



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

Accident de l'ULM multiaxe FK14 Polaris type Le Mans identifié 57BMY

survenu le 14 novembre 2017
au lieu-dit du Trou bleu d'Oundjo, Voh (Nouvelle-Calédonie)

Heure	Vers 6 h 30 ⁽¹⁾
Exploitant	Société Hibiscus
Nature du vol	Transport aérien commercial, vol touristique
Personnes à bord	Pilote et un passager
Conséquences et dommages	Pilote et passager décédés, ULM détruit

Perte de contrôle lors d'une manœuvre acrobatique, collision avec la surface de l'eau lors d'un vol local à titre onéreux

1 - DÉROULEMENT DU VOL

Note : le déroulement du vol a été établi à partir des données du Skyview Dynon D700 équipant le 57BMY, de la vidéo de l'Alpha Trainer situé à environ 1 000 ft au-dessus du 57BMY et des témoignages des autres pilotes ayant participé au vol.

Le pilote arrive à l'aérodrome de Koné vers 5 h 15 afin de préparer l'ULM et d'accueillir les clients pour les premiers vols de la journée. La première prestation du jour est un vol touristique réalisé simultanément par trois ULM de la société.

Le pilote, accompagné d'un passager, décolle en premier à 6 h 11 (point❶ de la figure 1) à bord du 57BMY. Il est suivi par le chef pilote de la société à bord d'un Alpha Trainer et par un troisième pilote à bord d'un Syncro 912, tous deux accompagnés d'un passager.

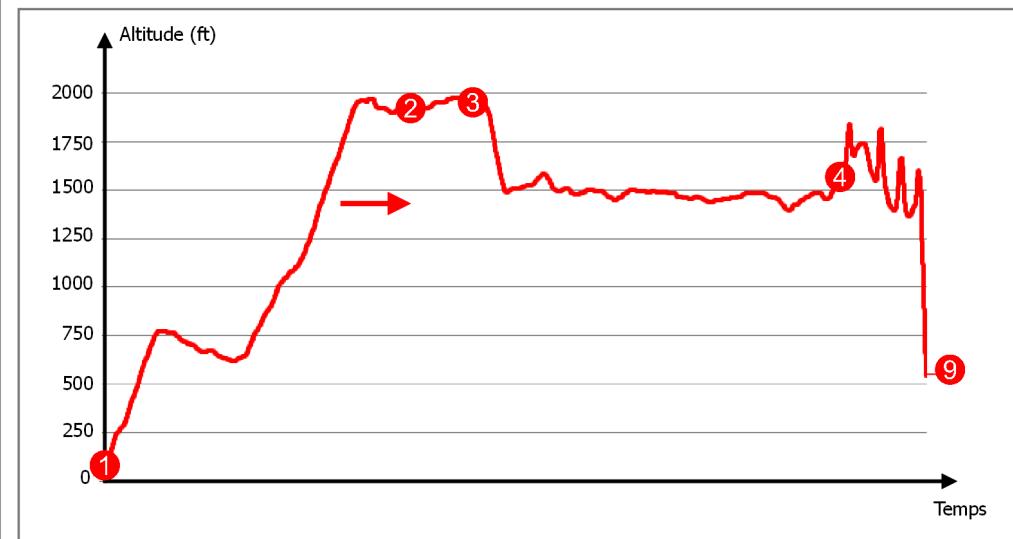
Les trois pilotes se retrouvent à 6 h 18 (point❷ de la figure 1) pour un vol en formation à environ 1 900 ft au-dessus de la passe de Foué. Arrivés aux alentours du point touristique du Trou Bleu d'Oundjo, ils se séparent verticalement de 500 ft (point❸ de la figure 1), le 57BMY étant le plus bas.

Peu avant 6 h 30, à 1 500 ft au-dessus du Trou Bleu, le pilote du 57BMY annonce aux pilotes des autres aéronefs qu'il commence les « exercices » (point❹ de la figure 1). Après la réalisation de trois manœuvres (points❺, ❻ et ❽ de la figure 2), il indique à la fréquence qu'il effectue son dernier virage avant de prendre la direction du prochain point touristique.

Peu de temps après, le pilote du 57BMY perd le contrôle de l'ULM (point❾ de la figure 2), qui part en vrille avant de s'écraser dans le lagon (point❿ de la figure 2).



Source du fond cartographique : Google Satellite

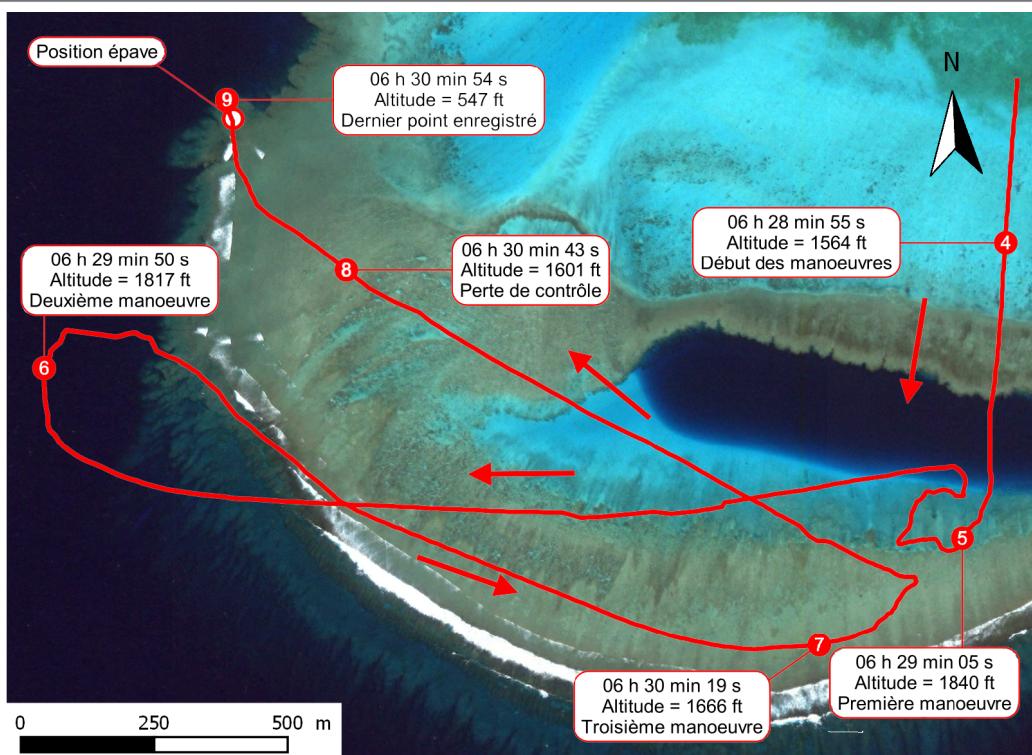


Trajectoire du 57BMY extraite du Dynon D700 du décollage jusqu'au dernier point enregistré

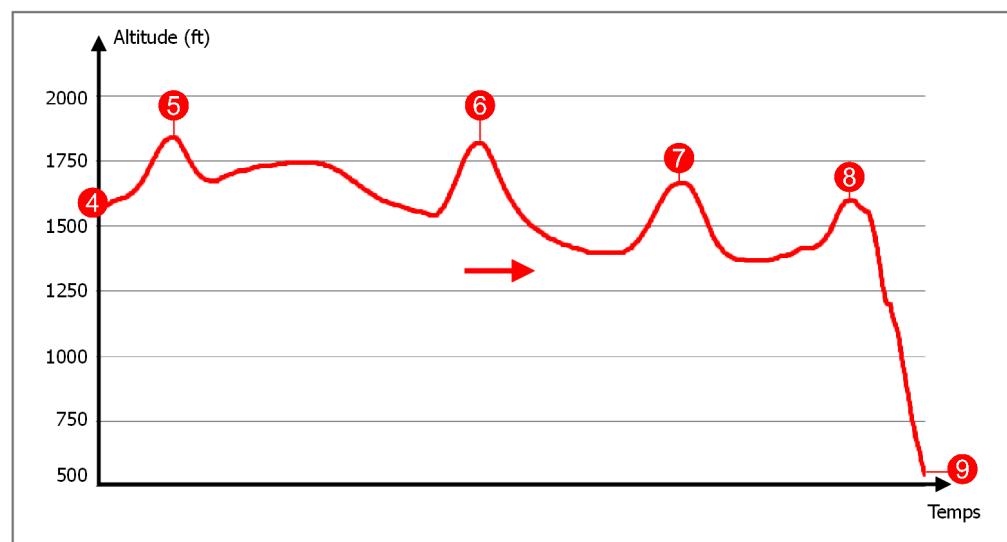
Les temps sont indiqués en heure locale

BEA

Figure 1 : trajectoire du vol du 57BMY



Source du fond cartographique : Google Satellite



Trajectoire du 57BMY extraite du Dynon D700 de 6 h 28 min 50 s jusqu'au dernier point enregistré
Les temps sont indiqués en heure locale

BEA

Figure 2 : trajectoire du 57BMY durant les deux dernières minutes de vol

2 - RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

2.1 Renseignements sur la société Hibiscus

2.1.1 Généralités

La société Hibiscus est un hôtel-restaurant, ainsi qu'une société aérienne également connue sous le nom « *Hibisair* ». Hibiscus propose à ses clients des vols touristiques en ULM pour découvrir la région. Elle est par ailleurs un centre de formation ULM labellisé par la FFPLUM.

La société possérait plusieurs aéronefs Pipistrel Alpha Trainer et Virus. Elle avait réceptionné en septembre 2016 le FK14 Polaris type Le Mans identifié 57BMY.

Parmi les prestations à la vente figuraient des vols touristiques avec un, deux ou trois aéronefs, respectivement appelés vols en « *solo* », « *duo* » ou « *trio* » pour des durées variant entre trente minutes et une heure trente.

⁽²⁾Cette dénomination commerciale ne correspond pas en théorie au « *vol à sensations* » défini par la réglementation (voir § 2.2.2).

Hibiscus proposait également à la vente une prestation appelée « *vol sensation*⁽²⁾ » au cours de laquelle le FK14 était utilisé avec la verrière en configuration torpèdo, permettant au passager équipé d'accessoires vintage, de voler la tête à l'extérieur de la cellule (voir § 2.4). Lors du vol de l'accident, acheté dans le cadre d'une prestation trio, le 57BMY a été utilisé dans cette configuration.

2.1.2 Formation des pilotes

La société avait nommé un chef pilote salarié de l'entreprise. Elle employait des pilotes sous contrat de prestataires. Le chef pilote et le pilote de l'événement étaient instructeurs au sein de la société.

Tout pilote prestataire effectuant des vols touristiques pour le compte de la société devait être lâché au préalable par le chef pilote. Le lâché intervenait après une formation en vol. Elle incluait de la maniabilité, ainsi qu'une familiarisation sur les circuits touristiques et les vols en formation.

2.1.3 Manuel d'exploitation

Bien que cela ne soit pas imposé par la réglementation, la société avait mis en place un manuel d'exploitation (manex) qui avait été déposé auprès de l'aviation civile.

Elle utilisait également des carnets de route propres à chaque aéronef ainsi que des livrets de progressions pour chaque élève.

Les prestations de vols touristiques en « *solo* » et « *duo* » étaient documentées dans le manex. Ce dernier précisait notamment le programme du vol (les différents points de passages, les altitudes, les positions des aéronefs les uns par rapport aux autres, certaines valeurs de vitesse et paramètres moteurs), les exigences applicables et les responsabilités de chacun. Tout pilote effectuant des vols touristiques pour le compte de la société devait signer le manex.

La société avait régulièrement fait évoluer son manuel d'exploitation. Dans la version en vigueur le jour de l'événement, il était notamment précisé les points suivants :

- « [Le pilote] déclare avoir pris connaissance de toute la documentation technique de l'aéronef (manuel de vol) et de ses équipements » ;
- « Le pilote effectuera des trajectoires rectilignes ou curvilignes en palier, en descente et en montée, à inclinaison de l'ordre de 15 et 60° et avec des vitesses adaptées à l'aérologie du jour. Le rayon de virage de survol du site en question sera donc à considérer en fonction de l'inclinaison et de la vitesse » ;
- « Au cours de ce vol, à chaque point de rapprochement (PR) les pilotes aéronef 1 et aéronef 2 devront effectuer à même altitude, un rapprochement côte à côte dans une configuration dite « en patrouille ». Le rapprochement durera environ une minute, le temps des prises de vues GoPro ou photo » ;
- En vol duo, en dehors des PR, l'espacement entre les aéronefs est de 500 ft ;
- Généralement, l'altitude de survol du Trou Bleu est de 2 000 ou 2 500 ft (cela dépend du nombre d'aéronefs et de la météo) ;
- « Pour chaque vol, prévoir un briefing (comportement, sécurité, mal de l'air) et débriefing avec le client » ;
- « Contourner le Trou Bleu à 30° d'inclinaison. Effectuer un 360° sur ce point d'intérêt ».

Le manuel d'exploitation ne précisait pas quelles étaient les conditions d'utilisation du parachute de secours.

2.1.4 Témoignages

Des entretiens ont été effectués avec le gérant de la société, le mécanicien (qui volait occasionnellement comme pilote prestataire), le chef pilote et le troisième pilote du vol de l'accident. Il en ressort les points suivants.

Les prestations de vols en « *trio* » étaient les mêmes que celles des vols « *duo* » décrits dans le manuel. Lors d'un vol en « *trio* », le FK14 était l'aéronef qui se positionne le plus bas. L'aéronef le plus haut est équipé d'une caméra vidéo accrochée à un support orientable sur l'aile. Son pilote est chargé d'effectuer les prises de vues par l'intermédiaire d'un boîtier de commande présent dans le poste de pilotage. L'Alpha Trainer, piloté par le chef pilote, a ainsi enregistré l'événement.

⁽³⁾ La poignée du parachute de secours est située en place gauche sous le tableau de bord.

Le briefing au passager est systématiquement effectué pour lui présenter, entre autres, les commandes de vols, la poignée du parachute de secours et le gilet de sauvetage. En cas d'incapacité pilote, il est indiqué au passager de couper le moteur et d'activer le parachute⁽³⁾.

Le chef pilote, le pilote de l'événement et le mécanicien étaient les seuls à être lâchés sur le 57BMY.

Pendant les vols touristiques et uniquement sur le 57BMY, le chef pilote indique que des « *exercices* » étaient fréquemment mais non systématiquement réalisés (dépendant des conditions du jour et du profil du passager). Ces exercices correspondent à des enchaînements de virages de type « *huit paresseux* » (voir § 2.2.3) au-dessus du Trou Bleu. La vitesse recherchée en début de manœuvre est d'environ 170 km/h.

Quelques jours avant l'événement, un rappel avait été effectué au pilote après un passage sur le dos pendant les manœuvres. Le chef pilote lui avait rappelé notamment de faire attention à son inclinaison ainsi qu'à sa vitesse en début de figure.

Le jour de l'événement, pendant la chute et la vrille de l'aéronef, le chef pilote a dit à la fréquence « *redresse, redresse, redresse* ».

Des commentaires sur des sites publics font état de la satisfaction des clients, faisant suite à la réalisation de certaines manœuvres acrobatiques lors des vols de la société.

2.2 Réglementation en vigueur et référentiels

2.2.1 Régime ULM et transport aérien public

⁽⁴⁾<https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=LEGITEXT000005626846>

⁽⁵⁾Dans le cas du 57BMY, le dossier d'utilisation comprend le manuel d'utilisation et le manuel d'entretien.

L'arrêté du 23 septembre 1998 relatif aux aéronefs ultralégers motorisés⁽⁴⁾ (ULM) fixe les dispositions particulières auxquelles les aéronefs ultralégers motorisés sont redevables. Il est applicable en Nouvelle-Calédonie. Il y est mentionné à l'article 12 : « *Les vols de transport aérien public sont interdits, à l'exception des vols sans escale, dont les points de départ et d'arrivée sont identiques et durant lesquels l'aéronef ne s'éloigne pas à plus de quarante kilomètres de son point de départ* ».

Les vols commercialisés par Hibiscus à partir de l'aérodrome de Koné rentrent dans le cadre de cet arrêté.

Par ailleurs, ce même article 12 précise que : « *un ULM doit être utilisé et entretenu conformément à son dossier d'utilisation*⁽⁵⁾ ».

2.2.2 Voltige aérienne et vol à sensations

L'arrêté du 23 septembre 1998 relatif aux ULM ne prévoit pas l'activité de voltige en ULM mais ne l'interdit pas.

⁽⁶⁾<https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000173979>

L'arrêté du 10 février 1958 modifié par l'arrêté du 13 mars 1992 portant réglementation de la voltige aérienne pour les aéronefs civils⁽⁶⁾ précise dans son article 1 la définition de la voltige aérienne : « *La voltige aérienne comprend tout vol au cours duquel un aéronef effectue intentionnellement des manœuvres comportant un changement brusque d'assiette, une position inhabituelle ou une variation inhabituelle de la vitesse, généralement associées à des variations importantes de niveau* ». Cet arrêté précise également dans son article 2 que « *l'accord préalable de l'autorité aéronautique locale, habilitée en outre à déterminer les secteurs et axes de travail, est nécessaire pour pouvoir se livrer à des exercices de voltige* ».

⁽⁷⁾<https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=LEGITEXT000006077971>

⁽⁸⁾Aucun texte réglementaire ne vient définir pour le régime ULM cette formation spéciale pour la voltige.

L'arrêté du 24 juillet 1991 relatif aux conditions d'utilisation des aéronefs civils en aviation générale⁽⁷⁾ définit les vols à sensations comme un « *vol dont les points de départ et de destination sont identiques, effectué pour l'agrément, aux fins de créer des sensations fortes aux passagers par des manœuvres de voltige* ».

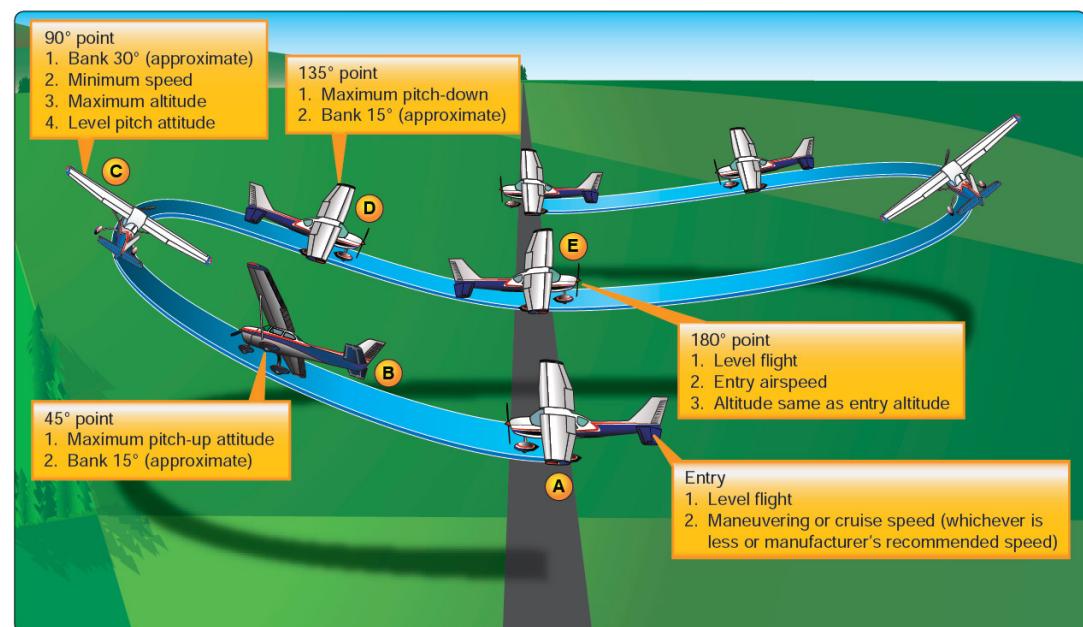
De plus, l'arrêté énonce que « *nul ne peut pratiquer la voltige aérienne s'il ne détient la formation spéciale correspondante prévue par arrêté ou s'il n'a reçu à cet effet une autorisation au vu d'une formation équivalente ou d'une expérience acceptable par le ministre chargé de l'aviation civile*⁽⁸⁾ ».

Les conditions et limitations opérationnelles associées aux vols à sensations (chapitre VIII de l'arrêté) sont restreints aux avions à pistons dont la puissance maximale continue est supérieure ou égale à 185 kW (250 ch). Celles-ci ne sont donc pas applicables aux ULM.

2.2.3 Les huit paresseux

⁽⁹⁾https://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/airplane_handbook/

⁽¹⁰⁾Federal Aviation Administration.



Source : FAA Airplane Flying Handbook

Figure 3 : schéma de la manœuvre du huit paresseux

Le manuel précise que, tout au long de la figure, le pilote doit modifier et coordonner ses actions sur les ailerons et la gouverne de direction via le manche et les palonniers. La manœuvre est effectuée avec de faibles facteurs de charge, proches de 1 g. Dans le haut des virages (point C de la figure 3), la vitesse est environ 10 kt au-dessus de la vitesse de décrochage.

Dans ce manuel, la FAA rappelle également les erreurs courantes dans la réalisation des huit paresseux, en particulier :

- la perte de la symétrie du vol pendant la manœuvre ;
- le non-respect des vitesses et des angles d'inclinaison standards ;
- le manque de souplesse aux commandes ;
- le manque de coordination des commandes de vols ;
- le décrochage à tout moment pendant la manœuvre ;
- l'exécution d'un virage serré au lieu d'une manœuvre en montée.

La manœuvre du huit paresseux réalisée tel que décrit précédemment n'est pas considérée comme une figure de voltige au sens de la réglementation.

2.2.4 Statut du pilote et temps de travail

Le pilote avait créé sa société le 1^{er} juin 2017 et était employé par la société Hibiscus en tant que prestataire pour réaliser des vols touristiques et de l'instruction. Les travailleurs indépendants sont exclus du champ d'application du Code du travail de Nouvelle-Calédonie.

Pour déterminer le statut d'un travailleur, les droits métropolitain et néocalédonien s'appuient, entre autres, sur l'existence d'un lien de subordination entre le travailleur et le donneur d'ouvrage. En Nouvelle-Calédonie, la notion de subordination se base sur des éléments tels que le fait, pour le salarié, de respecter des consignes précises, d'être contrôlé dans ses tâches, d'être soumis à des horaires de travail, d'avoir à disposition le matériel nécessaire et d'avoir une rémunération basée sur une grille tarifaire définie par l'employeur. Lorsqu'une notion de subordination existe entre un travailleur et un employeur, le travailleur n'est pas considéré comme indépendant, et le droit du travail néocalédonien s'applique pleinement.

Plusieurs éléments parmi ceux mentionnés ci-dessus permettent de caractériser l'existence d'un lien de subordination concernant la relation entre la société Hibiscus et le pilote de l'accident. Les dispositions du Code du travail néocalédonien s'appliquaient donc au pilote.

En termes de temps de travail et de repos, le Code du travail néocalédonien impose les garanties minimales suivantes :

- « *La durée légale du travail effectif des salariés est fixée à trente-neuf heures par semaine* ».
- « *La durée quotidienne du travail effectif par salarié ne peut excéder dix heures, sauf dérogations accordées par l'inspecteur du travail ou prévues par voie conventionnelle* ».
- « *Au cours d'une semaine, la durée du travail ne peut dépasser quarante-huit heures* ».
- « *Le repos hebdomadaire est obligatoire* ».
- « *Le repos hebdomadaire a une durée minimale de vingt-quatre heures consécutives* ».

Les règles concernant les limitations des temps de vol en transport aérien commercial ne s'appliquent pas aux pilotes d'ULM.

2.3 Renseignements sur le pilote

2.3.1 Généralités

Le pilote, âgé de 31 ans, a obtenu son brevet d'ULM fin mai 2016 et son autorisation d'emport de passager un mois plus tard. Il a obtenu sa qualification d'instructeur ULM fin avril 2017 après deux mois de stage, au cours duquel il a également obtenu une attestation de stage de vol en formation. Dans le cadre de cette formation, le pilote a été amené à réaliser des huit paresseux comme exercice éducatif pour la coordination des commandes. Il a rejoint à l'issue la société Hibiscus avec 200 heures de vol environ.

Dans les trois mois précédent l'accident, le pilote a effectué 437 heures de vol pour le compte de la société. Au cours de cette période, le pilote a volé tous les jours, sauf cinq. Au cours du dernier mois, il a réalisé 178 heures de vol dont 80 heures sur le 57BMY. Il totalisait environ 700 heures de vol au moment de l'accident.

Les personnels de la société Hibiscus, son instructeur et son entourage le décrivent comme un pilote doué, disposant de bonnes capacités techniques et ayant une bonne hygiène de vie. Les personnes ayant vu le pilote le jour de l'accident indiquent qu'il était en forme et pas particulièrement fatigué ce jour-là. Cependant, quelques jours avant l'accident, le pilote avait confié à des proches qu'il était épuisé et qu'il avait besoin de repos. Il avait notamment indiqué qu'il ne trouvait plus de temps à consacrer à sa famille et qu'il ne rentrait chez lui que pour manger et dormir du fait de ses horaires étendus. Selon eux, il montrait des signes évidents d'une fatigue importante, qu'ils estiment liés à son rythme de travail très soutenu.

2.3.2 Temps de travail

Une journée type de vol proposée par Hibiscus comprend huit créneaux d'une durée d'une heure trente échelonnés de 6 h à 18 h. Un créneau optionnel est également ajouté en fin de journée. Ces créneaux d'une heure trente comprennent l'accueil des clients par l'équipe d'Hibiscus, la présentation des consignes par les pilotes et la réalisation des vols (pour un vol d'une heure dans la plupart des cas). Les pilotes non-salariés d'Hibiscus, comme c'était le cas pour le pilote de l'accident, sont rémunérés à l'heure de vol. Un pilote affecté sur le premier créneau du matin doit arriver en général une heure en avance afin de préparer les ULM pour l'arrivée des premiers clients de la journée.

Au cours des trois derniers mois, le pilote a effectué, à de très rares exceptions près, au moins cinq créneaux de vol par jour. Le 10 novembre 2017, soit quatre jours avant l'événement, le pilote a réalisé neuf heures de vol, ce qui signifie qu'il a été affecté sur l'ensemble des créneaux de la journée.

Le tableau ci-dessous synthétise les informations extraites des fiches quotidiennes de vol du pilote pour les trois mois précédent l'accident. Les éléments figurant en rouge identifient les dépassements des garanties minimales prévues par le Code du travail néocalédonien, en considérant qu'un vol représente 1 h 30 de travail effectif⁽¹¹⁾.

Semaine	Temps de vol	Nombre de vols	Nombre de journées à 7 vols ou plus	Nombre de jours de repos de 24 h consécutives
07/08/2017 – 13/08/2017	44 h 00	47	5	0
14/08/2017 – 20/08/2017	38 h 56	44	3	0
21/08/2017 – 27/08/2017	28 h 15	29	0	0
28/08/2017 – 03/09/2017	12 h 24	13	0	2
04/09/2017 – 10/09/2017	13 h 37	14	0	2
11/09/2017 – 17/09/2017	34 h 00	35	2	0
18/09/2017 – 24/09/2017	32 h 18	33	0	0
25/09/2017 – 01/10/2017	35 h 01	36	1	0
02/10/2017 – 08/10/2017	37 h 15	43	4	0
09/10/2017 – 15/10/2017	39 h 44	41	4	1
16/10/2017 – 22/10/2017	32 h 19	35	0	0
23/10/2017 – 29/10/2017	40 h 30	42	3	0
30/10/2017 – 05/11/2017	39 h 13	41	2	0
06/11/2017 – 12/11/2017	47 h 48	51	5	0

⁽¹¹⁾Les garanties minimales sont ainsi dépassées dès que le pilote réalise au moins sept vols dans une journée ou au moins 33 vols dans une semaine.

2.4 Renseignements sur l'aéronef

2.4.1 Généralités

⁽¹²⁾Electronic Flight Information System (Système permettant l'affichage électronique des paramètres de vol).

L'ULM FK14 Polaris type le Mans est un ULM multiaxe performant à ailes basses et train classique. Celui de la société Hibiscus a été acheté avec une soixantaine d'heures de vol. Il peut être équipé d'une verrière ouverte de type « *torpèdo* » ou d'une bulle complète et possède une instrumentation glass cockpit avec deux EFIS⁽¹²⁾ Skyview Dynon D700 et D1000. Le FK14 n'est pas équipé d'avertisseur de décrochage et ne dispose pas d'indicateur de facteur de charge.

Le manuel d'utilisation de l'ULM précise que la vitesse de décrochage en lisse est de 86 km/h à la masse maximale et que la vitesse à ne jamais dépasser est de 250 km/h.

2.4.2 Limitations et procédures d'urgences

Le manuel d'utilisation de l'ULM précise dans la section « *Limitations* » que la voltige, les vrilles et les inclinaisons supérieures à 60° sont interdites. Il met particulièrement en garde les utilisateurs sur les dangers de la vrille et la difficulté d'en sortir. Dans certains cas, la vrille n'est pas récupérable.

2.9. Maneuvers

The FK 14 is an approved Ultralight or Light Sport Aircraft (LSA), (in USA according FAA S-LSA).

Acrobatic maneuvers, including spins, bank angles greater than 60°, as well as IFR and VFR night are prohibited.

Note regarding spins: In the light aircraft/ultralight category spinning is strictly prohibited and is not required to demonstrate during flight test program.

Despite this, all FK aircraft have also been tested regarding their general spin characteristics. In general it is important to know that a spin is a very complex flight condition and relates to many individual factors like weight, centre of gravity, mass distribution, aerodynamic conditions, number of spin turns already performed, kind of control deflections already made and so on. For example, the spinning characteristic of the same aircraft on the same day can differ significantly because of differences in mass distribution or dirt on surfaces. This can cause a "non recoverable" spin-condition!

In practice this means that flying into stalls on purpose must be avoided and recovery procedures have to be performed immediately!

Spinning any aircraft which is not certified for this maneuver is extremely dangerous! The onset of a stall is indicated to the pilot by many factors like IAS, stick pressure, horizon level. Stalls can also be result from abrupt control deflections / changes in angle of attack!

Figure 4 : extrait du manuel d'utilisation (section « *Limitations* »)

Le manuel d'utilisation indique également, à titre informatif, une procédure de sortie de vrille dans le cas d'une mise en vrille involontaire.

2.4.3 Installation à bord

Cet aéronef possédant des commandes de vol à droite et à gauche, Hibiscus demande aux pilotes lors des vols touristiques de reculer au maximum le siège de droite où est assis le passager. Cela rend ainsi le manche et les palonniers plus difficiles d'accès pour le client.

2.5 Examen du site et de l'épave

L'épave est retrouvée dans un récif corallien à la limite du lagon. Du fait de l'immersion de l'épave, des courants, de la marée et de l'absence de moyens de levage, l'examen de l'épave a été limité. Il n'a pas mis en évidence d'anomalie antérieure à l'impact.

L'ULM était équipé d'un parachute de secours qui a été retrouvé déployé dans l'eau et toujours attaché à l'aéronef. L'examen de l'ensemble montre que la fusée du système pyrotechnique du parachute a été déclenchée mais que la poignée d'activation du parachute est toujours en place dans son logement, sans la goupille de sécurité. Le cran qui maintient la poignée en position rentrée est en place, signe qu'elle n'a pas été tirée. De plus, aucun ressort de rappel qui permettrait à la poignée de revenir dans sa position initiale n'est présent dans ce système. Par conséquent, le parachute de secours a été déployé à l'impact suite aux déformations de la cellule, sans action volontaire du pilote ou du passager.

Les deux EFIS Dynon Skyview ont été prélevés sur l'épave afin d'analyser les données enregistrées dans leur mémoire interne (voir § 2.8).

2.6 Renseignements sur les conditions météorologiques

Le rapport d'observation météorologique (METAR) de l'aéroport de Koné enregistré à 6 h 30 indique un vent du 080° pour 5 kt, une situation CAVOK et une température de 22 °C.

D'après les deux autres pilotes en vol lors de l'événement, les conditions aérologiques étaient très stables, sans rafale de vent et ne présentaient aucune activité thermique.

2.7 Examen des enregistrements vidéo

Les vidéos enregistrées par la caméra accrochée à l'aile de l'Alpha Trainer participant au vol en formation ont pu être analysées.

Les manœuvres précédant l'accident ainsi que l'événement en lui-même ont été filmés. Il apparaît que le pilote de l'aéronef a effectué trois virages à grande inclinaison sous forte pente de montée au-dessus du Trou Bleu sans incident, avant d'en réaliser un quatrième dont la description est faite ci-dessous.

Lors de la manœuvre, l'assiette et l'inclinaison de l'ULM augmentent jusqu'à atteindre de fortes valeurs. L'ULM débute un virage à droite avec du dérapage à droite et l'ULM part en tonneau déclenché (point ❸ de la figure 2). Puis l'ULM part en vrille à droite et effectue deux tours et demi en cinq secondes environ. La vrille s'aplatit ensuite et l'aéronef effectue quatre tours et demi en dix secondes environ avant l'impact avec la surface de l'eau.

2.8 Examen des données des EFIS Dynon Skyview D700 et D1000

2.8.1 Données enregistrées

L'avionique Skyview affiche les paramètres de vol (dont la trace GNSS) et moteur, puis les enregistre dans une mémoire non-volatile. Les données sont enregistrées avec une période d'échantillonnage de 250 ms ; les dernières 30 minutes sont enregistrées avec une période d'échantillonnage de 60 ms. Ces données sont issues d'un enregistreur non certifié et non imposé par la réglementation.

Douze vols dont celui de l'événement étaient enregistrés dans la mémoire des deux EFIS.

Les données présentes dans le D700 et le D1000 étaient identiques à une seconde près. Le D700 ayant enregistré une seconde de plus, ses données ont été analysées. Il manque cependant les cinq dernières secondes de l'événement.

2.8.2 Vol de l'événement

Les figures 1 et 2 présentées précédemment montrent les profils verticaux et horizontaux de la trajectoire de l'aéronef.

La figure 6 présente les principaux paramètres pour la fin du vol et la réalisation des manœuvres.

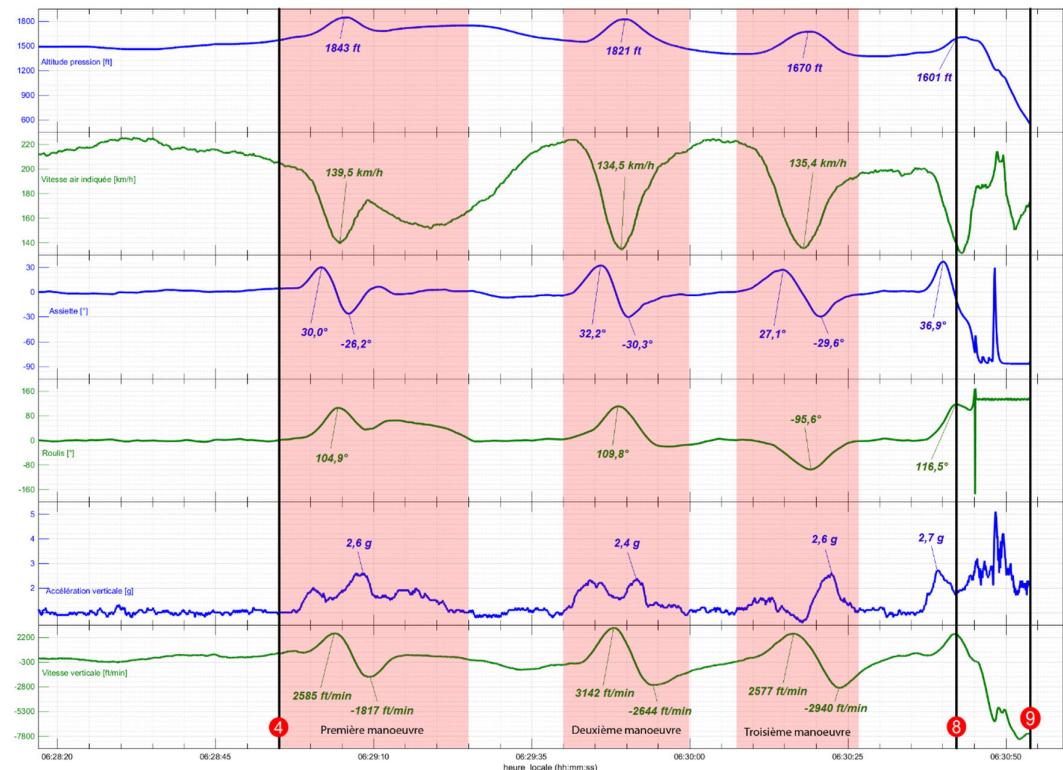


Figure 5 : évolution des principaux paramètres de vol lors de la réalisation des manœuvres

Les quatre virages présentent des paramètres similaires. Au cours de chacun de ces virages :

- le facteur de charge dépasse 2,4 g, atteignant 2,7 g pour le dernier virage ;
- l'inclinaison est supérieure à 90° (ULM sur le dos), dépassant 116° lors du dernier virage précédent la perte de contrôle ;
- l'assiette à cabrer dépasse 27°, atteignant 37° au cours du dernier virage ;
- les variations d'assiette moyennes sont comprises entre 10°/s et 15°/s, atteignant 20°/s pour le dernier virage ;
- la vitesse air varie significativement à la baisse puis à la hausse.

Les paramètres associés au moteur, non présentés dans la figure précédente, sont cohérents entre eux et montrent que le moteur était en fonctionnement jusqu'à la fin de l'enregistrement.

Il n'y a pas d'enregistrement de paramètres relatifs à la symétrie du vol.

⁽¹³⁾Au moins l'une des valeurs de facteur de charge, d'assiette ou d'inclinaison est similaire à celles observées le jour de l'accident.

⁽¹⁴⁾Le manuel d'utilisation de l'ULM indique un facteur de charge maximal de 4 g.

2.8.3 Vols précédents

Les vols précédant l'accident ont également été analysés ; il en ressort les points suivants :

- sur les onze vols précédents enregistrés, huit comportent au moins un virage similaire⁽¹³⁾ à ceux des manœuvres de l'accident ;
- les valeurs maximales de certains paramètres enregistrés sont les suivantes :
 - facteur de charge maximal : 3,2 g⁽¹⁴⁾,
 - inclinaison maximale : 130°,
 - assiette maximale : 40°.
- sur ces huit vols comportant des manœuvres, trois ont été réalisés par le chef pilote.

3 - ENSEIGNEMENTS ET CONCLUSION

3.1 Conclusion

Dans le cadre de vols touristiques, des manœuvres avec le 57BMY étaient régulièrement réalisées par la société Hibiscus au-dessus de points d'intérêt. Au sein de la société, ces manœuvres étaient décrites oralement comme étant des huit paresseux. Cependant, l'enquête a permis d'établir qu'elles s'apparentaient à de la voltige avec des valeurs et variations importantes de roulis, d'assiette et de facteur de charge. La pratique régulière de telles manœuvres en dehors du domaine de vol de l'aéronef par des pilotes non formés à la voltige les exposait, ainsi que leurs passagers, au risque de perte de contrôle.

La société avait mis en place, sans que la réglementation ne l'oblige, un ensemble de bonnes pratiques par l'intermédiaire de documents cadrant son activité. Toutefois, les manœuvres acrobatiques régulièrement effectuées par le chef pilote et le pilote de l'accident ne sont mentionnées nulle part. La banalisation dans l'exécution des manœuvres a contribué à diminuer progressivement leur niveau de conscience des risques liés à de telles pratiques. La participation active du chef pilote à ces manœuvres ne l'a pas conduit à corriger les dérives installées dans la société.

L'enquête a mis en évidence que le pilote de l'accident réalisait un nombre très important de vols au cours de journées aux horaires étendus et n'a bénéficié que d'un très faible nombre de jours de repos.

Cette pratique intense du pilotage, qui a entraîné un niveau de fatigue important chez le pilote, n'a été identifiée ni par les cadres de la société ni par le pilote comme pouvant altérer ses capacités de pilotage. Les responsables d'Hibiscus considéraient, comme le pilote, que ce dernier travaillait comme prestataire pour la société. Dans ce cadre, le pilote ne respectait pas les garanties minimales du Code du travail de Nouvelle-Calédonie. Cependant, l'enquête a montré qu'au vu du lien de subordination entre la société et le pilote, les dispositions du Code du travail étaient applicables. Le respect des garanties minimales aurait permis de réduire le temps de travail du pilote et aurait ainsi pu limiter son niveau de fatigue.

C'est dans ce contexte que le pilote a perdu le contrôle de l'ULM lors d'une manœuvre acrobatique réalisée à une altitude de 1 500 ft. Compte tenu des paramètres observés, il est probable que l'ULM ait décroché de façon dissymétrique lors d'un virage à forte inclinaison en montée entraînant une augmentation importante de l'incidence et du facteur de charge. Cette perte de contrôle a conduit l'ULM à s'installer dans une vrille. En l'absence d'un apprentissage spécifique, le pilote n'était pas en mesure de reconnaître le phénomène de vrille et d'appliquer sans délai les actions permettant d'en sortir.

Le parachute balistique de sécurité équipant l'ULM n'a pas été activé par le pilote au cours de la chute. Il est possible que l'attention du pilote, désorienté par le caractère très dynamique de la vrille, se soit concentrée sur la compréhension de cette situation probablement jamais rencontrée par le passé. Les informations transmises dans le même temps sur la fréquence par le chef pilote ont également pu l'inciter à chercher avant tout à récupérer le contrôle de l'ULM plutôt qu'à utiliser le parachute.

3.2 Actions de sécurité en cours

⁽¹⁵⁾https://www.bea.aero/uploads/tx_elydbrapports/BEA2017-0382.pdf

Le 1^{er} juillet 2017, l'ULM identifié 01-ACM a été accidenté⁽¹⁵⁾ lors d'un vol commercial avec un passager, causant la destruction de l'aéronef. Au cours de ce vol, une abattée s'est soudainement produite alors qu'ULM était en montée. L'enquête n'a pas permis d'établir les causes de cette abattée, qui a conduit à la perte de contrôle de l'ULM. Le pilote a actionné le parachute, ce qui a permis d'atténuer les conséquences de l'événement qui n'a abouti à aucune conséquence corporelle pour les deux personnes à bord.

Lors de cette enquête, le BEA a mis en avant le fait que la majorité des événements mortels en ULM résulte d'une perte de contrôle en vol. En particulier, entre 2015 et 2017, une perte de contrôle s'est produite dans trois des cinq accidents mortels enquêtés par le BEA survenus lors d'un vol commercial avec un passager, incluant l'accident du 57BMY. Seul ce dernier était équipé d'un parachute de secours qui n'a pas été déclenché. Le BEA a donc publié en janvier 2019 deux recommandations⁽¹⁶⁾ de sécurité demandant à la DGAC :

- d'imposer l'installation d'un parachute de secours, lorsque cela est techniquement réalisable, sur tous les ULM qui sont exploités pour des vols locaux à titre onéreux avec passager ;
- d'imposer à toutes les sociétés réalisant en ULM des vols locaux à titre onéreux avec passager qu'elles s'assurent que leurs pilotes ont pris connaissance de la procédure d'utilisation du parachute de secours.

⁽¹⁶⁾Recommandations FRAN 2019-001 et FRAN 2009-002 émises dans le rapport sur l'accident de l'ICP Savannah identifié 01-ACM survenu le 1^{er} juillet 2017 à Vaulx-en-Velin (69) https://www.bea.aero/uploads/tx_elydbrapports/BEA2017-0382.pdf

(17) À la date de publication de ce rapport, seul un très faible nombre de types d'ULM de série sont déclarés aptes à effectuer des vols de voltige dans leur manuel d'utilisation.

(18) Recommandation FRAN-2016-040 émise dans le rapport sur l'accident du Sky Arrow 500 TF identifié 68-TK survenu le 1^{er} août 2014 à Linthal (68) <https://www.bea.aero/uploads/txtelydrapports/68-k140801.pdf>

La réglementation actuelle permet, sans exigence particulière, la réalisation de manœuvres de voltige en ULM, y compris lors de vols à titre onéreux avec passager, à condition que le manuel d'utilisation ne l'interdise pas⁽¹⁷⁾. En juin 2016, le BEA a publié le rapport sur l'accident de l'ULM identifié 68-TK, survenu lors d'un vol commercial avec un passager causant le décès des deux occupants. Dans ce rapport, le BEA a émis une recommandation de sécurité⁽¹⁸⁾ demandant à la DGAC d'étudier l'opportunité de définir des exigences réglementaires pour les activités commerciales en ULM visant à se rapprocher des exigences définies pour l'aviation certifiée.

La DGAC a répondu à ces trois recommandations en indiquant son intention de les prendre en compte dans le cadre d'un projet de révision de l'arrêté du 24 juillet 1991 relatif aux conditions d'utilisation des aéronefs civils en aviation générale, qui fera l'objet d'une concertation avec les usagers. À la date de publication de ce rapport, les réflexions sur cet arrêté sont toujours en cours, et aucune date de mise en application n'est prévue à ce stade.