



**Accident** survenu au BELL 47G-2  
immatriculé **F-BIFN**  
le mercredi 12 juillet 2023  
à Arles (13)

Heure	Vers 10 h 05 <sup>1</sup>
Exploitant	Société GIRAGRI 17
Nature du vol	Épandage
Personnes à bord	Pilote
Conséquences et dommages	Pilote gravement blessé, aéronef fortement endommagé

## Perte de contrôle en lacet au cours d'un vol d'épandage

### 1 DÉROULEMENT DU VOL

*Note : Les informations suivantes sont principalement issues des témoignages ainsi que des données transmises par la société Giragri 17 et qui provenaient de la carte PCMIA du calculateur GNSS de l'hélicoptère.*

Vers 7 h 40, le pilote décolle de la remorque pour commencer les opérations d'épandage d'engrais par hélicoptère sur une zone de rizières située au sud de la ville d'Arles (voir **Figure 1**). Il est assisté par un agent suiveur responsable des opérations au sol.

De 8 h à 9 h 40, il réalise 33 rotations d'épandage. À 9 h 53, après un ravitaillement en carburant d'une durée de douze minutes, le pilote reprend l'épandage, à la fin duquel il commence un retour vers la zone de ravitaillement en engrais. Durant cette phase, le pilote perd le contrôle en lacet de l'hélicoptère qui part en lacet à gauche, chute d'une vingtaine de mètres, et termine sa course dans la partie immergée d'une rizière.

Le pilote réussit à s'extraire seul de l'hélicoptère et à rejoindre la digue par ses propres moyens.

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

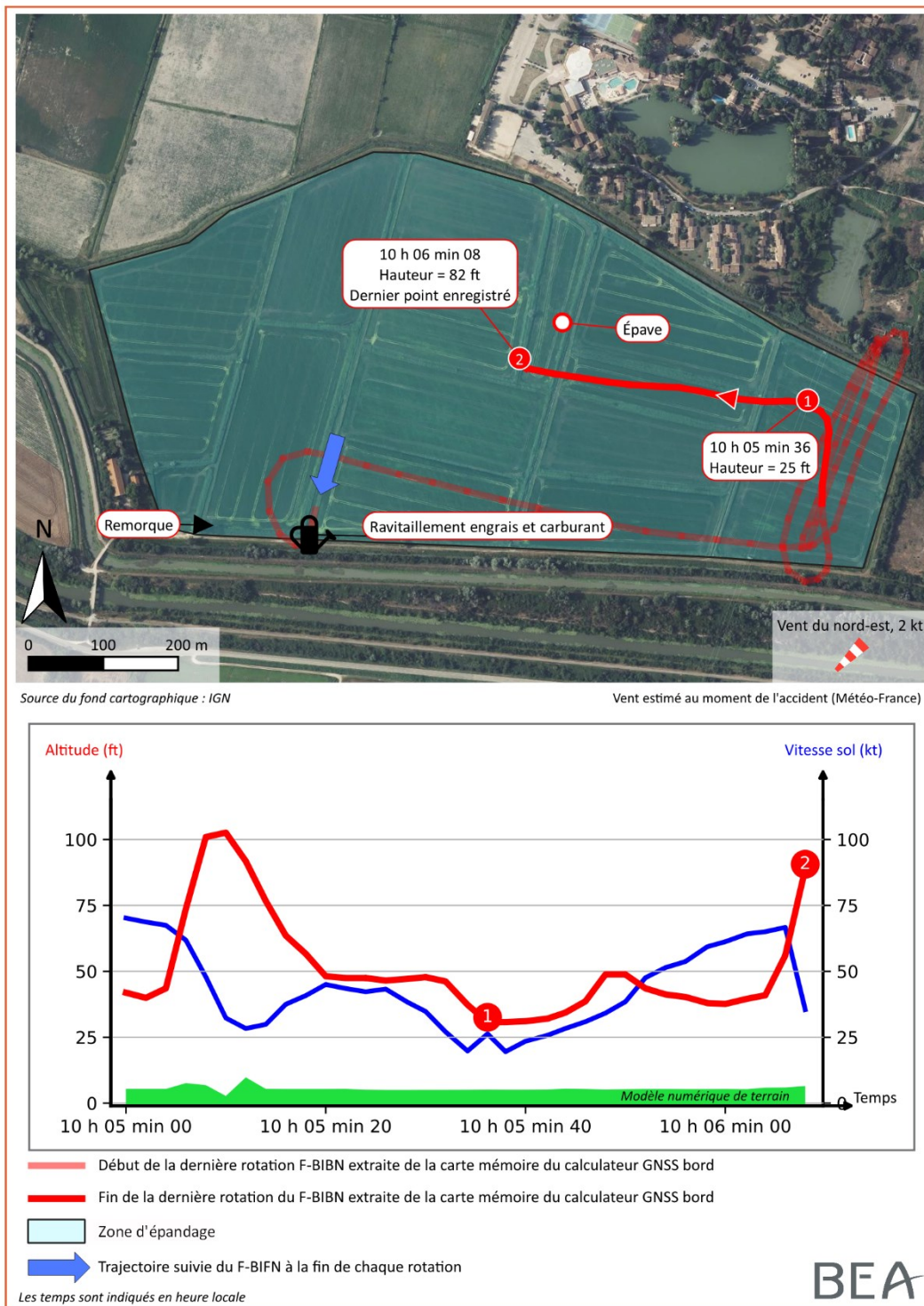


Figure 1 : trajectoires avant l'accident

*Note : la fin du vol n'a pas été enregistrée pas dans la carte mémoire du calculateur. Cette absence de données est probablement liée au réglage du calculateur GNSS qui enregistre un point toutes les deux secondes et à un défaut d'enregistrement du calculateur au moment de la collision avec le sol.*

## 2 RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

### 2.1 Examen de site et d'épave

Le site de l'accident est un champ recouvert de quelques centimètres d'eau au sud de la ville d'Arles (13). L'hélicoptère est entier et couché au sol sur son flanc gauche.

Les dommages observés sur l'ensemble de la structure de l'hélicoptère sont consécutifs à la collision avec le sol. Le patin gauche a initialement touché le sol, provoquant le basculement de l'hélicoptère sur son flanc gauche. Les déformations observées, notamment sur la poutre de queue, sont cohérentes avec un impact avec une énergie modérée alors que l'hélicoptère était en rotation autour de son axe de lacet, dans le sens antihoraire, et une assiette proche de zéro.

Le réservoir d'engrais a été retrouvé rempli à un tiers de sa capacité.

#### 2.1.1 Examen des transmissions mécaniques

L'examen de la boîte de transmission principale (BTP) n'a pas mis en évidence d'anomalie particulière. La roue libre ne présente pas d'endommagement. Elle est fonctionnelle.

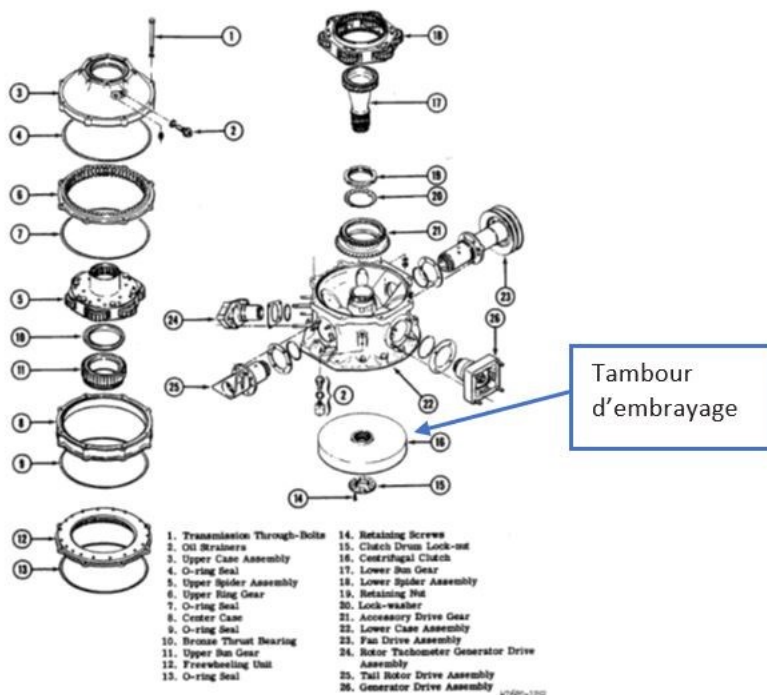


Figure 2 : BTP et liaison avec le moteur (transmission principale)  
(Source : Constructeur, Manuel de Maintenance Bell 47)

L'embrayage a été examiné visuellement. L'épaisseur des garnitures est supérieure au minimum requis<sup>2</sup>. Une importante coloration, cohérente avec un échauffement local, a été observée en fond de tambour. Il n'a pas été possible de déterminer si cette coloration est normale. Le jour de l'accident, l'embrayage totalisait 1 555 heures de vol. Le constructeur prescrit une inspection visuelle intermédiaire de l'embrayage toutes

<sup>2</sup> Selon les informations fournies par l'exploitant, l'embrayage installé est de type renforcé selon le Service Instruction Bell Helicopter Textron n°373 du 22/03/1965 modifié le 16/09/1966 pour les pages 1 à 3 et le 07/03/1979 pour les pages 4 à 8, et dont le PN est 47-620-690-1.

Les mesures de référence utilisées pour évaluer l'état de l'embrayage sont donc en cohérence avec les pages 4 à 8 du SI 373 susvisé.

les 600 heures et une révision générale toutes les 1 200 heures. La dernière révision générale avait été effectuée le 15 décembre 2021. Depuis, l'hélicoptère avait réalisé 306 heures de vol.

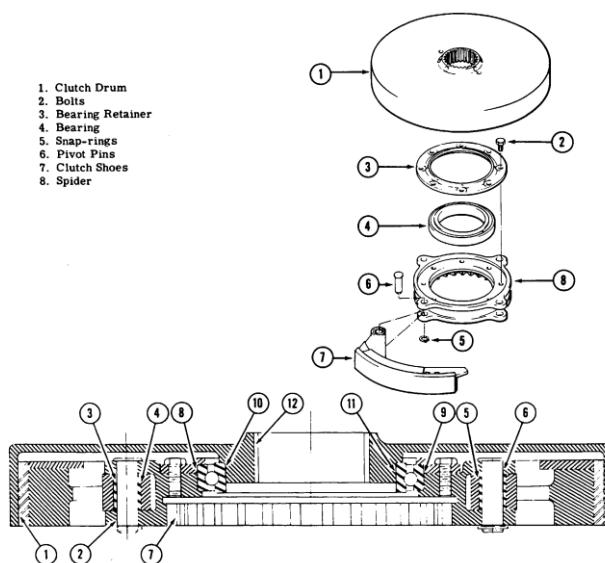


Figure 3 : composition de l'embrayage (Source : Constructeur, Manuel de Maintenance Bell 47)

La transmission arrière est rompue en torsion, au droit de la liaison entre la BTP et l'arbre court avant de la transmission arrière. La déformation observée est cohérente avec un arbre de transmission toujours entraîné par le moteur. En aval de cette rupture, l'ensemble de la transmission arrière est libre en rotation. Les deux pales du rotor anticouple (RAC) sont endommagées à leur extrémité. Ajoutée à la rupture de l'arbre de transmission arrière, cette observation témoigne d'un choc des pales du RAC avec le sol, en présence d'une transmission de puissance de la BTP vers le RAC.

L'ensemble des ruptures relevées sur le mât rotor est consécutif à la collision avec le sol. Une des deux pales du rotor principal a subi des déformations multiples (déformation de la pale en compression dans le sens longitudinal, déformations locales en torsion, revêtement gondolé). Cette pale a très probablement été en contact avec le sol en premier, avec une position inclinée de l'hélicoptère. L'autre pale est peu endommagée.

### 2.1.2 Examen des commandes de vol

Les commandes de pas cyclique et collectif sont continues du manche jusqu'au plateau cyclique en partie basse du mat rotor. Les ruptures sur les chaînes de commande observées en partie supérieure du mat rotor sont consécutives à la collision avec le sol. Les commandes étaient continues au moment de la collision avec le sol.

### 2.1.3 Examen du moteur et du circuit carburant

Les réservoirs de carburant étaient partiellement remplis d'un mélange d'eau et de carburant. L'eau provenait probablement de la rizière dans laquelle l'hélicoptère s'est couché lors de l'impact avec le sol. La commande du circuit carburant est continue de la poignée rouge jusqu'à l'arrivée sur le robinet coupe-feu. À partir de celle-ci, le circuit carburant est continu des réservoirs vers le filtre décanteur puis vers le carburateur.

Les composants du carburateur sont pollués par un liquide de couleur orange. Une odeur d'essence est relevée lors de l'écoulement du liquide présent dans la cuve. Cette pollution est très probablement consécutive au séjour du carburateur immergé dans l'eau boueuse. De ce fait, le passage au banc du carburateur n'a pu être effectué. Aucun dommage interne n'a par ailleurs été relevé.

Les commandes du moteur sont continues avec une fonctionnalité réduite pour la commande des gaz. Le circuit d'air ne présente pas de dommage. La commande de réchauffage du carburateur est fonctionnelle. La continuité du circuit d'huile a été confirmée. Le moteur est libre en rotation sans restriction. L'examen endoscopique des cylindres n'a révélé aucun dommage interne. Le circuit d'allumage est continu. Les magnétos et les bougies sont fonctionnelles.

#### **2.1.4 Conditions d'engagement de l'embrayage**

Il est indiqué dans le manuel de vol du Bell 47, dans la section relative au démarrage et aux essais au sol, que le régime moteur doit être augmenté jusqu'à environ 2 200 à 2 300 tr/min pour éviter le glissement de l'embrayage. Le régime moteur préconisé en exploitation se situe entre 3 000 et 3 200 tr/min et le régime rotor entre 333 et 370 tr/min.

En règle générale, une augmentation du pas du rotor principal augmente la portance et, par conséquent, la résistance aérodynamique que le rotor principal doit surmonter. Cela place une charge plus importante sur l'embrayage qui doit transmettre un couple plus élevé du moteur au rotor principal. Si le régime moteur est insuffisant ou en diminution, cela réduit la capacité de l'embrayage à transmettre efficacement la puissance au rotor principal. Le couple transmis par l'embrayage peut ne pas être suffisant pour maintenir l'engagement, ce qui peut provoquer un glissement de l'embrayage, et potentiellement une usure accrue de l'embrayage et une surchauffe.

## **2.2 Renseignements météorologiques**

Les conditions météorologiques estimées par Météo-France étaient les suivantes : vent du nord-est de 2 kt, rafales 8 kt, visibilité supérieure à 10 km, ciel clair, température 26 °C, température du point de rosée 21 °C, QNH 1 015.

Le pilote et l'agent suiveur rapportent que le vent était faible.

## **2.3 Renseignements sur le pilote**

Le pilote, âgé de 56 ans, était titulaire d'une licence CPL(H) délivrée en 2014 en remplacement d'une licence de pilote professionnel d'hélicoptère délivrée en 2003. Il avait obtenu sa licence de pilote privé d'hélicoptère en 2001. Il avait prorogé sa qualification sur Bell 47 la veille de l'accident. Son instructeur indique que tous les exercices avaient été bien réalisés et qu'il lui semblait que le pilote avait de bonnes connaissances du Bell 47 et de son pilotage. Il ajoute qu'il avait attiré l'attention du pilote sur les risques liés aux fortes chaleurs.

Le pilote avait également obtenu les qualifications suivantes :

- Robinson R22 en 2001 ;
- Hugues 300 en 2003 ;
- SA318/SE313 (alouette II) en 2008 valide jusqu'à 2009 ;
- Bell 47 en 2010 ;
- Airbus Helicopters AS350/EC130 (Écureuil) en 2015 valide jusqu'à 2016.

Il était inscrit au registre du personnel navigant professionnel de l'aéronautique civile depuis 2012. Il avait obtenu en 2012 une déclaration de niveau de compétence pour le travail aérien agricole, viticole et forestier.

Il totalisait 860 heures de vol sur hélicoptère dont environ 720 sur Bell 47, 116 sur R22, 15 sur Hugues 300 et 6 sur Écureuil. Il avait réalisé 93 heures de vol dans les trois mois précédents et 28 dans le mois précédent, toutes réalisées sur Bell 47.

Le pilote travaillait depuis le 15 mars 2023 pour l'entreprise Giragri 17 en tant que pilote d'hélicoptère. Il avait travaillé auparavant pour deux autres sociétés en Martinique et au Sénégal. Il avait donc déjà été confronté à des situations de vols par fortes chaleurs.



## 2.4 Témoignages

### 2.4.1 Témoignage du pilote

Il indique que, le jour de l'accident, le F-BIFN lui permettait des transitions rapides et fluides dans les variations de vitesse du moteur et du rotor. Il était assis en place gauche. Le pilote rapporte avoir ressenti un brusque mouvement de lacet vers la gauche, décrit comme « un coup sec et bref », alors qu'il volait en ligne droite à une altitude stable, environ deux rotations avant l'accident. Il a immédiatement corrigé le mouvement. Le reste du vol s'est poursuivi normalement.

Alors qu'il revenait à vide vers la zone de ravitaillement, en translation à une vitesse de l'ordre de 40 à 50 kt, avec la puissance (pression des gaz aux alentours de 21 pouces) nécessaire au maintien de la hauteur qu'il estime à une vingtaine de mètres, l'hélicoptère s'est subitement mis à dévier en lacet vers la gauche avec une vitesse angulaire relativement lente. Il précise qu'à ce moment-là, il n'exerçait aucune pression sur le palonnier gauche et n'agissait ni sur le pas général ni sur les gaz. Alors que l'angle de lacet de l'hélicoptère était inférieur à 20 degrés à gauche, il a voulu contrer le mouvement en appuyant sur le palonnier de droite, mais il lui a semblé « très mou » et cela n'a pas eu d'effet. Il ajoute que l'hélicoptère s'est brutalement mis à tourner très rapidement vers la gauche dès qu'il a appuyé sur le palonnier droit. Il a eu le sentiment que quelque chose s'était rompu, car ce second mouvement n'a pas été progressif. Il n'avait plus aucun contrôle en lacet sur l'hélicoptère.

Le pilote rapporte que l'hélicoptère est descendu à la verticale en tournoyant très rapidement, à plat, sans inclinaison. Il était désorienté, a perdu la notion du temps et a attendu l'impact avec le sol.

Il se souvient que l'hélicoptère était incliné sur son flanc gauche et que l'eau de la rizière pénétrait dans le poste de pilotage. Il était attaché par son harnais 4 points et avait le bras gauche coincé sous le montant de la porte (il vole sans porte). Il explique qu'il a rencontré des difficultés à ouvrir son harnais qui était en tension. Il s'est finalement extrait de l'hélicoptère par un trou dans la verrière après avoir réussi à dégager son bras en enlevant sa montre, car le sol de la rizière était meuble.

### 2.4.2 Témoignage de l'agent suiveur

L'agent indique qu'il travaille pour l'entreprise Giragri 17 depuis août 2022. Sa fonction est principalement d'amener l'hélicoptère sur les chantiers et d'assurer son avitaillement en huile, en carburant et en produits d'épandage. Il ajoute qu'il avait prévu de passer la qualification Bell 47 durant la semaine suivant l'accident et qu'il détenait une licence CPL (H), ATPL (H) ainsi qu'une licence de mécanicien Part-66 hélicoptère et un BTS en aéronautique. Il travaillait précédemment chez Airbus Helicopters à Marignane où il réalisait la maintenance du Tigre et du NH90.

L'agent suiveur rapporte qu'à son arrivée sur le site, vers 7 h, il a préparé le Bell 47, réalisé le graissage et la visite prévol. Les opérations d'épandage ont débuté vers 7 h 30. Il s'occupait de refaire l'appoint d'huile toutes les dix rotations. Il se souvient avoir ajouté un bidon d'huile une seule fois. Il faisait également un complément de carburant à cent litres à chaque charge. En général, il restait encore cinquante litres de carburant quand il faisait le complément.

Les opérations lui ont semblé se dérouler normalement. Le vent était calme.

Il explique que l'accident est arrivé à la fin d'une charge. Le pilote avait pour habitude de tourner à vitesse réduite et en palier, à plat, en lacet vers la gauche. Il a vu l'hélicoptère à une hauteur d'environ vingt mètres, en palier, à faible vitesse, réaliser un quart de tour à plat par la gauche. Il pensait à cet instant que le pilote opérait un demi-tour. Puis l'hélicoptère s'est mis à tourner très rapidement vers la gauche, comme une toupie. Il estime que l'hélicoptère a réalisé au moins cinq tours à plat sur lui-même avant de toucher le sol. Il a entendu le moteur accélérer fortement à environ cinq mètres du sol.

Il a appelé les pompiers et s'est rendu sur les lieux de l'accident où il a retrouvé le pilote déjà sorti à une vingtaine de mètres de l'épave.

Il explique qu'après l'accident, il a retiré la carte mémoire du calculateur GNSS qui équipait l'hélicoptère et qu'il l'a ramenée au siège de la société.

### 3 CONCLUSIONS

*Les conclusions sont uniquement établies à partir des informations dont le BEA a eu connaissance au cours de l'enquête.*

#### Scénario

À la fin d'une séquence d'épandage en hélicoptère sur une rizière, le pilote s'est rendu vers le point de ravitaillement pour recharger de l'engrais. En translation à une vitesse de l'ordre de 40 à 50 kt, avec une pression d'admission de 21 pouces et à une vingtaine de mètres de hauteur, l'hélicoptère s'est mis subitement à dévier en lacet vers la gauche. Dans un premier temps, la vitesse angulaire était relativement lente, puis, dès que le pilote a agi sur le palonnier droit, l'hélicoptère s'est mis brutalement à tourner très rapidement à gauche et à perdre de la hauteur. Le pilote n'est pas parvenu à conserver le contrôle en lacet de l'hélicoptère qui a terminé sa course dans une rizière en partie immergée après avoir réalisé au moins cinq tours complets.

La rupture de la transmission arrière indique que la BTP délivrait de l'énergie au moment du contact du RAC avec le sol. La communication du mouvement, à partir du moteur vers la BTP et les transmissions, pouvait être efficace sans toutefois que les examens réalisés aient permis d'en quantifier la puissance.

Lorsque le rotor reçoit de la puissance moteur, il engendre un couple de réaction qui a tendance à faire tourner l'hélicoptère en sens inverse, c'est-à-dire vers la droite pour le Bell 47<sup>3</sup>. Pour contrer cet effet, le RAC produit une force opposée appliquée à l'extrémité arrière du fuselage. En vol stationnaire, le pilote applique donc une pression à gauche sur les palonniers pour stabiliser l'hélicoptère en lacet. En cas de réduction de puissance moteur pendant un vol en translation, si le pilote maintient la position des palonniers, l'hélicoptère commencera à tourner plus ou moins rapidement à gauche autour de l'axe lacet, selon l'ampleur de la réduction.

Le pilote a rapporté avoir ressenti un brusque mouvement de lacet vers la gauche, décrit comme « un coup sec et bref », alors qu'il volait en ligne droite à une altitude stable, environ deux rotations avant l'accident. Il n'a rapporté aucun autre événement similaire au cours des 25 séquences d'épandage qui ont précédé l'accident. Hormis une coloration du tambour de l'embrayage, aucune singularité antérieure à la collision avec le sol n'a été constatée sur l'hélicoptère. Un glissement d'embrayage peut conduire à un désaccouplement du moteur et de la boîte de transmission principale. Le rotor ne recevant plus la totalité de la puissance du moteur, le couple de réaction diminue et l'hélicoptère se met à tourner en lacet vers la gauche. Un glissement d'embrayage peut être engendré par une diminution significative du nombre de tours moteur associée à une augmentation du pas général du rotor principal.

Lors d'une rapide rotation en lacet, un pilote peut être soumis à une importante force centrifuge qui le désoriente et peut conduire à une perte de contrôle. Dans le cas présent, lorsque l'hélicoptère tournait rapidement en lacet à gauche, le pilote était centrifugé vers la gauche, rendant difficile l'utilisation du palonnier droit. L'usage de ce dernier au moment du départ en lacet aurait permis de ralentir et d'arrêter la rotation.

***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.***

---

<sup>3</sup> Le rotor principal de l'hélicoptère Bell 47 tourne dans le sens antihoraire lorsqu'il est vu de dessus.