



**Accident de l'hélicoptère Bell 47G-2
immatriculé F-GVIG
survenu le 31 juillet 2018
à Sigean (11)**

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

Heure	Vers 10 h 40 ⁽¹⁾
Exploitant	Société de travail aérien Giragri 17
Nature du vol	Vol d'épandage
Personne à bord	Pilote
Conséquences et dommages	Hélicoptère détruit

**Panne de carburant en croisière, autorotation,
collision avec la surface de l'eau,
au retour d'un vol d'épandage**

1 - DÉROULEMENT DU VOL

⁽²⁾Global Navigation Satellite System (Système de positionnement par satellites associant différents systèmes à couverture mondiale dont le système GPS américain fait partie).

⁽³⁾Toutes les parcelles traitées, à l'exception de la dernière, sont situées à une distance inférieure à neuf kilomètres de la base.

Note : le déroulement du vol a été établi à partir du témoignage du pilote et des données extraits du calculateur GNSS⁽²⁾.

Le pilote décolle vers 6 h 15 d'un chemin de terre, base temporaire de l'hélicoptère pour la journée, afin d'effectuer des opérations de traitement de gîtes larvaires de moustiques sur plusieurs parcelles situées à proximité⁽³⁾. Il revient régulièrement à la base pour que le mécanicien, stationné à cet endroit, puisse avitailler l'hélicoptère en carburant et en larvicide.

Vers 9 h 20, le pilote atterrit afin que le mécanicien réalise un ultime avitaillement, dans le but de réaliser une dernière opération de démoustication sur des parcelles situées dans un secteur plus lointain, à environ 40 km de la base. Le pilote décolle à 9 h 31 (point **①** de la trajectoire) et réalise cette opération (point **②**).

À l'issue du traitement d'une dernière parcelle (point **③**), le pilote retourne à la base en survolant l'étang de Bages-Sigean. Il indique qu'à environ cinq kilomètres de la base, le moteur de l'hélicoptère s'arrête alors qu'il se trouve à une centaine de pieds de hauteur (point **④**). Il réalise une autorotation sur la surface de l'étang puis l'hélicoptère coule. Le pilote évacue l'hélicoptère qui repose au fond de l'étang.

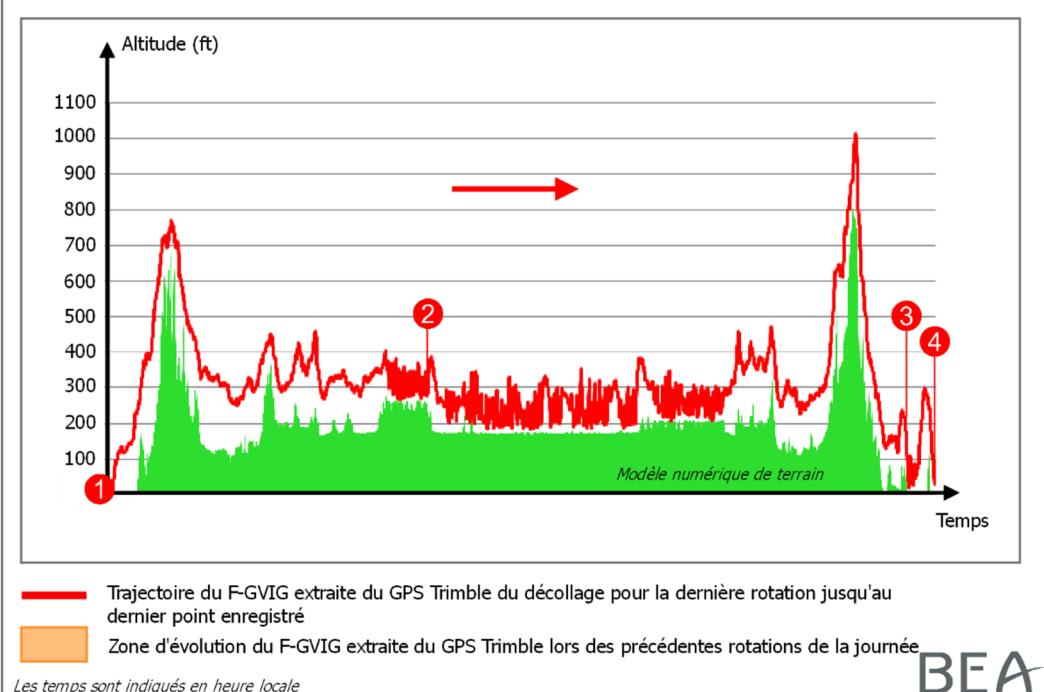
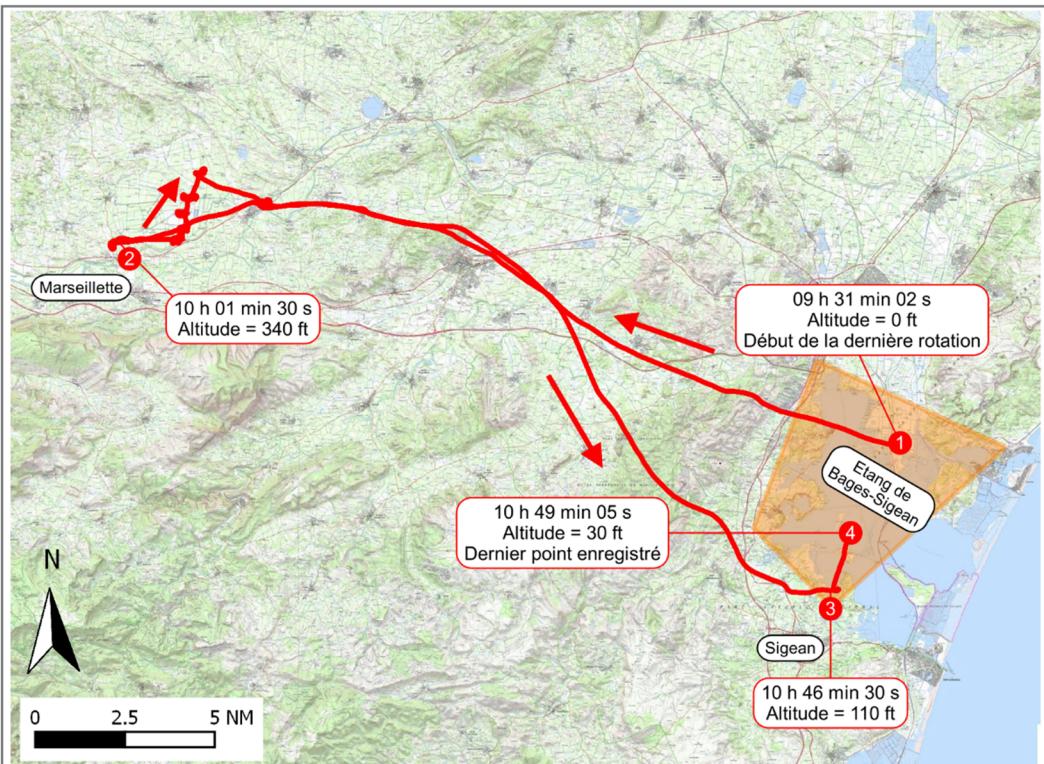


Figure 1 : trajectoire du F-GVIG

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.

2 - RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

2.1 Renseignements sur l'aéronef

⁽⁴⁾Le test de fonctionnement du voyant d'alarme ne permet de vérifier que le fonctionnement de l'ampoule, et non l'intégralité du circuit électrique incluant la détection du bas niveau.

Le Bell 47G-2 est un hélicoptère léger triplace équipé d'un rotor principal bipale et d'un moteur à pistons Lycoming VO-435-A1. Il est équipé de deux réservoirs communicants et peut emporter une quantité totale de 162 l de carburant, dont 155 utilisables. Un indicateur de niveau de carburant est présent sur le tableau de bord de l'hélicoptère. Un voyant d'alarme de bas niveau de carburant a été installé sur le tableau de bord du F-GVIG. Ce voyant s'allume en rouge lorsqu'il reste entre 15 et 20 min d'autonomie. Le fonctionnement de l'ampoule peut être testé par un appui sur ce voyant⁽⁴⁾.

Dans le cadre de ses missions de démoustication, le F-GVIG était doté d'un équipement de pulvérisation de type « *Simplex* », composé entre autres de deux réservoirs destinés à contenir du larvicide (pour une capacité totale de 208 l), de deux rampes de pulvérisation et d'un circuit hydraulique spécifique.

La masse maximale au décollage de l'hélicoptère est de 1 111 kg. La masse à vide du F-GVIG est de 727 kg, incluant 78 kg du Simplex.

Le F-GVIG était équipé d'un calculateur GNSS de marque Trimble. Dès que le pilote met en marche le calculateur, il enregistre des données associées à la position et à la hauteur de l'hélicoptère. Il enregistre également la quantité de larvicide épandu depuis la dernière remise à zéro. Il a ainsi pu être déterminé que 199 l (représentant environ 200 kg) ont été épandus lors de la dernière rotation avant l'accident.

Le F-GVIG n'était pas équipé d'un débitmètre.

2.2 Renseignements sur le site et l'épave

L'épave était immergée dans l'étang ; elle a été relevée et a pu être examinée.



Source : gendarmerie

Figure 2 : photographie du site de l'accident

Elle présentait globalement peu d'endommagements. Sollicité à la main, le rotor principal était libre en rotation et entraînait l'arbre de transmission arrière. La roue libre était fonctionnelle.

L'ensemble du circuit carburant (réservoir, filtres et carburateur) était rempli d'eau. Il ne présentait pas de fuite visible. Le circuit carburant présentait néanmoins des mises à l'air libre par lesquelles de l'eau a pu entrer et chasser le carburant pendant que l'hélicoptère était immergé. Il n'a ainsi pas été possible de déterminer la quantité de carburant à bord au moment de l'accident.

Des examens complémentaires ont été effectués, sans la présence du BEA, chez l'exploitant de l'aéronef. Ces examens ont permis de déterminer que la cuve du carburateur contenait un peu de carburant et que le circuit électrique était fonctionnel. Le moteur a pu être remis en marche par l'exploitant.

Le câble permettant la transmission de l'information de bas niveau de carburant jusqu'au voyant d'alarme a été retrouvé rompu au-dessus du réservoir. Il n'a pas été possible de déterminer si cette rupture était présente avant l'accident ou si elle en est la conséquence.

En conclusion, l'examen de l'épave n'a mis en évidence aucun dysfonctionnement antérieur à l'accident et susceptible d'expliquer l'arrêt du moteur.

2.3 Renseignements sur le pilote

Le pilote, âgé de 56 ans et titulaire d'une licence de pilote commercial d'hélicoptère (CPL(H)) depuis 1991, valide au moment de l'événement, totalisait plus de 3 000 heures de vol, quasiment toutes réalisées sur Bell 47, en travaux et traitements agricoles.

Le pilote était employé au sein de la société par l'intermédiaire d'un contrat à durée déterminée de trois mois, qui avait débuté un mois et demi avant l'accident. Il s'agissait de son second contrat avec cette société.

2.4 Renseignements sur les conditions météorologiques

Le METAR automatique de 10 h 30 de l'aérodrome de Perpignan – Rivesaltes, situé à 40 km environ du lieu de l'accident, indiquait un vent variable de 2 kt, une température de 30 °C et des conditions CAVOK.

2.5 Témoignages

2.5.1 Pilote du F-GVIG

Le jour de l'événement, le pilote et le mécanicien ont réalisé la visite pré-vol, puis le mécanicien a effectué un avitaillement de l'hélicoptère, encore sur sa remorque, de 40 l de carburant, portant la quantité totale de carburant à bord à 80 l. Les avitaillements sont réalisés depuis une cuve à essence transportée à bord d'un camion suiveur, par l'intermédiaire d'un pistolet de distribution. Ce dernier est dépourvu de compteur totalisant la quantité avitaillée (ou volucompteur).

Le pilote se souvient d'avoir demandé deux avitaillements de 40 l après ses rotations, représentant selon lui en moyenne 40 min de vol, de sorte à commencer de nouvelles rotations avec 80 l à bord. Il précise que la consommation du Bell est, en principe, de l'ordre de 55 à 58 l/h. Il calcule ainsi l'autonomie de l'hélicoptère sur la base d'une consommation de 60 l/h. Il prévoit en général une marge de 30 à 40 min.

Pour la dernière rotation, il était prévu d'aller démoustiquer des parcelles situées près de Marseillette (11). Ces parcelles se situant plus loin que les précédentes, le pilote a demandé au mécanicien de porter la quantité totale de carburant à bord à 100 l minimum, afin d'obtenir une autonomie de 1 h 40 min. Il précise que le mécanicien avait l'habitude d'avitailler 10 l de plus que demandé. Le pilote indique avoir testé, comme avant chaque décollage, le bon fonctionnement de l'ampoule du voyant d'alarme de bas niveau de carburant.

Au retour de Marseillette, le pilote, qui savait qu'il lui restait quatre à cinq litres de larvicide, a décidé de traiter une parcelle supplémentaire, située non loin de Sigean, qu'il n'avait pas pu terminer lors d'une précédente rotation du fait de la présence de touristes à proximité.

⁽⁵⁾D'après les données du calculateur GNSS, le pilote a commencé à traiter cette parcelle environ 2 min 30 avant l'accident.

Il a effectué quelques passages sur cette parcelle avant de revenir vers la base, le conduisant à survoler l'étang de Bages-Sigean. Il précise que, durant le traitement de la parcelle⁽⁵⁾, il a regardé le voyant d'alarme de bas niveau de carburant, qu'il a vu éteint.

Le pilote indique qu'il volait à 350 ft au-dessus de la surface de l'eau, puis qu'il est descendu. À la fin de sa descente, il n'a soudainement plus entendu le bruit du moteur. Il a constaté que les tours du moteur et du rotor ont chuté. Il a baissé la commande de pas collectif et a cherché à prendre de la vitesse afin de réaliser une autorotation. Il a effectué un flare, puis a rendu la main avant le contact avec l'eau. Le pilote indique avoir eu des difficultés à estimer correctement sa hauteur du fait des reflets du soleil dans l'eau.

Le contact brutal avec l'eau a provoqué l'éclatement de la verrière. Le pilote a réussi à se détacher et à évacuer l'hélicoptère.

Le pilote indique qu'il vérifie de temps en temps, à la fin des vols, la quantité de carburant restant à bord et la compare avec le temps de vol effectué. Pour ce faire, il n'utilise pas l'indicateur de niveau d'essence du tableau de bord, qu'il estime d'une fiabilité aléatoire, et préfère une lecture directe du niveau de carburant dans le réservoir (cf. § 2.6.3). Cette méthode lui permet de comparer la consommation réelle avec la consommation théorique de 60 l/h. Le jour de l'accident, il n'avait pas détecté de surconsommation particulière. Il ajoute qu'au cours de ses vols, il réalise des demandes raisonnables de puissance, cohérentes avec une consommation moyenne de 60 l/h.

Il précise qu'il vérifie parfois le niveau de carburant total après les avitaillements. Il ne l'avait pas fait juste avant le vol de l'accident car il était resté à bord du F-GVIG afin d'étudier le chantier suivant et de préparer son vol. Il indique par ailleurs que le mécanicien avait l'habitude de procéder à ce type d'avitaillement.

La zone d'atterrissement se situait sur un chemin de terre, en travers duquel l'hélicoptère stationnait entre les différentes rotations. Ce chemin, emprunté régulièrement par des tracteurs agricoles, n'était pas complètement plat : un relief était présent tout le long du chemin, entre les sillons laissés par les roues des engins. L'hélicoptère pouvait être ainsi légèrement penché en avant ou en arrière selon sa position en travers du chemin. D'après le pilote, la lecture du niveau du carburant dans le réservoir lors du dernier avitaillement aurait pu être faussée par l'inclinaison de l'hélicoptère vers l'avant du fait du dévers du terrain. Il estime dans une telle configuration que le niveau de carburant lu dans le réservoir peut être majoré de 20 à 30 l par rapport à la réalité.

2.5.2 Gérant de la société exploitant du F-GVIG

Selon le gérant, le F-GVIG consomme environ 62 l/h en moyenne. Il ajoute qu'à la pleine charge, cette consommation peut augmenter jusqu'à une valeur comprise entre 75 et 80 l/h. Ces valeurs sont celles généralement mesurées au cours de tests de moteurs de Bell 47G-2 sortant de révision générale, à des niveaux de couple les plus représentatifs possibles d'un vol à la masse maximale. Le gérant compte faire un rappel à ce sujet au sein de la société.

Il précise que, lors de l'avitaillement, réalisé sur un seul réservoir, il faut compter une à deux minutes de délai afin que le carburant avitaillé s'équilibre entre les deux réservoirs. Le gérant ajoute que les pleins complets ne sont presque jamais réalisés avant chaque rotation car cela conduirait à dépasser la masse maximale au décollage.

Par le passé, il avait équipé ses véhicules ravitailleurs de volucompteur. Il explique que cet équipement permettait de contrôler la quantité d'essence ajoutée, mais ne permettait pas de déterminer la quantité restante dans les réservoirs avant l'avitaillement. Il n'a ainsi pas maintenu l'utilisation des volucompteurs car les pilotes de la société ne s'en servaient pas, préférant un contrôle visuel du niveau d'essence avant le vol, confirmé par la jauge et l'indicateur de bas niveau.

2.6 Informations relatives à la gestion du carburant

2.6.1 Informations sur la consommation

Le manuel d'utilisation du moteur précise les consommations horaires en carburant des moteurs Lycoming de la série VO-435-A. Elles sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Opération	Régime moteur (tr/min)	Consommation horaire (l/h)
Décollage	3 400	-
Puissance maximale	3 200	94,6
Puissance à 80 %	3 200	70,8
Puissance à 70 %	3 200	61,7
Puissance à 60 %	3 200	54,1

2.6.2 Procédures de la société

Le manuel d'activités particulières (MAP) de la société comporte, dans sa section 1 « Opérations aériennes », les éléments présentés en Figure 3.

- Avitaillement, réserves de carburant et lubrifiant :

Le pilote commandant de bord devra s'assurer avant tout vol que les quantités de carburant, de lubrifiant et des autres produits consommables lui permettent d'effectuer le vol prévu avec un marge acceptable de sécurité :

- Navigation : Quantité nécessaire pour atteindre la destination prévue en tenant compte des dernières prévisions météo (vent) ou à défaut la quantité nécessaire sans vent majorée de 10 %, augmentée d'une réserve de 20 mn de vol.
- Vol local : Autonomie minimum au début du vol de 30 mn et 15 mn restante à la fin du vol.

Figure 3 : extrait du MAP de la société

Une section est également dédiée à la procédure d'avitaillement. Elle liste essentiellement des actions permettant d'avitailler l'hélicoptère en sécurité.

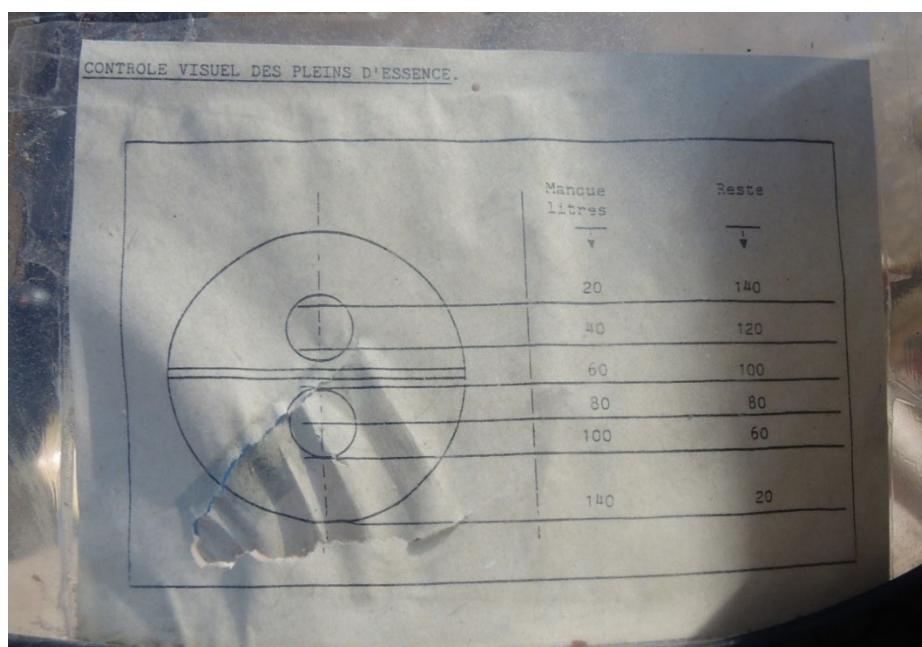
2.6.3 Procédure d'avitaillement

La vérification de la quantité de carburant à bord de l'hélicoptère s'effectue par un contrôle visuel du contenu de l'un des réservoirs (Figure 4), le carburant s'équilibrant naturellement entre les deux réservoirs communicants. Les références à utiliser pour effectuer ce contrôle visuel (Figure 5) sont affichées à l'arrière de la bulle des Bell 47G.



Source : BEA

Figure 4 : intérieur du réservoir d'un autre Bell 47G, contenant du carburant



⁽⁶⁾Ce modèle d'affichette était également utilisé à bord du F-GVIG.

Source : BEA

Figure 5 : affichette placardée dans la cabine d'un autre⁽⁶⁾ Bell 47G

3 - ENSEIGNEMENTS ET CONCLUSION

3.1 Évaluation de la quantité de carburant à bord du F-GVIG

La méthode d'avitaillement du Bell 47G, essentiellement basée sur une surveillance visuelle du niveau de carburant présent dans les réservoirs, ne permet pas d'estimer avec précision la quantité d'essence présente à bord. Le temps nécessaire à l'équilibrage du niveau d'essence entre les deux réservoirs peut également conduire à majorer la quantité de carburant réellement embarquée.

L'absence de volucompteur sur le dispositif utilisé pour effectuer les avitaillements ne permet pas de connaître précisément les quantités approvisionnées. Il est ainsi moins aisé d'estimer précisément la quantité de carburant présente à bord. Par ailleurs, l'indicateur de niveau de carburant présent en poste de pilotage est considéré comme peu fiable par le pilote. Celui-ci ne l'utilise donc pas, au sol ou en vol, pour estimer la quantité de carburant à bord.

Lors de l'avitaillement précédent le vol de l'accident, il est possible que le F-GVIG ait été légèrement penché en avant, du fait de l'irrégularité du terrain sur lequel reposaient ses patins. Ceci a pu contribuer à biaiser la lecture du niveau réel de carburant et à en surestimer la quantité embarquée de plusieurs litres.

3.2 Estimation de la consommation du F-GIVG

Pour ses calculs d'autonomie, le pilote considérait que le F-GVIG consommait en moyenne 60 l/h, ce qui représente une consommation inférieure de 15 à 20 l/h à celle indiquée par le gérant lorsque l'hélicoptère vole à pleine charge.

La méthode d'estimation de la consommation utilisée par le pilote se base sur la comparaison entre la durée d'un vol et le volume de carburant effectivement consommé pendant ce vol. Ce volume est déterminé en faisant la différence entre les volumes de carburant embarqué avant et après le vol. L'évaluation de la quantité de carburant présent à bord du F-GVIG étant peu précise (voir § 3.1), cette méthode n'a sans doute pas permis une estimation fiable de la consommation du moteur.

3.3 Scénario

Pour effectuer la dernière rotation de sa journée, le pilote a demandé au mécanicien de remplir les réservoirs afin de disposer de 100 l de carburant et ainsi pouvoir bénéficier d'une autonomie de 1 h 40 min calculée sur la base d'une consommation horaire, probablement sous-estimée, de 60 l/h.

La méthode d'avitaillement du F-GVIG a pu conduire à une surestimation du niveau de carburant réellement embarqué.

Le pilote considérait, selon ses calculs, qu'il lui restait suffisamment de carburant pour pouvoir allonger son vol afin de traiter une dernière parcelle plus au sud qu'il n'avait pas pu terminer plus tôt.

Alors qu'il approchait de la fin de sa rotation, le pilote a regardé le voyant d'alarme de bas niveau de carburant, dont il avait testé le bon fonctionnement de l'ampoule avant le décollage, et a constaté qu'il était éteint. Ceci pourrait s'expliquer par une rupture du câble permettant la transmission de l'information de bas niveau de carburant au voyant d'alarme.

Le pilote, qui pensait qu'il lui restait encore une vingtaine de minutes d'autonomie lors du survol de l'étang, n'a ainsi pas détecté que le F-GVIG avait consommé l'intégralité du carburant. Le moteur du F-GVIG s'est arrêté par rupture d'alimentation en carburant. Celle-ci résulte probablement d'une estimation de la consommation moyenne inférieure à la consommation réelle, d'une surestimation de la quantité embarquée ou d'une combinaison de ces deux facteurs. Le pilote a alors débuté une autorotation qui a conduit à un amerrissage forcé.

3.4 Enseignement

Cet événement rappelle l'importance de la vérification croisée de toutes les informations disponibles concernant la quantité de carburant présente à bord. Si la vérification physique du niveau de carburant est un bon moyen d'en estimer la quantité embarquée, elle ne permet pas le plus souvent de déterminer précisément le volume total, dont la lecture peut être biaisée par de nombreux facteurs. La vérification régulière, au sol ou en vol, de l'indicateur de niveau d'essence présent en poste de pilotage (si l'aéronef est en équipé) permet de s'assurer d'une éventuelle incohérence entre les différents relevés.

Enfin, l'utilisation d'un volucompteur sur la pompe à essence lors desavitaillements peut faciliter la détermination par les pilotes et les mécaniciens de la quantité de carburant réellement embarquée et l'estimation de la consommation entre deux pleins complets.