



⁽¹⁾Voir § 2.6.

Accident de l'hélicoptère Airbus AS350-B3e, équipé d'un Bambi Bucket⁽¹⁾ type 1821 immatriculé **F-OFML** survenu le 24 janvier 2019 à Sainte-Rose, île de La Réunion (974)

⁽²⁾Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en heure locale.

Heure	Vers 13 h 50 ⁽²⁾
Exploitant	Société Hélicogon, Groupe SAF
Nature du vol	Aviation générale, lutte anti-incendie
Personne à bord	Pilote
Conséquences et dommages	Hélicoptère endommagé

⁽³⁾Équipement externe d'écopage et de largage d'eau pour la lutte contre les incendies.

Accrochage des suspentes du Bambi Bucket⁽³⁾ dans le rotor anti-couple lors d'un vol de lutte anti-incendie, atterrissage d'urgence

1 - DÉROULEMENT DU VOL

Note : La chronologie du vol a été établie à partir des systèmes d'enregistrements Vision 1000 et Helisafe à bord de l'hélicoptère ainsi que du témoignage du pilote.

⁽⁴⁾Voir § 2.6.

Le pilote participe depuis quatre jours à l'aide d'un hélicoptère bombardier d'eau⁽⁴⁾, à la lutte contre un incendie qui sévit sur les flancs est du volcan du Piton de la Fournaise situé au sud-est de l'île.

Après avoir livré son chargement d'eau douce dans une cuve située à 2 200 ft sur le front principal du feu (voir point ② sur la figure 1 ci-après), l'hélicoptère se dirige vers la zone d'avitaillement en eau douce située à quatre kilomètres à une altitude de 385 ft, en contrebas au nord-est de la zone de l'incendie (voir point ① sur la figure 1).

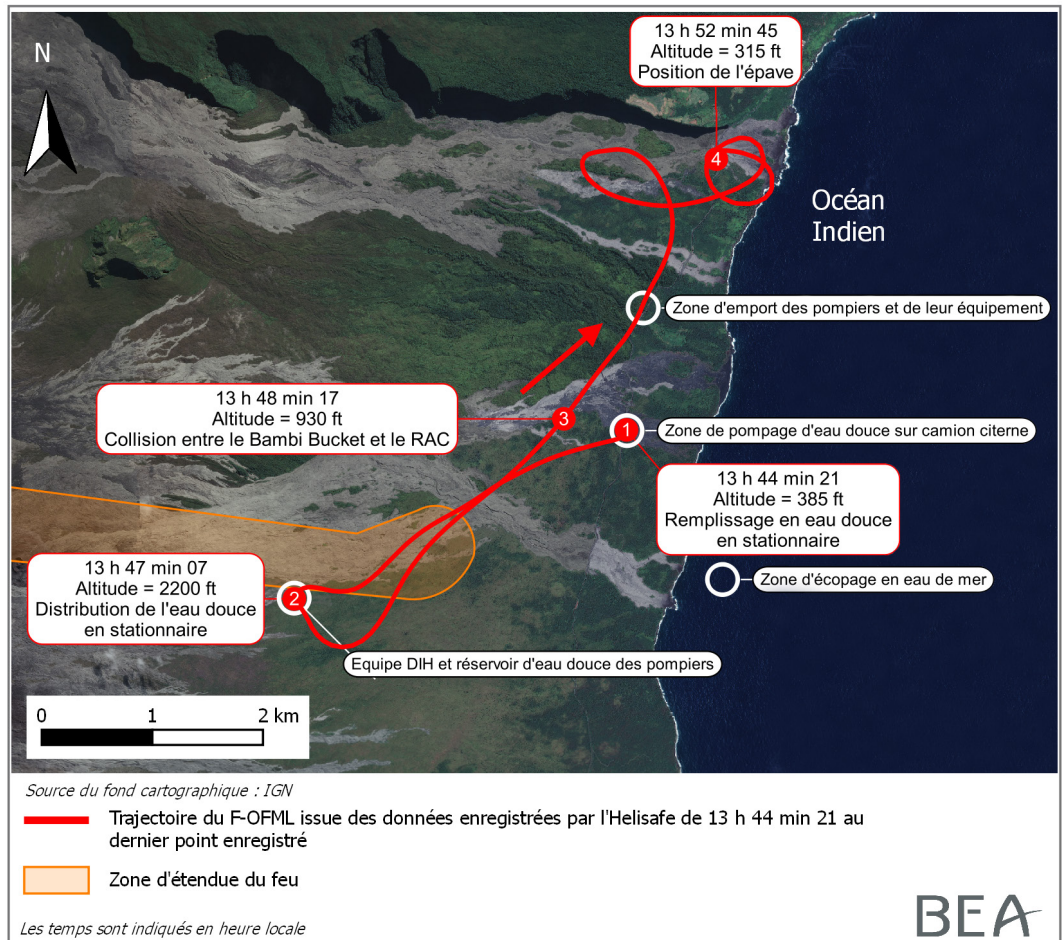


Figure 1 : trajectoire du vol entre le dernier avitaillement en eau et l'atterrissage d'urgence

⁽⁵⁾Le pilote ayant perdu l'efficacité des palonniers, le vol se poursuit en mode dégradé car il est contraint d'adapter la vitesse et la puissance pour orienter sa trajectoire.

⁽⁶⁾Rotor Anti-Couple.

⁽⁷⁾Commercial Pilot Licence Helicopter (licence de pilote professionnel hélicoptère).

⁽⁸⁾FI(H) : Flight Instructor Helicopter (instructeur de vol en hélicoptère), TRI : Type Rating Instructor (instructeur de qualification de type), TRE : Type Rating Examiner (examineur de qualification de type).

À 13 h 48 min 17 (point ③) lors de ce transit, alors qu'il passe 930 ft d'altitude en descente, le pilote perçoit un bruit et perd simultanément l'efficacité des palonniers. Après avoir déclaré un « MAYDAY » sur la fréquence de travail, le pilote poursuit son vol⁽⁵⁾ pour trouver une zone propice à un atterrissage d'urgence. Il atterrit à 13 h 52 min 45 (point ④) sur une ancienne coulée de lave du volcan, à proximité de la route du littoral et éteint le moteur.

Le pilote constate que les suspentes du Bambi Bucket sont enroulées dans le RAC⁽⁶⁾ dont les pales sont rompues.

2 - RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

2.1 Qualifications et expériences du pilote

Le jour de l'accident, le pilote, 50 ans, détenait une licence CPL(H)⁽⁷⁾ de 1995 avec :

- une qualification d'instructeur⁽⁸⁾ de vol FI(H) et TRI(H) valide jusqu'au 31/12/2019 ;
- une autorisation d'examineur de qualification de type TRE(H) sur AS350 / EC130, AS355SP, valide jusqu'au 30/04/2021.

⁽⁹⁾Commercial Pilot
Licence Airplane
(licence de pilote
professionnel avion).

⁽¹⁰⁾la mission
« Hélicoptère
Bombardier d'Eau »
consiste lors
d'une rotation, à
l'aide d'un Bambi
Bucket, à écoper,
généralement en
mer puis à larguer
directement
l'eau sur le feu.

⁽¹¹⁾la mission
« Détachement
d'Intervention
Hélicoptère » consiste
lors d'une rotation,
à mettre en place les
équipes de pompiers
avec leur matériel sur
le front de l'incendie
puis à les avitailler
préférentiellement
en eau douce.

L'avitaillement en eau
douce se fait, alors
que l'hélicoptère
est en stationnaire,
dans le Bambi
Bucket accroché
en-dessous, par
des lances incendie
branchées sur un
camion-citerne situé
sur un site d'accès
approprié, à une
relativement faible
distance du front
du feu. La livraison
consiste à vider l'eau
contenue dans le
Bambi Bucket dans
une cuve de 2 m³ qui
alimente les lances
incendie utilisées
par les pompiers
du DIH positionnés
directement sur le
front pour traiter le
feu de façon plus
précise et dans la
durée. L'utilisation
de l'eau douce
permet de préserver
les équipements
contrairement à
l'eau de mer qui les
corrode rapidement.

⁽¹²⁾Boîte de
Transmission Arrière.

Il détenait également une licence CPL(A)⁽⁹⁾ depuis 1997 avec une qualification d'instructeur de vol FI(A).

En 2014, il a rejoint HéliLagon et en particulier une équipe de deux pilotes expérimentés dédiés aux missions de levage avec un AS350-B3e. L'absence de demande d'intervention sur des incendies sur l'île depuis deux saisons ne lui a pas permis de réaliser des missions bombardier d'eau.

Expérience totale au 1^{er} janvier 2019 :

- sur hélicoptère : 10 129 heures de vol ;
- sur AS350-B3e : 4 198 heures de vol dont 163 dans les trois mois précédents et 122 sur le F-OFML ;
- sur avion : 1 030 heures de vol.

Expérience récente sur hélicoptère (semaine de l'accident survenu le jeudi) :

- lundi : 200 largages HBE⁽¹⁰⁾ (8 h 25 de vol) ; jour de reprise du travail après trois semaines de congés ;
- mardi : partage entre HBE et DIH⁽¹¹⁾ (8 h 15 de vol) ;
- mercredi : partage entre HBE et DIH (4 h 10 de vol) ;
- jeudi : rotations de mise en place des personnels et du matériel du DIH, et rotations de HBE (6 h 05 de vol).

2.2 Examen du site et de l'épave

La zone de l'atterrissage d'urgence se situe à 315 ft d'altitude sur le flanc est du volcan du Piton de La Fournaise. Elle descend à l'est vers l'océan indien. Le sol, accidenté, est constitué de pierres de lave provenant de coulées d'éruptions précédentes. La végétation est clairsemée.

L'hélicoptère repose sur ses patins. Le patin droit est rompu à plusieurs endroits. Les ruptures, en surcharge, sont dues à l'atterrissage d'urgence dans les pierres de lave.

Le moteur délivrait de la puissance au moment du contact entre le Bambi Bucket et les pales du RAC et jusqu'à l'atterrissage d'urgence. Le pilote l'a éteint après l'atterrissage selon la procédure normale.

La partie arrière du fuselage présente des déformations dues à la collision avec les câbles du Bambi Bucket.

Le carter d'entrée de la BTA⁽¹²⁾ est rompu sur la totalité de son périmètre ce qui a conduit à la perte de l'entraînement du RAC. La rupture est due à une surcharge brutale dans le secteur de la BTA à la suite de la collision entre les pales du RAC et le système de lutte anti-feu.

Les deux pales du RAC présentent de nombreuses traces de collision avec le Bambi Bucket. Elles sont rompues aux trois-quarts de leur longueur. Les dommages observés sur les bords d'attaque montrent des signes de rotation avec une énergie significative.

⁽¹³⁾Boîte de Transmission Principale.

⁽¹⁴⁾La distance la plus courte entre le crochet du cargo swing et l'extrémité de la pale avançante du RAC est de l'ordre de 5,40 m.

⁽¹⁵⁾La rétraction en vol de la chaussette du Bambi Bucket vers une position rentrée peut générer un frein aérodynamique provoquant la remontée du Bambi Bucket.

Sous le fuselage de l'hélicoptère, à l'aplomb de la BTP⁽¹³⁾ se trouve un berceau « *cargo swing* » qui supporte un crochet. Une élingue de cinq mètres est reliée à ce crochet et à l'attache supérieure du Bambi Bucket. La longueur de l'ensemble (vanne de vidange en tissu imprégné, appelée communément « *chaussette* », déployée) est d'environ 9,70 m depuis le crochet de l'hélicoptère. Aucune anomalie n'a été détectée sur l'ensemble des câbles du Bambi Bucket exceptés les câbles des suspentes rompus en surcharge lors de leur collision avec le RAC.

Le boîtier de déclenchement de largage et le haut des suspentes du Bambi Bucket peuvent interférer avec le RAC en cas de rapprochement du Bambi Bucket avec celui-ci⁽¹⁴⁾.

Les systèmes de largage électrique et mécanique du Bambi Bucket ont été vérifiés et sont fonctionnels. Les suspentes du Bambi Bucket sont enroulées autour des pales du RAC ainsi que le câble de rappel et son boîtier de déclenchement de largage. Le couvercle du boîtier est absent et n'a pas été retrouvé mais ses vis de fixation sont en place. Les observations montrent que le couvercle s'est rompu au contact d'une pale du RAC et a été éjecté contre l'intrados de l'extrémité d'une pale du rotor principal.

La chaussette du Bambi Bucket est en partie déployée⁽¹⁵⁾ avec son câble de commande normalement attaché.

L'examen de l'épave n'a mis en évidence aucun endommagement préalable à l'accident.

2.3 Conditions météorologiques

La région de Sainte Rose se trouvait sous un régime de vent soutenu de nord-est avec des rafales estimées selon le modèle Arome Océan Indien de Météo-France (figure 2) à 30 kt. Le ciel était clair à peu nuageux et la visibilité était supérieure à 10 km hormis sur la zone de l'incendie où elle était altérée par les fumées.

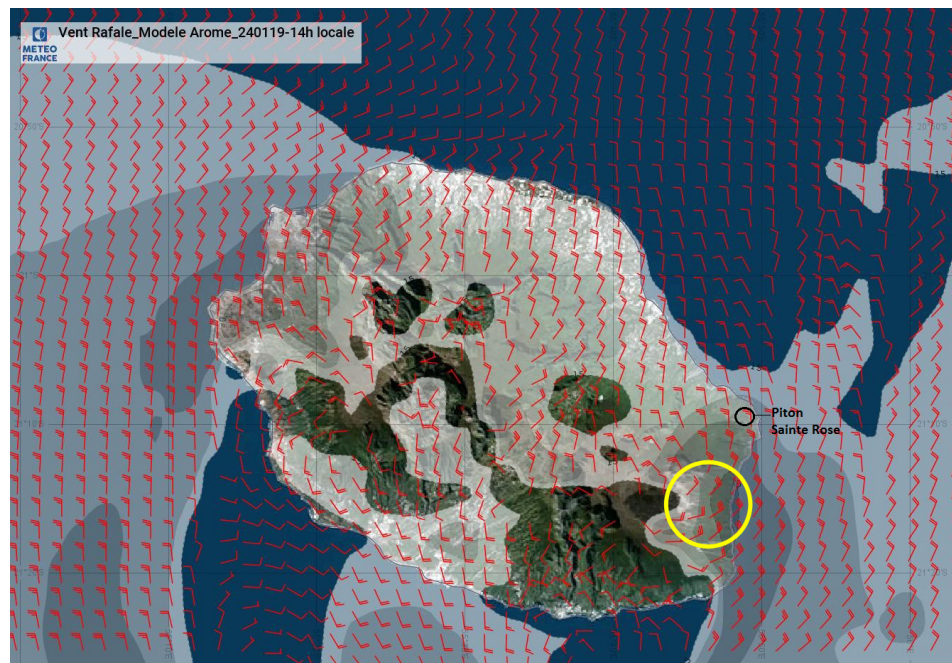


Figure 2 : vent prévu par le modèle Arome Océan Indien de Météo-France le 24/01/2019 (le cercle jaune correspond à la zone d'intervention des hélicoptères, le cercle noir correspond à la station météo de Gros-Piton-Sainte-Rose)

Les relevés de la station météorologique de Gros-Piton-Sainte-Rose située à dix kilomètres du lieu de l'accident montrent un vent du 340° pour 27 kt à l'heure de l'événement.

Le pilote indique qu'il avait ressenti un vent du nord pour 30 kt environ sur la zone d'avitaillement en eau douce (figure 1, point ❶) et un vent du sud pour 30 kt environ sur la zone du front de feu (figure 1, point ❷) pour la livraison de l'eau douce.

Les paramètres de vol et de vent calculés par les deux systèmes d'enregistrement indépendants présents à bord (figure 3) montrent que l'hélicoptère évoluait dans une masse d'air très turbulente.

L'incendie, de par le dégagement de chaleur, génère son propre vent et de la turbulence. Les reliefs très marqués des abords du volcan génèrent des turbulences d'autant plus fortes que la force moyenne du vent est forte. Tous ces éléments peuvent expliquer les divergences de vent entre les indications fournies par le pilote, Météo-France et les paramètres enregistrés par les systèmes embarqués.

2.4 Témoignages

Alors qu'il était en vol globalement rectiligne en descente vers le site d'avitaillement en eau douce, le pilote a entendu un bruit haute fréquence bref en même temps que se faisait sentir en lacet un léger à-coups à gauche. Quelques actions au palonnier sont restées sans effet. Le pilote a pensé alors avoir perdu l'efficacité de la commande de vol en lacet. Il a passé sur la fréquence radio le message « MAYDAY » aux autres pilotes pour signaler la situation dans laquelle il se trouvait et annoncer qu'il recherchait le lieu le plus approprié pour réaliser un « atterrissage compliqué » avec une commande de lacet qui n'était plus fonctionnelle. L'approche s'est poursuivie selon la procédure de panne de commande de RAC. Sans terrain propice à un atterrissage glissé, lors de la réduction de la vitesse, l'hélicoptère est parti en rotation autour de son axe de lacet et a effectué deux tours et demi. Le pilote a baissé la commande de pas collectif ce qui a stoppé momentanément la rotation en lacet et l'hélicoptère s'est stabilisé sur ses patins. La coupure du moteur a été réalisée selon la procédure normale.

Le pilote indique être sorti rapidement de l'hôpital après des examens médicaux et qu'il a repris les vols dès le lendemain.

Il ajoute qu'avant d'être embauché à Héliagon en 2014, il était pilote dans une autre société sur l'île et qu'il avait eu l'occasion d'effectuer des missions bombardier d'eau. Lors de l'incendie exceptionnel du massif du Maïdo en 2013, il avait utilisé des élingues de plus de 15 m de longueur.

Le coéquipier du pilote indique que son travail consiste à « faire équipe » avec le pilote. Il assure l'embarquement et le débarquement du matériel et des pompiers. Il met en place et accroche le Bambi Bucket et supervise le remplissage en eau douce. Il précise que l'hélicoptère revient souvent pour la phase de remplissage avec la chaussette en position largage (figure 4) donc sortie sous le Bambi Bucket. Il est alors obligé de « secouer » le Bambi Bucket afin que l'enrouleur à ressort se déclenche pour tirer la chaussette vers l'intérieur du réservoir. Une fois que la chaussette a repris sa place, le réservoir peut à nouveau être rempli.

⁽¹⁶⁾ Les paramètres de la Vision 1000 et de l'Helisafe proviennent de deux sources de données indépendantes. Les deux systèmes d'enregistrement ont pu être synchronisés. Ils enregistrent en partie les mêmes données. Pour ces données, le choix de prendre les paramètres du système Vision 1000 découle du fait qu'ils sont plus échantillonnés donc plus précis : quatre points par seconde pour Vision 1000 et un point toutes les deux secondes pour Helisafe.

⁽¹⁷⁾ L'alarme Tail Gear Box CHIP détecte les particules métalliques au niveau du bouchon magnétique de la TGB. Le déclenchement de l'alarme est cohérent avec le constat ultérieur de la rupture du carter d'entrée de la BTA.

2.5 Enregistreurs et calculateurs

Le F-OFML n'était pas équipé d'enregistreurs de vol. La réglementation en vigueur ne l'impose pas pour ce type d'aéronef. En revanche, il était équipé d'un système Helisafe et d'un système Vision 1000⁽¹⁶⁾.

Les images et le bruit ambiant du cockpit issus du système Vision 1000 ont pu être exploités : au moment du bruit correspondant à l'impact (figures 1 et 3, point 3) de l'équipement de lutte contre l'incendie avec les pales du RAC, l'hélicoptère avait une trajectoire relativement rectiligne, une vitesse indiquée d'environ 100 kt, et une vitesse verticale en descente d'environ 1 300 ft/min. Concomitamment, l'alarme⁽¹⁷⁾ « TGB CHIP » est apparue de façon fixe au tableau d'alarmes. Rien d'anormal n'était signalé dans le cockpit avant cet événement.

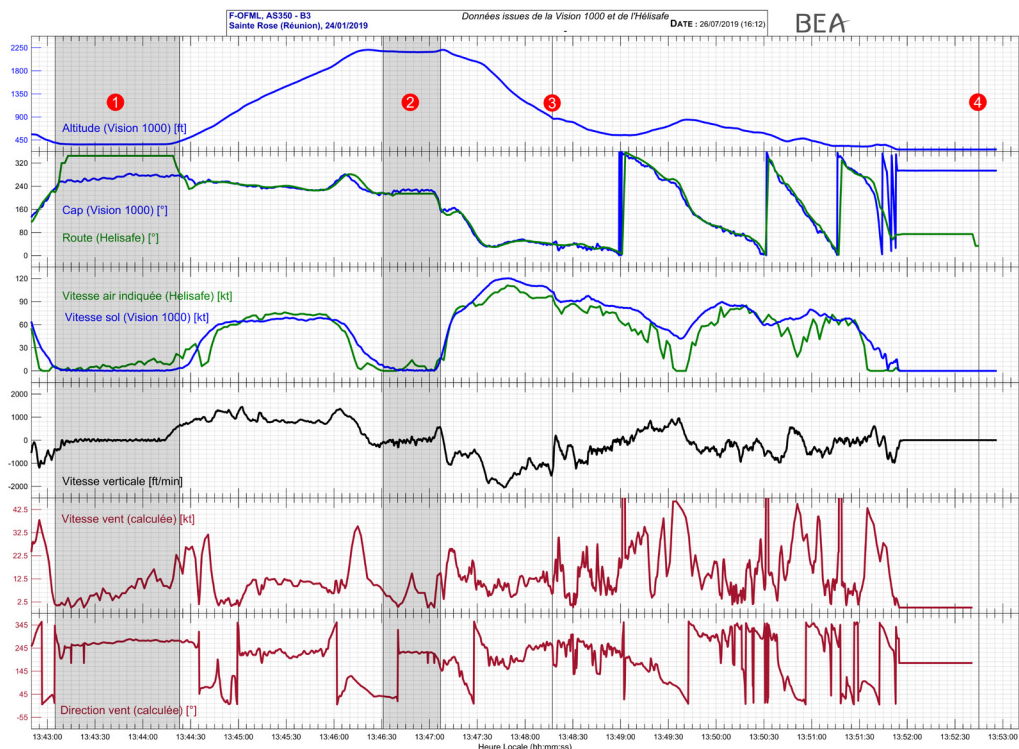


Figure 3 : extraits des paramètres

Les paramètres extraits des équipements Vision 1000 et Helisafe montrent qu'à l'instant de la collision, l'hélicoptère volait à une vitesse indiquée de 97 kt, une vitesse verticale de -1 230 ft/min avec un vent calculé de 207° pour une force de 6 kt et dans un environnement particulièrement turbulent.

2.6 Système de lutte contre les incendies

Pour effectuer des missions de bombardier d'eau, l'hélicoptère est équipé d'un système de transport de charge avec crochet de délestage qui permet de transporter sous élingue tout type de charge d'une masse maximale de 1 400 kg.

Le système d'écopage et de largage d'eau Bambi Bucket (figure 4) de type 1821 est fabriqué par la société canadienne SEI Industries et installé sur l'hélicoptère sous STC⁽¹⁸⁾. La longueur totale de ce modèle de Bambi Bucket est de 4,70 m (chaussette déployée). Sa contenance maximale est de 820 l d'eau et sa masse à vide de 40 kg.

⁽¹⁸⁾ Supplemental Type Certificate.

Le remplissage du Bambi Bucket s'effectue par immersion du panier ou par des tuyaux souples reliés à des camions-citernes.

Le largage de l'eau se commande par un bouton poussoir situé sur la commande de pas cyclique. Il libère un câble qui permet à une vanne de vidange en textile (la chaussette) de se déployer sous le poids de l'eau. Après le largage, un ressort rappelle automatiquement le câble et la chaussette à leurs positions initiales en vue d'un nouvel écopage.



Figure 4 : Bambi Bucket prêt à l'écopage avec la vanne en position rentrée (à gauche) et en cours de largage avec la vanne déployée (à droite)

Le manuel du fabricant de cet équipement indique à la section 3 que la longueur de l'équipement doit être vérifiée pour que celle-ci (chaussette déployée) soit plus courte d'au moins 6 inch (15 cm) que la longueur entre le crochet et les pales du RAC. Le respect de cette consigne impose donc soit d'attacher le Bambi bucket directement au crochet de l'hélicoptère, soit au bout d'une élingue d'une longueur minimum de 50 ft (15 m). Le fabricant indique à la section 4 une vitesse maximale à ne pas dépasser avec cet équipement de 80 kt et recommande que l'approche de cette vitesse maximale doit être abordée avec précaution par le pilote.

Le manuel de vol de l'AS350-B3e contient un supplément Bambi Bucket certifié par Airbus concernant l'utilisation du modèle 2732S. Il prévoit que ce modèle soit attaché directement au crochet de l'hélicoptère ; cela répond aux consignes de longueur présentées précédemment. Il précise que la vitesse maximale à ne pas dépasser est de 90 kt à vide et 80 kt plein.

Les autres équipements externes sont traités par le supplément au manuel de vol de l'AS350-B3e concernant le transport de charges externes. Par ailleurs, le fabricant du Bambi Bucket a émis des consignes et recommandations d'utilisation spécifiques au modèle 1821. Le supplément au manuel de vol demande de ne pas dépasser la vitesse de 80 kt.

⁽¹⁹⁾La LS a précédé la SIN, Safety Information Notice (lettre d'information aux clients).

⁽²⁰⁾La SIN ne mentionne pas de contrainte opérationnelle. Parmi les contraintes retenues par Hélicogon, on peut citer la houle sur la mer, les obstacles autour des points d'avitaillement et de livraison d'eau douce, la proximité auprès des opérateurs au sol et du matériel en cas de perte de puissance du moteur ou la proximité du feu lors des largages.

⁽²¹⁾Une interférence encore non validée aurait eu lieu en 2019 dans des circonstances tout à fait différentes : une défaillance structurelle de l'enveloppe du panier vide de lutte anti-incendie aurait déclenché un effet aérodynamique imprévisible de l'enveloppe déstructurée du panier venant planer d'une manière chaotique loin et haut derrière l'hélicoptère qui n'était pas en excès de vitesse occasionnant la collision entre l'élingue longue et le RAC.

⁽²²⁾Une élingue plus longue augmente la masse et l'inertie de l'ensemble.

⁽²³⁾Manuel d'Activité Particulière.

⁽²⁴⁾La compagnie précise que l'utilisation d'une élingue inférieure à huit mètres facilitait la maîtrise de remplissage et de livraison d'eau à partir et dans des cuves mobiles (DIH) en particulier pour des pilotes travaillant aux rétroviseurs.

Airbus a diffusé plusieurs documents pour mettre en garde les exploitants sur les risques potentiels lors du transport de charges externes : la lettre de service LS⁽¹⁹⁾ n°1727-25-05 du 26 mars 2006, complétée par la SIN n° 3170-S-00 du 03 octobre 2017. À la suite de l'accident, la SIN n°3349-S-25, spécifique à l'utilisation de système anti-incendie de type Bambi Bucket, a été diffusée en juin 2019. Elle rappelle aux exploitants que les opérations de transport de charge externe sous élingue sont des missions difficiles comportant des risques plus élevés que ceux des autres missions. À ce titre, elle insiste sur le respect strict des consignes et recommandations du manuel d'utilisation des fabricants, notamment celles du Bambi Bucket, qui peuvent diminuer significativement les risques d'accident lors de ce type d'activité. La SIN indique également que cet équipement doit être directement attaché au crochet de l'hélicoptère en respectant les consignes de longueur présentées précédemment ou bien au bout d'une élingue de 50 ft (15 m) minimum si des contraintes opérationnelles⁽²⁰⁾ l'imposent.

La base de données d'Airbus n'indique aucune interférence similaire⁽²¹⁾ rapportée par un exploitant entre une élingue au bout de laquelle était accroché un système de lutte contre l'incendie et le RAC lors de l'utilisation d'une élingue longue. Le constructeur explique que plus l'élingue est longue, plus le risque d'interférence entre le câble et le RAC diminue⁽²²⁾.

Le MAP⁽²³⁾ de la société concernant la lutte contre les incendies prévoyait l'utilisation d'une élingue de cinq mètres. Il précisait (page B-1) que pour des contraintes opérationnelles⁽²⁴⁾ « *il est déconseillé d'utiliser une longueur d'élingue supérieure à 8 mètres* ».

Le jour de l'accident, l'équipement de lutte contre les incendies monté sous l'hélicoptère était accroché à une élingue de cinq mètres.

La société a été pionnière dans ce type d'activité sur l'île depuis trente ans. Elle détient le contrat principal de lutte contre les incendies sur l'île au moyen d'au moins deux hélicoptères bombardiers d'eau disponibles à tout moment. Selon la société, l'utilisation d'une élingue de cinq mètres n'a jamais été remise en cause. Elle a toujours été utilisée depuis les débuts de cette activité sur l'île par la société car elle permet d'après les responsables une plus grande précision et une facilité d'emploi par le pilote en vol stationnaire.

⁽²⁵⁾La société Groupe SAF est située sur l'aérodrome d'Albertville (73). Elle a racheté la société Helilagon en 2016.

L'enquête a montré qu'une autre société sur l'île utilise des élingues de 15 m pour ce type d'activité. La société « mère »⁽²⁵⁾ d'Hélilagon en métropole exerce une grande part de son activité dans les Alpes. Le dirigeant responsable confirme l'utilisation d'élingues de 15 m minimum pour ce type d'activité.

2.7 Rythme et charge de travail

L'emploi du temps déclaré par le pilote entre le lundi 22 janvier, jour de la reprise d'activité après trois semaines de vacances, et de l'accident est le suivant :

	Heure du lever	Heures de vol	Heure du retour au domicile
22 / 01 / 2019	05 h 45	08 h 25	19 h 00
23 / 01 / 2019	04 h 45	08 h 15	18 h 50
24 / 01 / 2019	06 h 45	04 h 10	18 h 57
25 / 01 / 2019	04 h 25	06 h 05	accident à 13 h 50

L'activité de lutte contre les incendies en hélicoptère nécessite de la part des pilotes une concentration importante, des actions répétitives, un travail de précision lors des chargements et de la livraison de l'eau, de voler à proximité du sol sous la pression due à la progression du feu et la volonté de le freiner et de le neutraliser. L'enregistrement Vision 1000 a permis à l'enquête de bien appréhender l'ensemble de cette charge de travail avec ces contraintes.

L'amplitude horaire est conforme aux limites de la réglementation du Code du travail. Toutefois l'intensité du travail de lutte contre les incendies a pu constituer un changement de rythme physiologiquement éprouvant au retour d'une période de congés de trois semaines.

2.8 Actions correctives

L'indication d'une longueur d'élingue de cinq mètres dans le MAP de la société a été modifiée depuis l'accident. L'utilisation d'élingues d'une longueur minimale de quinze mètres a été mise en application dès le lendemain de l'accident.

3 - ENSEIGNEMENTS ET CONCLUSION

Lors d'un transit entre la zone de feu et le point d'avitaillement en eau, des éléments du Bambi Bucket vide sont entrés en collision avec les pales du RAC et ont entraîné sa perte d'efficacité. Le pilote est alors parvenu à réaliser un atterrissage forcé sur un terrain accidenté à flanc de volcan.

La collision entre la charge externe et le RAC est ainsi due à la combinaison des facteurs suivants :

- l'utilisation d'une élingue dont la longueur ne correspondait pas à celle préconisée par le constructeur du Bambi Bucket. La faible longueur augmentait le risque d'un rapprochement avec les suspentes du Bambi Bucket ;
- l'évolution de l'hélicoptère :
 - une vitesse indiquée supérieure à la vitesse maximale préconisée par le constructeur du Bambi Bucket et par Airbus ;
 - dans une aérologie très turbulente ;
 - sur une trajectoire descendante où l'hélicoptère peut descendre ponctuellement plus vite que la charge tractée ;
 - un Bambi Bucket léger car vide.

La pression due à l'ampleur exceptionnelle de l'incendie depuis quatre jours et la probable volonté du pilote d'obtenir des résultats sur l'arrêt de la propagation du feu a pu contribuer au choix de la vitesse d'évolution de l'hélicoptère.

Il est possible que le rythme de travail du pilote depuis le début de la campagne de lutte ait contribué à un état de fatigue qui a pu affecter son attention.

L'expérience du pilote a certainement contribué à la réussite de l'atterrissage forcé sur un terrain accidenté ne permettant pas un atterrissage glissé.