

**Accident** du Cessna - U206G  
immatriculé **F-GAMJ**  
survenu le 3 juillet 2017  
à Granville - Mont Saint-Michel (50)

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

<b>Heure</b>	Vers 15 h 50 <sup>(1)</sup>
<b>Exploitant</b>	Société Vendée Aviation
<b>Nature du vol</b>	Largage de parachutistes
<b>Personne à bord</b>	Pilote
<b>Conséquences et dommages</b>	Avion fortement endommagé

**Feu électrique en descente, atterrissage d'urgence  
à l'issue d'un vol de largage de parachutistes**

**1 - DÉROULEMENT DU VOL**

Le pilote décolle à 15 h 20 de la piste 25 de l'aérodrome de Granville - Mont Saint-Michel avec quatre parachutistes. En passant l'altitude de 3 000 ft en descente après le largage des parachutistes au FL100, de la fumée apparaît au niveau du tableau de bord. Le pilote émet un message d'urgence sur la fréquence en auto-information de l'aérodrome. Il place sur OFF les interrupteurs des équipements électriques puis, quelques secondes plus tard, celui de la batterie. Alors que les instruments primaires tels que l'anémomètre, l'altimètre et le variomètre cessent de fonctionner, les fumées deviennent plus denses. L'altitude est estimée à environ 2 000 ft et le pilote éprouve des difficultés à respirer. En approche finale, à une hauteur jugée suffisante, il arrête le moteur et réussit à atterrir en piste 07 malgré la fumée dense et les difficultés pour respirer. Il évacue rapidement l'avion et constate que l'avion est en feu au niveau du tableau de bord et du capot moteur.

L'incendie est éteint rapidement à l'aide de deux extincteurs, celui de bord et un second apporté par une personne venue porter assistance.

**2 - RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES**

**2.1 Renseignements sur le pilote**

Le pilote, titulaire d'une licence CPL(A), totalisait 386 heures de vol dont 148 sur type, et 61 dans les 30 jours ayant précédé l'accident, toutes sur type.

Il était employé depuis le 23 mars 2017 par la société Vendée Aviation. Il a été qualifié sur Cessna 206 par un instructeur de la société et assurait les vols de largage de parachutistes pour une société, basée à l'aérodrome de Granville - Mont Saint-Michel, dans le cadre d'un contrat de location avec équipage.

Le pilote indique qu'en raison des difficultés pour respirer, il n'a pas identifié l'origine des fumées. Il n'a pas souhaité utiliser l'extincteur de bord en vol car il n'avait aucune certitude sur l'origine des fumées. Il a également estimé que le produit d'extinction pourrait non seulement rendre encore plus difficile la respiration mais aussi réduire davantage la visibilité. Le pilote explique que pour gérer sa respiration, il a tout d'abord ouvert la fenêtre à sa gauche et tenté de passer sa tête au dehors. En raison du vent relatif, il a ensuite fait des « apnées ». Il ajoute qu'il a volontairement décidé d'ouvrir les aérations, contrairement à ce qui est prévu dans la procédure d'urgence « feu électrique en vol ».

Il précise qu'avant l'atterrissage il a actionné par réflexe la commande de volets pour les positionner en position atterrissage. Il a été surpris de constater que les volets étaient sortis alors que tous les interrupteurs des équipements électriques avaient été placés sur OFF.

Au sol, il a vu des flammes au niveau du tableau de bord et du capot moteur.

## 2.2 Renseignements sur l'avion

### 2.2.1 Procédure d'urgence « feu électrique en vol »

La procédure d'urgence du manuel d'exploitation de la société Vendée Aviation, présente à bord de l'avion, prévoit les actions suivantes :

- |  |               |
|--|---------------|
| <input type="checkbox"/> Master Switch                 | OFF           |
| <input type="checkbox"/> Magnétos                      | Maintenues ON |
| <input type="checkbox"/> Tous les autres interrupteurs | OFF           |
| <input type="checkbox"/> Chauffage, ventilation        | Coupés        |
| <input type="checkbox"/> Aérateurs                     | Fermés        |

Elle ne prévoit pas d'utiliser l'extincteur de bord. La procédure indique également qu'un feu électrique en vol est signalé par une forte odeur d'isolant brûlé.

Le manuel de vol de l'avion, édité par le constructeur de l'avion, prévoit d'utiliser l'extincteur de bord, s'il est disponible, en cas d'incendie d'origine électrique en vol. Il indique également que si l'avion dispose d'un équipement d'oxygène et si la densité de fumée rend la respiration difficile les occupants devraient utiliser cet équipement jusqu'à dissipation de la fumée et de la poudre sèche déchargée par l'extincteur dans la cabine. Il recommande de ventiler la cabine après avoir utilisé un extincteur.

*Note : Les procédures des manuels de vol et d'exploitation ne mentionnent pas l'utilisation de l'extincteur en cas d'incendie moteur en vol.*

Le F-GAMJ disposait d'un extincteur de bord comme le prévoit la réglementation<sup>(2)</sup>. Il n'était pas équipé de protections respiratoires portatives ou d'équipements d'oxygène, conformément à la réglementation pour les vols dont la durée entre le FL100 et le FL130 est inférieure à 30 min.

### 2.2.2 Suivi de navigabilité et maintenance

La société Vendée Aviation délègue le suivi de navigabilité et la maintenance du F-GAMJ à la société Hubert Aviation, organisme approuvé de gestion du maintien de la navigabilité. La maintenance est réalisée suivant les spécifications du manuel d'entretien approuvé en février 2016.

<sup>(2)</sup> Extincteur à poudre sèche placé sous le siège pilote pour lutter contre les incendies de fluides inflammables ou d'origine électrique.

### 2.2.3 Description du circuit électrique

L'avion dispose d'une génération électrique 28 V DC. L'énergie électrique est fournie par un alternateur, et son redresseur, entraîné par le moteur. Une batterie 24 V est également fixée dans le compartiment moteur, le long de la cloison pare-feu, à gauche.

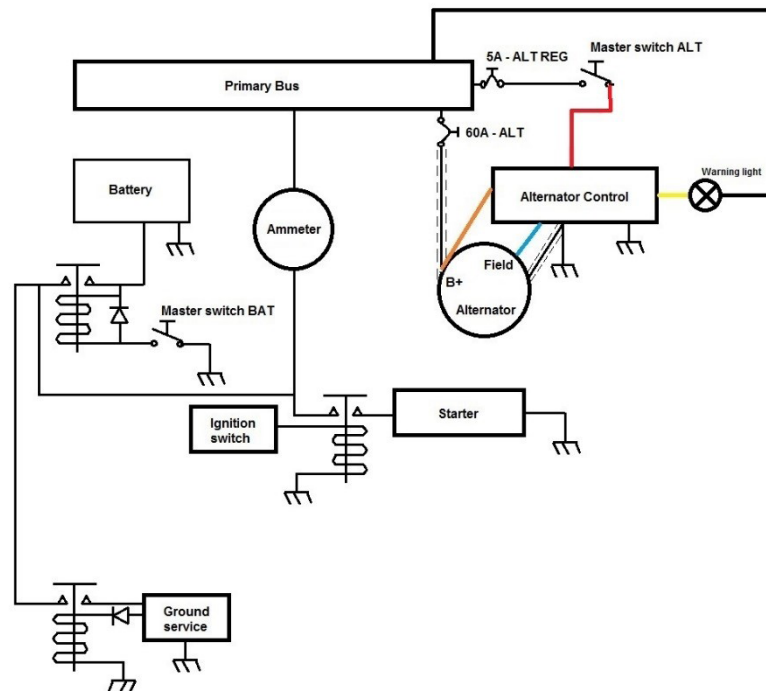
L'interrupteur général (Master Switch) se situe sur le tableau de commande. Il est double, de type à basculement (ON/OFF) et porte la mention « *Master* ». La partie droite porte la mention BAT et la partie gauche la mention ALT. En fonctionnement normal, les deux interrupteurs sont positionnés sur ON. Si l'interrupteur BAT est positionné sur ON et ALT sur OFF, l'alternateur est alors isolé du système électrique. Ce dernier n'est ainsi alimenté que par la batterie.

L'alternateur alimente électriquement une barre bus. Cette alimentation est protégée par un disjoncteur 60 A et régulée par un contrôleur (Alternator Control). L'alternateur est relié au contrôleur par une liaison bifilaire, à la barre bus par un câble de puissance et enfin à la masse par une ligne de masse.

Les contrôleurs prévus pour équiper l'avion surveillent la tension de la barre bus et commandent en conséquence l'excitation de l'alternateur. Cette fonction d'asservissement permet de maintenir la tension du bus dans une plage spécifiée (environ 28-29 V dans ce cas).

<b>Installation originale (cf. document du constructeur)</b>	<b>Différences constatées sur le F-GAMJ</b>
<p>Le contrôleur est de marque LAMAR Technology et de modèle DGR5.</p> <p>Ce modèle régule la tension et ne comprend pas de circuit de protection.</p>	<p>Le contrôleur est de la même marque mais de modèle DGR3.</p> <p>Ce modèle intègre une protection de surintensité du courant d'excitation qui se déclenche dès que son intensité est supérieure à 6 A (la normale est inférieure à 4). Ce contrôleur intègre également une protection contre les surtensions qui se déclenche pour des tensions de bus supérieures à 31,8 V.</p>
<p>Une unité additionnelle assurant la protection de surtension doit être installée.</p>	<p>Le F-GAMJ est également équipé d'une unité de protection de surtension.</p>

Le schéma de principe du circuit électrique est présenté ci-dessous. Il ne présente pas l'unité de protection de surtension dont le câblage, sur le F-GAMJ, n'a pu être établi avec certitude en raison des dommages et de l'absence d'information dans la documentation de l'atelier de maintenance.



Source : BEA

Schéma de principe du circuit électrique du F-GAMJ

## 2.3 Dommages à l'avion

Les endommagements sont concentrés sur le côté gauche du poste de pilotage, dans une zone restreinte et exigüe :

- axe longitudinal de l'avion : entre la cloison pare-feu et le tableau de bord ;
- axe transversal : entre le fuselage et l'axe du manche ;
- axe vertical : entre la casquette du tableau de bord et le plan inférieur de ce dernier.

### 2.3.1 Extérieur de l'avion

Les dommages sont localisés sous le pare-brise, sous la forme d'une zone opaque sur le côté gauche. De la suie est présente au droit des entrées d'air de part et d'autre de la cabine. La cellule est noire du côté gauche de la cellule, au droit des instruments situés les plus à gauche du tableau de bord et juste derrière l'entrée d'air latérale.



Source : BEA

Côté gauche de l'avion

Le compartiment moteur ne présente pas d'endommagement.

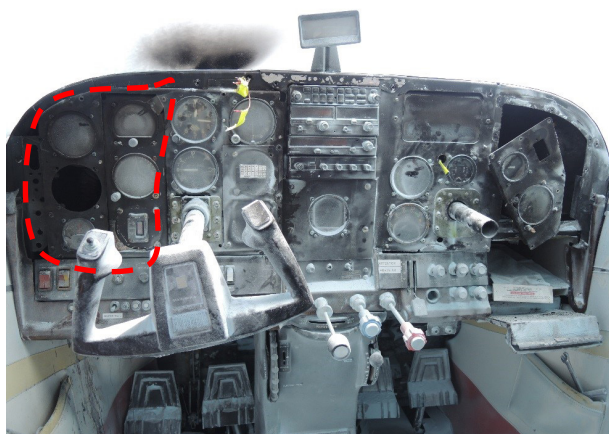
### 2.3.2 Intérieur de l'avion

La surface intérieure de l'aéronef est recouverte de produit d'extinction vaporisé après l'atterrissage par le pilote avec l'extincteur de bord.

Le pare-brise n'est plus transparent en raison du produit d'extinction et de son rendu opaque dû au dégagement de chaleur. Une zone noircie s'étend du droit de la casquette couvrant le tableau de bord jusqu'à la buse de désembuage du pare-brise, côté gauche.

Le tableau de bord est endommagé. Son revêtement a été déformé par la chaleur sur le côté gauche. Dans cette zone, les endommagements majeurs sont situés sur la partie supérieure. Ailleurs, le revêtement est resté en place. À l'extrémité gauche, la casquette, au-dessus du tableau de bord, est brûlée localement.

Les instruments et commandes sont en place à l'exception de l'indicateur de virage qui se trouve derrière le tableau de bord, désolidarisé de ce dernier. De la suie noire est présente entre la cloison pare-feu et le tableau de bord.



Source : BEA

Zone endommagée entre la cloison pare-feu et le tableau de bord

D'un point de vue électrique, un faisceau de câbles très fourni est situé juste derrière le tableau de commande. Plusieurs liaisons filaires sortent de ce faisceau, se regroupent et cheminent le long du fuselage jusqu'au passe-cloison situé le plus à gauche.



Source : BEA

Zone située derrière le tableau de bord, côté pilote

## 2.4 Examens

### 2.4.1 Examens de la laine de verre, des passe-cloisons, des gaines de ventilation BOA, du filtre de vide et des instruments du tableau de bord

Ces éléments ont été détruits ou fortement endommagés par l'exposition à une température supérieure à leur température maximale admissible. Les examens et tests réalisés ont démontré que la laine de verre, les gaines BOA et les instruments du tableau de bord ont été exposés à une température supérieure à 300 °C. La dégradation de ces éléments est vraisemblablement à l'origine des dégagements de fumée décrits par le pilote.

Les examens ont montré également que les endommagements liés aux températures les plus élevées sont localisés dans une zone restreinte contre la cloison pare-feu, dans la zone de passage du câble d'alternateur et le long du fuselage, au droit de l'indicateur de virage, de l'anémomètre et de l'indicateur de la température cylindre.

### 2.4.2 Examen du circuit électrique

Les examens réalisés sur la batterie, l'alternateur, les contacteurs et le disjoncteur 60 A n'ont rien révélé. Plusieurs câbles mêlés, fondus et en contact ont été identifiés derrière le tableau de commande, dans la zone endommagée. Leur endommagement est probablement une conséquence de l'élévation anormale de la température puis de la dégradation de l'isolant des câbles électriques retrouvés en court-circuit.

#### Examen de l'Alternator Control

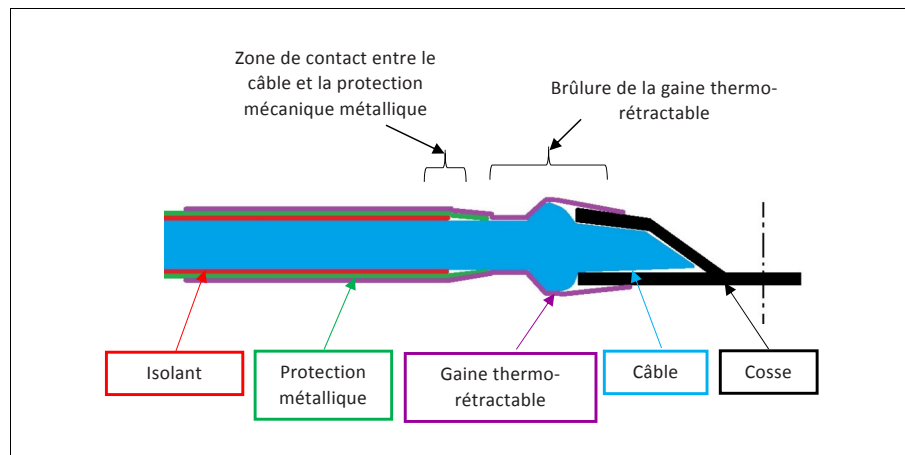
Plusieurs composants internes, associés à la fonction de protection des surtensions, sont détruits. Ce type d'endommagement constitue probablement une conséquence de l'élévation anormale de la température.

## ❑ Examens des câbles d'alternateur

La liaison bifilaire qui relie l'alternateur à l'Alternator Control ne présente aucun endommagement et est raccordée de manière nominale.

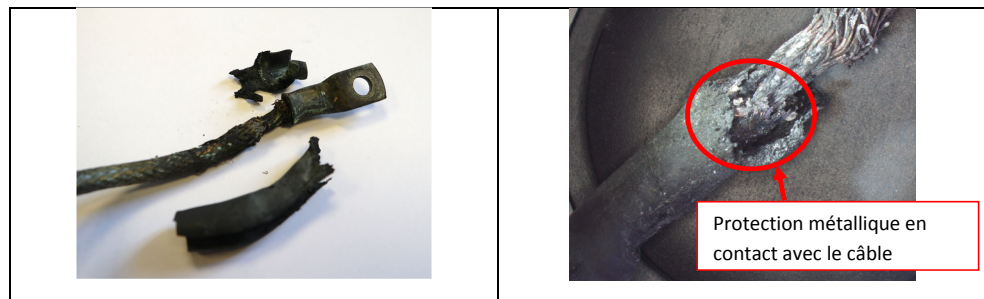
Le câble d'alternateur qui délivre la tension à la barre bus présente des singularités :

- ❑ La cosse de raccordement sur l'alternateur, le blindage métallique et la matière conductrice du câble, normalement séparés par un isolant, sont en contact permanent. La déformation du câble à l'entrée de la cosse provient probablement d'une modification ou d'une réparation dont l'origine n'a pu être déterminée par l'enquête. Cette liaison entre la cosse et le câble d'alternateur ne répond pas aux « critères de qualité » établis par Cessna.



Source : BEA

Schéma de principe de la zone de raccordement entre la cosse et le câble



Source : BEA

Liaison entre la cosse et le câble

Au passage de la cloison pare-feu, le blindage métallique et l'isolant sont détruits et la matière conductrice est à nue. Le blindage présente des traces de fusion locales, signes probables d'arcs électriques.



Source : BEA

Câble d'alternateur en amont de la cloison pare-feu



Source : BEA

État du câble au passage de la cloison pare-feu Traces de fusion locale de la protection métallique

L'examen des dossiers d'entretien de la société Hubert Aviation et les entretiens avec l'électricien de cette société n'ont pas permis de dater ni de connaître l'origine des singularités constatées lors des examens du circuit électrique.

### 3 - CONCLUSIONS

***Les conclusions sont uniquement établies à partir des informations dont le BEA a eu connaissance au cours de l'enquête. Elles ne visent nullement à la détermination de fautes ou de responsabilités.***

#### Scénario

En descente après le largage de parachutistes, un feu d'origine électrique s'est déclenché, probablement en raison du contact à la borne de l'alternateur entre le blindage métallique et la matière conductrice du câble reliant l'alternateur à la barre bus. Ce contact anormal résulte d'une modification ou d'une réparation dont l'origine n'a pu être déterminée. Avec un potentiel correspondant à celui de l'alternateur, le blindage a pu toucher une surface à potentiel inférieur (masse de la structure) lors de son cheminement entre la cloison pare-feu et le tableau de bord. Le câble a alors probablement chauffé ce qui a dégradé le faisceau de câbles derrière le panneau de commande.

### Facteurs contributifs

Ont pu contribuer au feu électrique en vol :

- ❑ Un montage inadéquat d'un câble au niveau de la cosse de raccordement sur l'alternateur. L'origine de ce montage n'a pas pu être déterminée.
- ❑ L'absence de vérification ou une vérification insuffisante après la modification (ou de la réparation) effectuée au niveau de la cosse de raccordement sur l'alternateur.

### Enseignements de sécurité

L'exposition à une situation telle qu'un feu d'origine électrique est rare et provoque une forte charge émotionnelle. Face à la soudaineté de l'apparition des fumées et à leur densité, le pilote a cherché en premier lieu à conserver le contrôle de l'avion et de la trajectoire jusqu'à l'atterrissage. Il a ensuite géré les fumées sans avoir connaissance de leur origine en appliquant de mémoire et en adaptant les actions prévues dans les procédures d'urgence.

Le pilote n'a pas utilisé l'extincteur de bord de peur d'augmenter la difficulté pour respirer avec le produit d'extinction. La procédure d'urgence « *Feu électrique en vol* » de la société ne mentionnait pas son utilisation. Malgré les fumées denses, il a réussi à atterrir et le feu a été éteint au sol. L'emport d'un équipement portatif de protection respiratoire, non obligatoire, aurait pu faciliter le contrôle de l'avion et de la trajectoire.