de décider de maintenir ou d'annuler le décollage ;
 - Observer et analyser la marge de franchissement par rapport aux obstacles.
- L'expérience de vol et de l'hélicoptère relativement faible du pilote au regard des difficultés techniques que représentaient ce décollage.

Enseignements de sécurité

Particularités du décollage oblique

Le décollage « oblique », parfois privilégié lorsque l'environnement autour d'une hérisurface ne permet pas un décollage classique, nécessite moins de puissance qu'un décollage « vertical », mais requiert davantage de précision et de finesse dans le pilotage. Le mouvement vers l'avant de l'hélicoptère augmente par ailleurs le risque de collision avec les obstacles lors d'une interruption du décollage.

Cet type de décollages s'envisage donc avec prudence, d'autant plus lorsque l'hélicoptère est proche des limites de masse et de centrage. Dans ce contexte, la préparation et l'exécution du décollage nécessitent une grande rigueur, notamment le maintien en stationnaire de l'hélicoptère tel que préconisé par le manuel de vol.

Les pilotes peu expérimentés peuvent se perfectionner dans un environnement opérationnel peu contraignant avant d'utiliser des hérisurfaces plus exigeantes, ou à minima adapter leur marge de sécurité en fonction de leurs compétences.

Mesures prises depuis l'accident

Lors de l'examen du FCU du moteur Arrius2F du F-HPIC, une incohérence a été constatée entre les valeurs de NGmax physiquement atteignables par le FCU et les valeurs déclarées dans le manuel de vol de l'EC120 et dans les manuels d'installation et de maintenance de l'Arrius2F. Airbus Helicopters, Safran Helicopter Engines et l'Agence Européenne de la Sécurité Aérienne (AES) ont initié des travaux d'analyse sur le sujet.