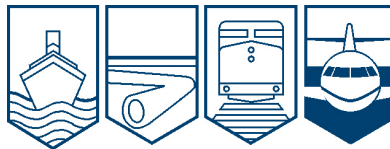


Bureau de la sécurité des transports
du Canada



Transportation Safety Board
of Canada

RAPPORT D'ENQUÊTE AÉRONAUTIQUE A10C0214



PERTE DE PUISSANCE MOTEUR ET ATTERISSAGE EN AUTOROTATION

**DU EUROCOPTER AS 350 B2 (HÉLICOPTÈRE) C-FORS
EXPLOITÉ PAR FOREST HELICOPTERS INC.
À 6 NM AU NORD-EST DE PICKLE LAKE (ONTARIO)
LE 12 DÉCEMBRE 2010**

Canada

Le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a enquêté sur cet événement dans le seul but de promouvoir la sécurité des transports. Le Bureau n'est pas habilité à attribuer ni à déterminer les responsabilités civiles ou pénales.

Rapport d'enquête aéronautique

Perte de puissance moteur et atterrissage en autorotation

de l'hélicoptère Eurocopter AS 350 B2 C-FORS
exploité par Forest Helicopters Inc.
à 6 nm au nord-est de Pickle Lake (Ontario)
le 12 décembre 2010

Rapport numéro A10C0214

Synopsis

Le 12 décembre 2010, durant les heures de clarté, l'hélicoptère Eurocopter AS 350 B2 (portant l'immatriculation C-FORS et le numéro de série 4001) exploité par Forest Helicopters Inc. effectue des opérations d'élingage à quelque 6 milles marins au nord-est de l'aéroport de Pickle Lake (Ontario). Après avoir soulevé un chargement de barils de carburant au moyen d'une élingue, le pilote passe en vol avant. Alors qu'il vole à basse vitesse à quelque 250 pieds au-dessus du niveau du sol, il y a perte de puissance motrice de l'hélicoptère. Le pilote largue le chargement et il tente un atterrissage en autorotation. L'hélicoptère heurte le sol à l'horizontale et l'une des pales du rotor principal cisaille la poutre de queue. Le pilote s'en tire indemne et il parvient à s'extirper de l'hélicoptère sans aide. L'hélicoptère subit des dommages importants. Aucun incendie ne se déclare après l'impact et la radiobalise de repérage d'urgence ne se déclenche pas. L'accident est survenu à 8 h, heure normale du Centre.

This report is also available in English.

Renseignements de base

Déroulement du vol

L'hélicoptère Eurocopter AS 350 B2 (l'hélicoptère) était employé dans le cadre d'activités minières à partir d'une aire de rassemblement située à quelque 6 milles marins (nm) au nord-est de l'aéroport de Pickle Lake (CYPL). Lorsqu'il n'était pas utilisé, l'hélicoptère demeurait à l'extérieur, sur l'aire de rassemblement. L'hélicoptère était équipé de bâches d'hiver pour la tête du rotor, le moteur et la boîte de transmission, ainsi que de radiateurs électriques portatifs. Le matin de l'accident, le pilote a retiré les bâches d'hiver et les radiateurs électriques, et il a préparé l'hélicoptère pour le vol. Il a procédé à une inspection visuelle de l'hélicoptère. Il n'y avait pas eu de précipitations au cours de la nuit et l'hélicoptère était exempt de tout contaminant.

La veille, le pilote avait ravitaillé l'hélicoptère jusqu'à environ 50 % de sa capacité maximale en carburant¹, ce qui correspondait à une quantité de carburant suffisante pour les vols prévus ce matin-là. La partie du manuel de vol de l'hélicoptère traitant de l'exploitation par temps froid stipule ce qui suit : [Traduction] « Ne pas purger le circuit carburant à une température inférieure ou égale à -10 °C, car les joints du robinet sont inefficaces. » Le matin de l'incident, la température ambiante était de -29 °C, et le circuit carburant n'a pas été purgé.

Le pilote a démarré l'hélicoptère et, après un démarrage et un réchauffage normaux, il a fait monter l'équipe de forage et il s'est rendu jusqu'au premier site de forage, situé à environ 1,4 nm au nord-ouest de l'aire de rassemblement. Le pilote a déposé la première équipe de forage et il a poursuivi son vol jusqu'au deuxième site de forage, situé à quelque 2,4 nm au nord-est. Le pilote a déposé la deuxième équipe de forage et il est retourné au premier site de forage pour faire monter la première équipe de forage. Le pilote est ensuite retourné jusqu'à l'aire de rassemblement pour déposer la première équipe de forage et prendre 3 barils de carburant, lesquels devaient être déplacés jusqu'à une cache. En prévision de ce déplacement, on avait placé ces barils de carburant dans des élingues à barils et positionné au sol une élingue longue de 100 pieds. Après le débarquement de la première équipe de forage, l'un des membres de cette dernière a accroché l'élingue longue de 100 pieds à l'hélicoptère. Le pilote a ensuite déplacé l'hélicoptère plus près des barils de carburant, et le membre de l'équipe de forage a accroché l'élingue longue de 100 pieds aux élingues à barils.

L'aire de rassemblement était entourée d'arbres hauts de 70 pieds. Le pilote a entrepris de décoller à la verticale avec les barils afin de franchir les arbres. Lorsque les barils se sont trouvés au-dessus des arbres, le pilote a amorcé la transition vers le vol avant. À quelque 250 pieds au-dessus du niveau du sol, alors que l'hélicoptère volait à une vitesse avant indiquée d'environ 40 nœuds, le moteur s'est soudainement mis à ralentir. Le régime du générateur de gaz (Ng) du moteur et le régime du rotor principal (Nr) affichés ont rapidement diminué. Le pilote a immédiatement abaissé le collectif, il a poussé sur le cyclique pour augmenter la vitesse et il a largué la charge sous élingue.

¹ Une capacité de 50 % en carburant équivaut à quelque 270 litres de carburant Jet A-1.

L'hélicoptère est descendu rapidement, et juste avant le contact avec le sol, le pilote a relevé le nez de l'hélicoptère pour réduire la vitesse avant et il a tenté de faire frotter le sabot de queue sur le sol afin de ralentir la descente et de réduire les forces d'impact. L'hélicoptère a heurté le sol avec une certaine vitesse avant. À cause de l'impact, l'une des pales du rotor principal a heurté et cisailé la poutre de queue (voir la photo 1). L'hélicoptère est demeuré à l'endroit et il a glissé vers l'avant sur quelque 60 pieds avant de s'immobiliser. La radiobalise de repérage d'urgence (ELT) ne s'est pas déclenchée, car les forces de décélération ont été inférieures à celles requises pour en actionner les interrupteurs du détecteur d'écrasement multiaxes internes.

Le pilote, qui portait un harnais à 4 points et un casque, a réussi à évacuer indemne l'hélicoptère. Le moteur Arriel 1D1 avait cessé de tourner lorsque l'hélicoptère est entré en contact avec le sol. Le moteur avait tourné de façon continue depuis son démarrage initial jusqu'à sa perte de puissance. La durée totale du vol avait été de quelque 37 minutes. Il n'y a eu aucune indication d'anomalie du moteur, ni aucune autre indication dans le poste de pilotage avant la perte de puissance moteur.



Photo 1. L'hélicoptère en question

Renseignements sur le pilote

D'après les dossiers, le pilote possédait les licences et les qualifications nécessaires pour effectuer le vol, conformément à la réglementation en vigueur. Il était titulaire d'une licence de

pilote d'hélicoptère professionnel valide pour le vol selon les règles de vol à vue et d'un certificat médical de catégorie 1 valide jusqu'au 1^{er} mars 2011. Avant l'accident, il totalisait quelque 4100 heures de vol, dont environ 1100 heures sur le type d'hélicoptère en question. On n'a décelé aucun indice pouvant suggérer que les performances du pilote auraient été altérées par des facteurs physiologiques.

Renseignements météorologiques

À CYPL, le message d'observation météorologique régulière pour l'aviation de 8 h² faisait état des conditions suivantes : vent du 280° vrai à 3 nœuds, visibilité de 15 milles terrestres dans un ciel dégagé, température de -29 °C, point de rosée de -33 °C et calage altimétrique de 30,33 pouces de mercure.

Renseignements sur l'aéronef

D'après les dossiers, l'hélicoptère était certifié, équipé et entretenu conformément à la réglementation en vigueur et aux procédures approuvées. La cellule totalisait 3412,8 heures et le moteur, 1278,9 heures. Le 22 octobre 2010, quelque 40 heures de vol avant l'accident, l'hélicoptère avait subi une inspection aux 100 heures. Un problème intermittent de démarrage moteur s'était manifesté sur l'appareil, et plusieurs composants du circuit carburant avaient été remplacés. Le 7 septembre 2010, on avait remplacé la soupape de pressurisation du carburant.

Le 22 octobre 2010, on avait remplacé le boîtier d'allumage et la soupape de purge de démarrage. Le 23 octobre 2010, on avait remplacé l'électrovanne de l'injecteur de démarrage ainsi que les câbles d'allumage et calé à nouveau les injecteurs de démarrage. Le 29 novembre 2010, quelque 10 heures avant l'accident, le problème de démarrage persistait et on a remarqué que du carburant sortait de la conduite de trop-plein du régulateur carburant (FCU) pendant la purge du circuit, alors que les pompes d'appoint étaient en marche. Toutefois, cette fuite cessait lorsque le moteur tournait. Cette fuite de trop-plein respectait les limites acceptables, mais on a remplacé le FCU par un autre régulateur de location pendant le dépannage visant à déceler le problème de démarrage.

L'installation du FCU de location n'a pas réglé le problème de démarrage, et on a réinstallé le FCU d'origine. Par la suite, on a remplacé les injecteurs de démarrage du moteur, et le problème de démarrage moteur a semblé être réglé. Aucun circuit d'autoallumage n'est disponible pour ce moteur, ce qui ne contrevient pas à la réglementation.

Examen de l'épave

On a retiré l'hélicoptère des lieux de l'accident et on l'a transporté à des fins d'examen à la base de l'exploitant, à Kenora. On l'a conservé à l'extérieur, à des températures inférieures au point de congélation, jusqu'à ce qu'une équipe constituée de représentants du BST, de l'exploitant et des constructeurs du moteur ainsi que de la cellule puisse l'examiner. On a examiné l'entrée d'air du moteur et le filtre à air de l'entrée d'air, de marque FDC/Aerofilter (installé en vertu du

² Les heures sont exprimées en heure normale du Centre (temps universel coordonné moins 6 heures).

certificat de type supplémentaire (CTS) SR00811SE), ce qui a permis d'établir que ces composants étaient exempts de toute obstruction majeure. À part cet examen visuel, on n'a procédé à aucun autre essai du filtre. Une partie du CTS du filtre FDC/Aerofilter comportait l'installation d'une trappe d'aération auxiliaire du moteur et d'un système de voyant d'alarme de basse pression d'entrée. Ce voyant d'alarme est conçu pour s'allumer s'il y a obturation du filtre. On a procédé à un essai du système d'alarme de basse pression d'entrée et établi qu'il fonctionnait normalement. Rien n'indiquait que ce voyant s'était allumé pendant l'accident.

L'hélicoptère était équipé d'un filtre carburant antigivrage Eurocopter Canada Limitée (ECL) possédant un CTS et d'un filtre carburant basse pression Le Bozec standard muni d'une cartouche filtrante produite par Puroflow/WFC et autorisée en vertu d'une approbation de fabricant de pièces (PMA) accordée par la Federal Aviation Administration (FAA). On a examiné le circuit carburant et on n'a décelé aucune restriction ni aucun contaminant dans le réservoir carburant, dans les conduites carburant ou dans les filtres carburant en ligne. Il a été établi que le niveau de carburant était de quelque 40%. On a maintenu en position ouverte le levier d'arrêt carburant au moyen d'un fil témoin. Le levier de commande des gaz se trouvait au cran d'arrêt, cran auquel l'avait placé le pilote avant de quitter l'hélicoptère. On a vérifié le réglage de la manette des gaz, du levier de commande des gaz, de l'élément anticipateur et du FCU du moteur sans déceler d'anomalie. On a vérifié les 2 pompes carburant et établi qu'elles fonctionnaient normalement.

On a procédé à un essai de mise en pression du circuit qui n'a permis de déceler la présence d'aucune fuite. On a prélevé des échantillons de carburant et établi qu'ils étaient clairs et limpides. On a par la suite testé le carburant et établi qu'il respectait les spécifications du carburant Jet A-1 en matière de densité, de point d'éclair, de teneur en eau, de point de congélation et de propriétés de distillation. Il a été impossible de déterminer, le cas échéant, les effets qu'aurait eus sur cet accident l'exploitation par temps froid.

On a déposé le moteur et les composants du régulateur carburant moteur de l'hélicoptère et on les a transportés à l'installation du motoriste, à Grand Prairie (Texas), à des fins d'essais et d'examen. On a installé le moteur sur un banc d'essai et on a réussi à le faire fonctionner. Le moteur a satisfait à tous les critères de performances, et on n'y a décelé aucune anomalie. On a démonté du moteur et vérifié au banc le régulateur carburant moteur, l'électrovanne de démarrage, le robinet de purge de démarrage, le robinet de purge principal et la soupape de mise en pression. On n'a décelé aucune anomalie qui aurait pu se traduire par une extinction moteur³. On a démonté le régulateur carburant et on n'y a décelé aucune anomalie interne.

Vérification du circuit carburant

On a réexaminé l'hélicoptère et on a déposé tout le circuit carburant basse pression, avant de l'envoyer à l'atelier technique du BST de la région du Centre afin d'effectuer des examens et des essais plus détaillés (voir la figure 1). Pour ces essais, on a remplacé les conduites carburant par des conduites en plastique transparent du même diamètre intérieur, afin de permettre de bien voir le débit du carburant dans le circuit.

³ On utilise le terme extinction moteur pour décrire le moment où la combustion à l'intérieur d'un moteur à turbine à gaz cesse de façon intempestive.

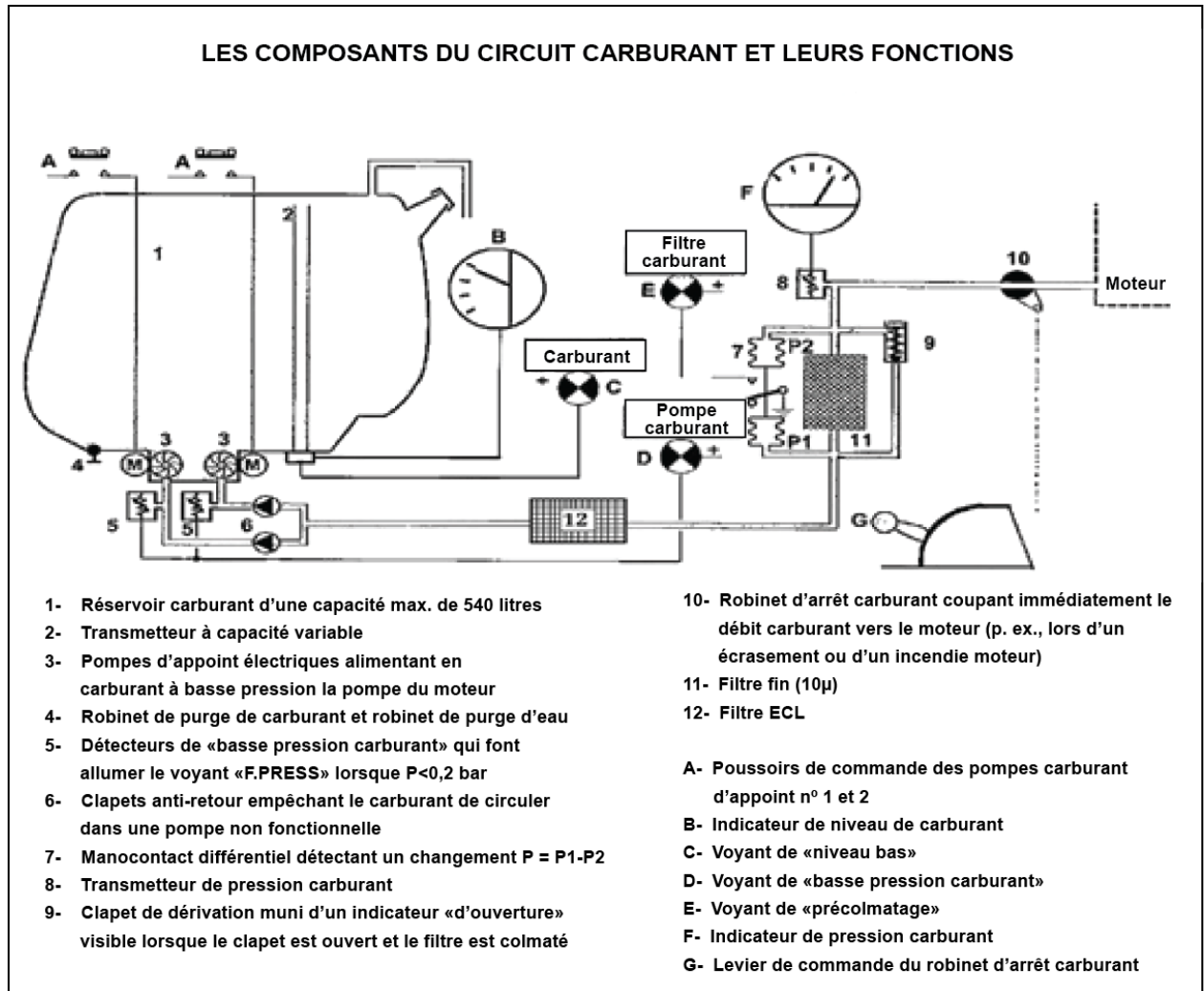


Figure 1. Circuit carburant

On a placé un robinet derrière le robinet d'arrêt carburant de la cloison pare-feu pour simuler la purge de carburant et les conditions de vol. On a obtenu les débits de purge, de croisière et de puissance maximale à partir de données acquises lors d'essais du moteur et des composants du circuit carburant de ce dernier à l'atelier de Turbomeca de Grand Prairie (Texas). On a utilisé un bloc d'alimentation à courant continu à tension variable pour alimenter les pompes d'appoint électriques d'alimentation en carburant.

On a enlevé et reposé les filtres carburant basse pression pour simuler l'entretien courant du circuit carburant. On a mis en marche les pompes d'appoint et purgé le circuit carburant conformément aux directives de la section 28.00.00.302 du manuel de maintenance (MM) de l'hélicoptère. On a réglé le débit carburant au débit de purge et, une fois le débit stabilisé, on a arrêté les pompes. Beaucoup d'air qui n'avait pas été purgé du circuit pendant la purge est demeuré dans la conduite, entre les 2 filtres carburant. Le débit a augmenté jusqu'aux réglages de croisière et de puissance maximale, et l'air a lentement été purgé au-delà des filtres carburant. Lorsque les réglages du débit étaient rapides, de plus grandes quantités d'air étaient purgées au-delà des filtres.

On a effectué l'essai pendant 37 minutes pour simuler le vol en question dans cet accident. À la fin de l'essai, on a observé une faible quantité d'air dans la conduite carburant, en amont du filtre carburant basse pression Le Bozec.

Essais à bord

On a procédé à des essais à bord d'un hélicoptère d'une autre compagnie comportant la même configuration de circuit carburant que l'hélicoptère en question dans cet accident. On a déposé la conduite carburant reliant le filtre ECL au filtre Le Bozec et on l'a remplacée par un tube en plastique transparent, afin de permettre la visualisation du débit carburant dans le circuit. On a déposé les filtres carburant basse pression et on les a reposés, et on a purgé le circuit conformément à la section 28.00.00.302 du MM. Une fois ces procédures terminées, on a observé, dans la conduite carburant, la même quantité d'air que celle observée pendant les essais effectués sur le circuit carburant de l'hélicoptère dans cet accident.

En préparation d'un point fixe, on a mis en marche les pompes d'appoint pour les laisser fonctionner pendant 30 secondes, conformément à la rubrique 4 sur les procédures normales du *Rotorcraft Flight Manual* (RFM), avant d'appuyer sur le bouton de démarrage pour faciliter la purge du FCU. Le moteur a démarré normalement et, une fois le Ng stabilisé, on a arrêté les pompes carburant conformément à la section 28.00.00.301 du MM, laquelle requiert que les essais du circuit carburant soient effectués après les travaux de maintenance, afin de garantir qu'il n'y ait aucune extinction moteur ni aucune instabilité, ce qui pourrait indiquer qu'il y aurait eu aspiration d'air dans le circuit carburant.

Les pompes d'appoint étant arrêtées (OFF), il y a eu aspiration rapide et sporadique d'air en dehors du filtre ECL. Cet air a pénétré dans le filtre Le Bozec. Il y a eu un léger pompage du moteur, mais ce dernier a continué de fonctionner. Après quelque 2 minutes, on a remis les pompes en marche (ON) et le moteur s'est remis à fonctionner en douceur. On a laissé fonctionner le moteur pendant 3 autres minutes, alors que le levier de commande de débit carburant se trouvait au cran de vol. On n'a remarqué aucune indication anormale, et le vol aurait normalement alors commencé, mais le moteur a plutôt été arrêté. Pendant les dernières étapes de décélération du moteur, une petite bulle d'air est apparue à l'entrée du filtre Le Bozec. Une fois que le moteur a été complètement arrêté, on a arrêté les pompes carburant. La bulle d'air a alors été rapidement ré-aspirée en dehors de l'entrée du filtre Le Bozec, jusqu'à ce qu'on puisse observer quelque 8 pouces d'air dans la conduite (voir l'annexe A).

Introduction d'air

Les pompes d'appoint d'alimentation en carburant sont équipées de clapets de retenue comportant des orifices de purge qui permettent la purge de la pression dans les conduites carburant après l'arrêt du moteur. Si le circuit carburant est ouvert, comme pendant l'entretien courant du filtre, il peut y avoir aspiration d'air dans le circuit lors du retour du carburant par gravité dans le réservoir par l'orifice de purge du clapet de retenue.

Les essais ont également démontré qu'il peut y avoir pénétration d'air dans le circuit si les filtres carburant sont purgés alors que les pompes d'appoint sont arrêtées. Le supplément au manuel de vol associé au filtre carburant ECL possédant un CTS stipule que l'on doit purger ce filtre ECL lorsque les pompes d'appoint sont en marche. Pendant les essais, quand on a purgé le

filtre ECL alors que les pompes d'appoint étaient en marche, il n'y a pas eu aspiration d'air dans le circuit. Dans le cas du filtre Le Bozec, le RFM et le manuel de maintenance ne mentionnent aucune procédure quotidienne de purge.

Le manuel d'entretien du filtre Le Bozec portant la référence 432B12-4 mentionne la purge de l'eau se trouvant au fond de la cuve du filtre au moyen d'un robinet de purge manuel lorsque le débit carburant a cessé. Une consultation auprès de membres du personnel de l'industrie démontre qu'il existe différentes opinions sur la purge de ce filtre⁴. Certains exploitants purgent ce filtre quotidiennement avant les vols, alors que les pompes d'appoint sont en marche; d'autres le purgent alors que les pompes d'appoint sont arrêtées; et d'autres ne le purgent pas du tout.

Le troisième endroit où l'air peut pénétrer dans le circuit carburant se situe au-delà d'un joint non étanche de la NTL⁵ du FCU ou d'une pompe carburant entraînée par le Ng. Après cet accident, on a été aux prises avec des problèmes de démarrage difficile sur un autre hélicoptère de la compagnie. Dans le cadre du dépannage, pendant la purge du circuit, on a remarqué que du carburant fuyait hors de la conduite de trop-plein du FCU. Cette fuite de carburant ressemblait à celle qui était survenue sur C-FORS avant l'accident.

On a cru que la source de cette fuite était soit le joint de la NTL du FCU, soit le joint d'une pompe carburant entraînée par le Ng. Au repos, l'air était aspiré au travers les conduites de purge du FCU par le débit carburant inversé et revenait jusqu'au réservoir carburant de l'hélicoptère. On a remplacé les clapets de retenue de la pompe carburant par des clapets anti-retour, ce qui a eu pour effet d'interrompre le débit carburant inversé et l'aspiration d'air dans le circuit carburant. Les problèmes de démarrage difficile ne sont pas réapparus.

Extinctions moteur

Le circuit d'allumage du moteur ne fonctionne que pendant la séquence de démarrage. Après le démarrage, la combustion est continue et autonome tant que le moteur est alimenté selon un rapport carburant-air approprié. Si la limite supérieure du rapport carburant-air est dépassée à l'intérieur de la chambre de combustion, la flamme s'éteint. On appelle ce phénomène une extinction due à un mélange trop riche. Il résulte généralement d'une très grande accélération du moteur, au cours de laquelle un mélange trop riche provoque une chute de la température du carburant au-dessous de la température de combustion. Il peut également être dû à un débit d'air insuffisant pour favoriser la combustion, ce qui peut survenir à la suite d'un blocage de l'entrée d'air du moteur ou du filtre d'entrée.

Une interruption de l'alimentation en carburant peut également provoquer une extinction moteur. Une telle interruption peut être due à des assiettes anormales persistantes, à un circuit de régulation de carburant défectueux, à un blocage de l'alimentation en carburant, à l'introduction d'air dans le circuit d'alimentation en carburant, à de la turbulence, à du givrage ou à une panne de carburant.

⁴ Effectuée au moyen d'un sondage informel auprès de plusieurs exploitants canadiens d'hélicoptères.

⁵ Ng désigne un générateur de gaz et NTL désigne une turbine libre, N représentant un régime et TL une *turbine libre*.

Comme le moteur Arriel 1D1 n'est pas équipé d'un circuit d'autoallumage, s'il y a extinction, il ne redémarrera pas automatiquement.

Pertes antérieures de puissance du moteur

Parallèlement à cette enquête, le 19 décembre 2010, le National Transportation Safety Board (NTSB) a commencé à enquêter sur l'hélicoptère AS 350 B2 (portant l'immatriculation N549AM et le numéro de série 4339), lequel avait subi une perte de puissance moteur à LaMonte (Missouri), aux États-Unis (rapport d'accident n° CEN11LA118 du NTSB). Pour faciliter les essais communs, le BST et le NTSB ont partagé l'information entourant ces 2 accidents. Le moteur Arriel 1D1 de Turbomeca dans cet accident a fonctionné sans que l'on décèle d'anomalie. Les circuits carburant des 2 hélicoptères de ces 2 accidents sont identiques, sauf en ce qui a trait au filtre antigivrage ECL. Les essais du circuit carburant effectués en soutien à l'enquête du NTSB ont donné des résultats similaires quant à l'introduction d'air et aux difficultés associées à la purge de l'air du circuit.

Pour contrer les difficultés relatives à la reproduction des pertes de puissance signalées, le constructeur avait antérieurement dressé une liste de vérifications de dépannage que devaient suivre les exploitants en cas de perte de puissance. Turbomeca avait publié cette liste de vérifications le 8 juin 2005, dans la lettre de service 2338/05/AR1D/68 intitulée « In-flight engine power loss » (Perte de puissance moteur en vol).

Le 1^{er} janvier 2009, Eurocopter a publié le document de soutien technique 2030-I-00. Ce document, qui a été rédigé à la suite des cas d'extinction moteur ou de dommages survenant peu après un décollage, décrivait les précautions à prendre durant l'exploitation par temps froid dans la neige ou la pluie.

L'enquête a donné lieu au rapport de laboratoire suivant :

LP 198/2010 - *Fuel Analysis* (Analyse du carburant)

On peut obtenir ce rapport en s'adressant au Bureau de la sécurité des transports du Canada.

Analyse

Les essais du moteur et du circuit carburant n'ont pas permis de trouver une cause mécanique de la perte de puissance moteur. Une obturation de l'entrée d'air ou du circuit d'alimentation en carburant peut provoquer une extinction moteur, mais on n'a remarqué aucune obturation de ce genre, ni aucun contaminant. Les essais du circuit carburant ont démontré que de l'air pouvait être emprisonné à l'intérieur de ce dernier sans que l'on puisse le purger en effectuant une opération de maintenance normale avant le vol. Par conséquent, l'analyse portera sur le rôle que peut avoir joué l'emprisonnement d'air dans cet accident.

L'enquête a permis d'établir que de l'air peut être introduit dans le circuit carburant soit par un joint non étanche de la NTL du FCU ou d'une pompe carburant entraînée par le Ng, soit dans le cadre de la maintenance périodique du circuit carburant, ou encore lors de la purge des filtres carburant, alors que les pompes d'appoint sont arrêtées. Dans cet accident, la source d'air a probablement été un joint non étanche de la NTL du FCU ou d'une pompe carburant entraînée

par le Ng qui a été identifié pendant le dépannage qu'ont nécessité les problèmes de démarrage difficile, quelque 10 heures avant l'accident. Cependant, lors du dépannage, on ignorait l'importance de cette fuite, combinée aux clapets de retenue de la pompe d'appoint d'alimentation en carburant comportant des orifices de purge, et on a reposé le FCU sur l'hélicoptère.

Il y a probablement eu extinction moteur à la suite d'une interruption du débit carburant en raison de l'emprisonnement d'air dans le circuit carburant. En réaction à la perte de puissance moteur, le pilote a tenté d'effectuer une autorotation jusqu'au sol, mais cette perte de puissance moteur est survenue à une altitude à partir de laquelle un atterrissage en toute sécurité n'était pas garanti.

Certains exploitants ont adopté la pratique informelle consistant à purger le filtre carburant basse pression Le Bozec alors que les pompes d'appoint sont arrêtées. Le manuel de vol et le manuel de maintenance de l'hélicoptère ne mentionnent aucune procédure quotidienne de purge du filtre carburant basse pression Le Bozec. Sur les hélicoptères équipés de pompes d'appoint munies de clapets de retenue comportant des orifices de purge, la purge du filtre carburant basse pression Le Bozec alors que les pompes d'appoint sont arrêtées peut permettre de façon intempestive l'introduction d'air dans le circuit carburant.

Le moteur Arriel 1D1 n'est pas équipé d'un circuit d'autoallumage, ce qui ne contrevient pas à la réglementation. Sur les hélicoptères non équipés d'un circuit d'autoallumage, s'il y a extinction moteur, il se peut qu'on n'ait pas le temps de tenter un rallumage du moteur.

Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. La présence d'un joint non étanche de la NTL du FCU ou d'une pompe carburant entraînée par le Ng, combinée aux clapets de retenue de la pompe d'appoint d'alimentation en carburant comportant des orifices de purge, a probablement permis à de l'air de s'introduire dans le circuit carburant.
2. Il y a eu perte de puissance moteur, probablement à la suite d'une extinction moteur causée par une interruption du débit carburant due à de l'air emprisonné dans le circuit carburant.
3. Il y a eu perte de puissance moteur à une altitude à partir de laquelle un atterrissage en toute sécurité n'était pas garanti.

Faits établis quant aux risques

1. Sur les hélicoptères équipés de pompes d'appoint munies de clapets de retenue comportant des orifices de purge, la purge du filtre carburant basse pression Le Bozec alors que les pompes d'appoint sont arrêtées peut permettre de façon intempestive l'introduction d'air dans le circuit carburant, ce qui accroît ainsi les risques d'extinction moteur.

2. Après la maintenance périodique du filtre carburant, la procédure de purge du circuit carburant ne garantit pas que ce dernier est complètement purgé d'air, ce qui accroît ainsi les risques d'extinction moteur.
3. Le moteur Arriel 1D1 n'est pas équipé d'un circuit d'autoallumage. Donc, s'il y a extinction moteur, il se peut qu'on n'ait pas le temps de tenter un rallumage du moteur.

Autres faits établis

1. Il a été impossible de déterminer, le cas échéant, les effets qu'aurait eus sur cet accident l'exploitation par temps froid
2. Les essais limités effectués n'ont pas permis d'établir que le filtre à air écran de FDC/Aerofilter, le filtre carburant antigivrage ECL ou le filtre carburant muni d'une cartouche filtrante ayant reçu une approbation de fabricant de pièces (PMA) accordée par la FAA avaient eu un effet néfaste sur le fonctionnement du moteur dans cet événement.

Mesures de sécurité prises

En raison des similitudes entre cet accident et l'enquête menée en parallèle par le NTSB, Eurocopter France a lancé un programme d'essais visant à vérifier si de l'air s'étant introduit dans le circuit carburant pouvait entraîner des difficultés de fonctionnement du moteur. Les essais ont été effectués conjointement avec Turbomeca, le motoriste, avec Le Bozec, le fabricant du filtre carburant basse pression, et avec le BEA (Bureau d'enquêtes et d'analyses), le bureau français d'enquête sur les accidents. Les essais ont commencé au printemps 2011, et d'autres essais ont été effectués sur le filtre carburant basse pression à l'automne 2011. Des essais d'ingestion d'air du moteur sont prévus à la fin de 2011, et une analyse complète est en cours.

Le 26 juillet 2011, Eurocopter a publié l'avis d'information n° 2351-I-28 informant les exploitants des modèles AS350 B, BA, BB, B1, B2 et D du risque d'introduction d'air dans le circuit carburant en cas d'utilisation du robinet de purge se trouvant au fond de la cuve du filtre carburant basse pression. Eurocopter a rappelé aux exploitants que la purge du filtre carburant n'est pas requise dans le cadre de l'exploitation quotidienne. Cependant, si on doit procéder à la purge de ce filtre, on doit le faire alors qu'au moins l'une des deux pompes d'appoint fonctionne, afin d'empêcher l'aspiration d'air dans le circuit.

Turbomeca a élaboré une modification de la conception des joints de la NTL du FCU et du Ng, le remplacement sur place du joint de la NTL étant prévu au plus tard à la fin de 2011 et la date d'introduction du joint du Ng étant prévue au plus tard à la fin de 2012.

Le présent rapport met un terme à l'enquête du Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) sur cet événement. Le Bureau a autorisé la publication du rapport le 3 janvier 2012.

Pour obtenir de plus amples renseignements sur le BST, ses services et ses produits, visitez son site Web (www.bst-tsb.gc.ca). Vous y trouverez également des liens vers d'autres organismes de sécurité et des sites connexes.

Annexe A : Tube transparent et présence d'air dans le circuit carburant



*Annexe B Observations faites au nom du Bureau
d'Enquêtes et d'Analyses pour la sécurité de
l'aviation civile (BEA)*

Note : Ces observations sont disponibles en anglais uniquement.

BEA

**Commentaires du BEA
sur le projet de rapport sur l'accident de l'AS 350 B2, C-FORS
survenu à Picke Lake (Ontario, Canada) le 12 décembre 2011**

INTRODUCTION

Le BEA estime qu'il est prématuré de publier le rapport avant de connaître les résultats des tests complémentaires prévus chez le constructeur fin septembre 2011. Ces résultats pourraient en effet confirmer ou infirmer certaines hypothèses incluses dans les conclusions du TSB.

COMMENTAIRES

Page 4 of the report chapter 2 related to the "Aircraft Information":

Line 5 and 6 of this chapter refer that "several engine fuel system components were replaced further to the "intermittent engine starting problem". It should be possible to introduce the detail of the concerned replaced components as it happened just 40 hours prior to the accident

Page 4 of the report chapter 3 related to the "wreckage Examination":

Line 4 : "The engine air inlet and inlet barrier air filter": The BEA would underline that this filter was a FDC/Aerofilter barrier air filter installed under Supplemental Type Certificate (STC). In addition, despite this barrier air filter had been visually checked for no major obstruction, it was not checked for good operation after the accident. This information should clearly appear in the report.

Line 5 : "An optional Eurocopter Canada Limited (ECL) anti-icing fuel filter": In this sentence "optional" must be replaced by "STC" as this filter is not an option. Also it should be added that the Le Bozec airframe fuel filter was equipped with a FAA/PMA Purpflow/WFC filter cartridge.

Page 6 chapter 2:

"The flow rate was increased....larger quantity of air bled past the filter"
At the moment, the BEA estimates that this statement is not substantiated. Regarding the test performed by the TSB as well as tests carried out by both the NTSB and Eurocopter (EC), it was confirmed that some air can be introduced in the filter during maintenance operation (filter cartridge replacement i.a.w. MMA tast 28.00.00.302) and remains in the filter input line for some time.

Page 7 chapter 2:

"The flight manual stipulates that the ECL filter" should be replaced by "the flight manual supplement associated to the STC ECL fuel filter"

"The Le Bozec Technical Data Sheetuntil a free water fuel flows out from the filter": This information is wrong and should be removed as it is issued from the Technical Data Sheet of a different designed fuel filter (P/N 4020L12-1). This Data Sheet is not applicable since the filter installed on AS 350 B2 is P/N 432B12-4. No reference for a draining operation is included in this document. Also the BEA suggests to add that the only requested draining on this filter is to be performed when the filter cartridge must be

BEA

replaced, as described in Aircraft Maintenance documentation (for i.a.w. MMA task 23.00.00.302).

So as to recall these elements, Eurocopter issued the Information Notice IN 2351-I-28 referenced in the chapter related to the "Safety Action Taken".

Page 8 chapter 2, "Previous Engine Power Losses"

The engine flame out of the AS 350 B2 S/N 4339, registration N549AM, should not be considered as a "similar engine power loss" than the C-FORS event. This flame-out occurred just after take off as the C-FORS event occurred after 37 minutes of flight. It should also be noted that this aircraft was equipped with a similar FDC/Aerofilter barrier air filter which has not been checked for good operation after the accident.

Page 8 and 9 chapter 4 "Analysis"

Chapter 2, line 7, 8 and 9 : "An engine flameout **likely** occurred as....entrapment of air in the fuel system": This statement is presently a hypothesis or supposition which was not substantiated by any test or investigation result. The BEA estimates that using "likely" is premature and could only be possibly relevant when Turbomeca (TM) / EC in-progress tests are completed.

Page 9 "Findings as to causes and contributing factors"

For the same reason, the finding n° 2 "as to causes and contributing factors" appears premature and not substantiated.

Page 9 "Findings as to Risk"

In the n° 1 and 2 "Findings as a risk" the end of the chapter "Thereby increasing the risk of an engine flameout" it is not substantiated. So the BEA estimates it should be removed.

Page 9 "Other Findings"

In this chapter, it should be added that:

- The effect of the STC FDC/Aerofilter barrier air filter operation on this occurrence, if any, has not been determined
- The effect of the STC ECL anti-icing fuel filter operation on this occurrence, if any, has not been determined.
- The effect of the FAA/PMA purpflow/WFC filter cartridge operation on this occurrence, if any, has not been determined.

Page 10 "Safety Issues Under consideration"

The Safety Consideration of the TSB are shared by EC, TM and the BEA. A full analysis is now in progress. It consists in studying the potential consequence of entrapped air in the fuel system during the filter cartridge replacement. The air may be trapped should the drain of fuel filter unit be activated without booster pump operating or in case of leak on the FCU driving pump seals.

Several tests have already been achieved under the supervision of the BEA. They were conducted on the EC fuel test rig and tested on the aircraft fuel circuit. The TSB should have received a summary of the results of these tests

Some complementary tests are in progress and will take place soon at TM in Bordes (France) with a similar fuel circuit than on aircraft. Also a FCU will be installed on a test bench equipped with dedicated measurement tools which purpose is measurement of air

BEA

in the fuel line (upstream of the injection wheel). These tests should take place by the end of September and will be attended by NTSB, BEA, TM and EC. TSB has been invited to participate too.

CONCLUSION

The BEA considers that waiting for the tests results should be a condition before concluding that the engine flameout was caused by entrapment of air in the fuel circuit. At the moment, this conclusion is not substantiated.