

Rapport

Incident grave survenu le **28 juin 2008**
en approche sur l'aérodrome de Pointe-à-Pitre (971)
à l'**avion DHC-6**
immatriculé **V2-LFL**
affrété par **Leeward Island Air Transport (vol LIA 131)**
exploité par **Carib Aviation**

BEA

Bureau d'Enquêtes et d'Analyses
pour la sécurité de l'aviation civile

Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer, en charge des technologies vertes et des négociations sur le climat

Avertissement

Ce rapport exprime les conclusions du BEA sur les circonstances et les causes de cet incident grave.

Conformément à l'Annexe 13 à la Convention relative à l'Aviation civile internationale, à la Directive 94/56/CE et au Code de l'Aviation civile (Livre VII), l'enquête n'a pas été conduite de façon à établir des fautes ou à évaluer des responsabilités individuelles ou collectives. Son seul objectif est de tirer de cet événement des enseignements susceptibles de prévenir de futurs accidents.

En conséquence, l'utilisation de ce rapport à d'autres fins que la prévention pourrait conduire à des interprétations erronées.

Table des matières

AVERTISSEMENT	1
GLOSSAIRE	5
SYNOPSIS	7
1 - RENSEIGNEMENTS DE BASE	9
1.1 Déroulement du vol	9
1.2 Tués et blessés	10
1.3 Dommages à l'aéronef	10
1.4 Autres dommages	10
1.5 Renseignements sur le personnel	10
1.5.1 Equipage de conduite	10
1.5.2 Equipe de contrôle	11
1.6 Renseignements sur l'aéronef	11
1.6.1 Cellule	11
1.6.2 Moteurs	12
1.6.3 Equipements IFR	12
1.6.4 Système d'avertissement de proximité du sol (TAWS)	12
1.7 Conditions météorologiques	14
1.8 Aides à la navigation	15
1.9 Télécommunications	17
1.10 Renseignements sur l'aérodrome	17
1.11 Enregistreurs de bord	18
1.12 Renseignements sur l'épave et sur l'impact	18
1.13 Renseignements médicaux et pathologiques	18
1.14 Incendie	19
1.15 Questions relatives à la survie des occupants	19
1.16 Essais et recherches	19
1.16.1 Superposition des images météorologiques et de la trace radar	19
1.16.2 Simulation TAWS	21
1.17 Renseignements sur les organismes et la gestion	22
1.17.1 Eastern Caribbean Civil Aviation Authority	22
1.17.2 Carib Aviation	23
1.17.3 Leeward Island Air Transport	24
1.17.4 DGAC	24

1.18 Renseignements supplémentaires	25
1.18.1 Témoignage de l'équipage	25
1.18.2 Témoignages des contrôleurs	27
2 - ANALYSE	29
2.1 Contexte des vols	29
2.2 Conduite de l'approche	29
2.3 TWAS	30
2.4 Cartes d'approche	30
2.5 Enregistreurs	31
3 - CONCLUSIONS	33
3.1 Faits établis par l'enquête	33
3.2 Causes de l'incident	34
4 - RECOMMANDATIONS DE SECURITE	35
4.1 Utilisation du TAWS en VFR	35
4.2 Informations cartographiques de relief	35
4.3 Enregistreurs de vol	35
ANNEXE	37

Glossaire

ADF	Radiocompas automatique
ATIS	Service automatique d'information de région terminale
BEA	Bureau d'enquêtes et d'analyses pour la sécurité de l'aviation civile
CdB	Commandant de bord
DGAC	Direction Générale de l'Aviation Civile
DME	Dispositif de mesure de distance
ECCAA	Eastern Caribbean Civil Aviation Authority
GPS	Système de positionnement global
IAC	Carte d'approche et d'atterrissage aux instruments
IAF	Repère d'approche initiale
IFR	Règles de vol aux instruments
ILS	Système d'atterrissage aux instruments
IMC	Conditions météorologiques de vol aux instruments
LIAT	Leeward Island Air Transport
MEL	Liste d'équipement minimal
METAR	Message d'observation météorologique d'aérodrome
NDB	Radiophare non directionnel
NOTAM	Avis aux navigateurs aériens
OACI	Organisation de l'Aviation Civile Internationale
PF	Pilote en fonction
PNF	Pilote non en fonction
RMI	Indicateur radio magnétique de route
SAFA	Evaluation de la sécurité des aéronefs étrangers
STC	Supplément de certificat de type
TAWS	Système amélioré d'avertissement de proximité du sol
VFR	Règles de vol à vue
VOR	Radiophare omnidirectionnel

Synopsis

Date de l'incident

28 juin 2008⁽¹⁾

Lieu de l'incident

Approche de Pointe-à-Pitre

Nature du vol

Transport public de passagers affrété
Vol international régulier LIA131

Aéronef

De Havilland DHC-6,
immatriculé V2-LFL

Propriétaire

Acquisition Air

Exploitant

Carib Aviation (Antigua)

Personnes à bord

2 pilotes, 7 passagers adultes
et un bébé

⁽¹⁾Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en temps universel coordonné (UTC). Il convient d'y retrancher quatre heures pour obtenir l'heure en Guadeloupe le jour de l'événement.

Résumé

L'avion, en provenance d'Antigua, effectue une liaison régulière vers Pointe-à-Pitre en régime de vol à vue. A l'arrivée, des orages à proximité de l'aérodrome ne permettent pas à l'équipage de poursuivre à vue. Il demande à effectuer l'approche aux instruments. Au cours de la procédure ILS, l'équipage prolonge la branche d'éloignement au-delà du début de la procédure d'inversion afin d'éviter un grain. L'avion passe 2 200 ft en descente dans un secteur où l'altitude de sécurité est de 3 600 ft. Le contrôleur constate l'altitude anormale de l'avion alors que celui-ci est en virage de procédure en direction du relief.

Il demande à l'équipage de remonter à 3 600 ft. L'avion rejoint les axes de l'ILS. La fin de l'approche et l'atterrissage se déroulent normalement.

1 - RENSEIGNEMENTS DE BASE

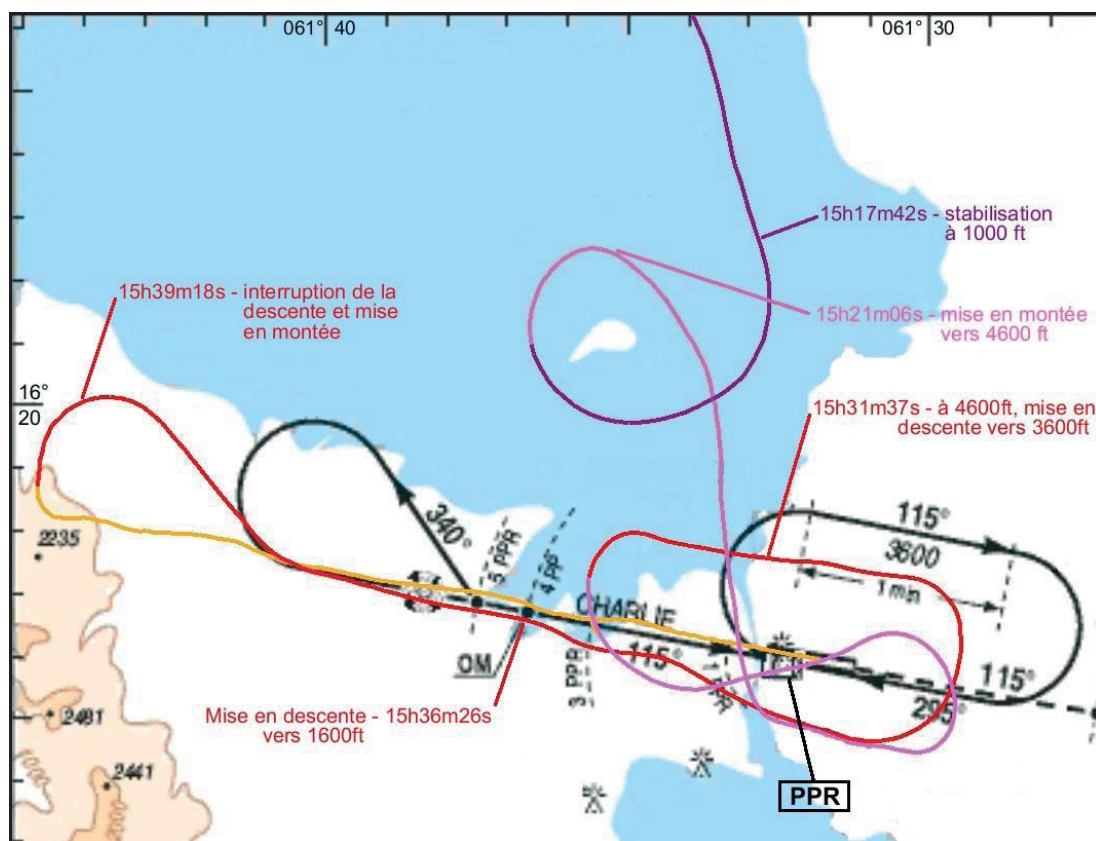
1.1 Déroulement du vol

L'avion décolle de l'aérodrome VC Bird International (Antigua) à 14 h 55 pour un vol commercial réalisé pour le compte de Leeward Island Air Transport sous l'indicatif LIA131. Un plan de vol IFR a été déposé. L'équipage décide d'effectuer le vol en régime VFR, comme il le fait habituellement quand les conditions météorologiques le permettent. La distance à parcourir est de 55 NM. Le copilote est PF. Après une croisière au niveau de vol 55, l'avion, en provenance du nord, descend vers l'aérodrome de Pointe-à-Pitre. Des orages, en provenance du sud de la Guadeloupe, progressent vers le nord-ouest en direction des installations.

Alors que l'avion atteint une altitude d'environ 1 000 ft, l'équipage ne peut poursuivre en conditions de vol à vue. Il effectue un virage de retardement de 360° puis, les conditions ne s'améliorant pas, demande un guidage radar pour l'ILS. Le service radar n'étant pas assuré en raison de problèmes techniques, le contrôleur l'autorise initialement à monter à 4 600 ft et à intégrer le circuit d'attente sur le VOR PPR.

Le PF fait un briefing pour la procédure NDB PTP ILS/DME RWY 11. Au cours de la branche d'éloignement de l'attente, il est autorisé à descendre à 3 600 ft et à effectuer la procédure VOR/DME ILS/DME RWY 11 CHARLIE. Selon le témoignage du copilote, le commandant de bord prend alors la fiche de cette procédure et lui indique qu'il va le guider. A l'issue du circuit d'attente, l'avion passe au travers gauche du VOR. L'équipage poursuit la procédure, à gauche de l'axe d'éloignement. L'avion rejoint l'axe à environ 4,5 NM de PPR et le commandant de bord demande au copilote de descendre vers une altitude de 1 600 ft. Comme ils approchent du point de début de la procédure d'inversion, il lui demande de poursuivre dans l'axe pour éviter un nuage convectif qu'il a en vue. A 8 NM du VOR, il lui demande de virer à droite au cap 340° pour commencer la procédure d'inversion. Au cours du virage de procédure, le contrôleur observe que l'avion est à une altitude anormalement basse compte tenu de sa position et demande à l'équipage de remonter à 3 600 ft. L'avion intercepte le localizer à 12 NM du seuil à 2 600 ft, en montée. L'équipage termine l'approche ILS et arrive en vue de la piste à 1 000 ft.

L'avion est sorti des aires de protection de la procédure et s'est rapproché du relief alors que les conditions météorologiques étaient dégradées. Il était en descente vers 1 600 ft dans une zone où le relief s'élève à 1 500 ft.



☐ **Expérience :**

- totale : 3 935 heures de vol, dont 120 en qualité de commandant de bord sur avion exploité en équipage,
- sur type : 130 heures de vol,
- dans les trois derniers mois : 108 heures,
- dans les trente derniers jours : 46 heures.

Avant de rejoindre Carib Aviation, le commandant de bord avait exercé dans la région en tant que copilote sur DHC-8, avion sur lequel il a réalisé la plupart de ses heures de vol. Il connaissait bien l'aérodrome de Pointe-à-Pitre Le Raizet.

1.5.1.2 Copilote

Homme, 29 ans

- ☐ Licence de pilote professionnel avion (CPL), délivrée par la Eastern Caribbean Civil Aviation Authority, du 12 octobre 2007, valide jusqu'au 30 septembre 2008.
- ☐ Visite médicale sans restrictions du 14 mars 2008.
- ☐ Qualification de type DHC-6 et qualification de vol aux instruments, renouvelées par contrôle en vol le 3 mars 2008, valides jusqu'au 30 septembre 2008.
- ☐ Stage CRM réalisé en janvier 2007 au sein de Carib Aviation.
- ☐ Expérience :
 - totale : 715 heures de vol,
 - sur type : 500 heures de vol,
 - dans les trois derniers mois : 140 heures,
 - dans les trente derniers jours : 56 heures.

1.5.2 Equipe de contrôle

L'équipe en fonction à la tour de Pointe-à-Pitre était constituée de cinq contrôleurs. Au moment de l'événement, quatre contrôleurs étaient en poste, deux au contrôle d'approche, deux au contrôle local dont le chef de tour, le cinquième était en pause.

1.6 Renseignements sur l'aéronef

1.6.1 Cellule

- ☐ Constructeur : De Havilland
- ☐ Type : DHC-6
- ☐ Immatriculation : V2-LFL
- ☐ Mise en service : 1970
- ☐ Certificat de navigabilité : valide jusqu'au 8 août 2008

1.6.2 Moteurs

	Moteur n° 1	Moteur n° 2
Constructeur	Pratt & Whitney	Pratt & Whitney
Type	PT6	PT6

Vitesses d'utilisation mentionnées dans le manuel d'exploitation :

- ☐ Vitesse d'attente en configuration lisse : 100 kt.
- ☐ Vitesse d'approche : 100 kt.
- ☐ Vitesse d'atterrissage : 90 kt.

Le DHC-6 est un avion certifié en catégorie A⁽³⁾.

1.6.3 Equipements IFR

Le V2-LFL est équipé pour réaliser des vols VFR et IFR en transport public. Ses équipements comprennent :

- ☐ un compas magnétique
- ☐ deux indicateurs de virage
- ☐ deux variomètres
- ☐ un transpondeur avec fonction alticodeur
- ☐ un système de radiophare d'approche (marker)
- ☐ un radar météorologique
- ☐ deux récepteurs VOR/ILS et deux indicateurs
- ☐ deux DME
- ☐ deux RMI
- ☐ un ADF⁽⁴⁾
- ☐ un système sonore et visuel d'avertisseur d'altitude sélectionnée
- ☐ deux altimètres
- ☐ un radioaltimètre⁽⁵⁾
- ☐ deux indicateurs de vitesse
- ☐ deux horizons artificiels
- ☐ deux conservateurs de cap.

L'avion n'est pas équipé de pilote automatique.

Trois GPS sont installés : un Bendix King KLN 89B installé sur le panneau central, un Garmin GPS Map 296 portable fixé au niveau de la jonction en Y des manches du pilote et du copilote et un Free Flight 1201 qui alimente le système TAWS. Une étiquette à côté du Bendix King KLN 89B indique « GPS NOT APPROVED FOR PRIMARY NAVIGATION⁽⁶⁾ ».

1.6.4 Système d'avertissement de proximité du sol (TAWS)

Depuis le 1^{er} janvier 2007, tous les avions à turbomachines autorisés à transporter plus de neuf passagers doivent être équipés d'un dispositif avertisseur de proximité du sol à fonction d'évitement du relief explorant vers l'avant (référence OACI, Annexe 6, paragraphe 6.15).

⁽³⁾Les avions sont classés en quatre catégories en fonction de leur vitesse d'approche ; la catégorie A correspond aux avions les plus lents.

⁽⁴⁾La MEL indique que deux ADF sont installés et que les vols peuvent être entrepris avec un seul.

⁽⁵⁾La MEL indique qu'aucun radioaltimètre n'est installé.

⁽⁶⁾GPS non approuvé en tant que source primaire de navigation.

Le V2-LFL est équipé d'un système prédictif de proximité du sol à fonction d'évitement du relief explorant vers l'avant (TAWS) de marque Sandel de type ST3400. Cet équipement comporte également une fonction de navigation RMI.

Il a été installé en juin 2007 par National Aerotech sous le STC n° SA01869NY délivré à Rocky Mountain Aircraft par l'autorité américaine de l'aviation civile. Il utilise entre autres les informations issues du GPS Free Flight 1201 et du radioaltimètre.

Le manuel d'utilisation de l'équipement fait partie de la documentation se trouvant à bord de l'avion. Le manuel de vol de l'avion avait été amendé conformément au STC.

Le constructeur du ST3400 ne préconise pas de maintenance régulière.

L'équipement a été remplacé le 19 mars 2008, l'affichage étant hors service, et le 31 mars 2008 à cause de la présence d'humidité. D'après les manuels de suivi de maintenance, l'équipement installé sur l'avion à la date de l'événement était théoriquement celui portant le numéro de série 3973. Cependant, l'équipement qui se trouvait à bord lors de la visite effectuée par les enquêteurs du BEA sur l'avion portait le numéro de série 3660. Aucune trace relative au changement d'équipement ne figurait dans les documents de suivi de maintenance.

Sur l'équipement n° 3660, les bases de données relatives au terrain (correspondant à la mise à jour de mai 2006) et aux aérodromes (mise à jour de juillet 2006) du TAWS étaient périmées. Il a également été constaté que l'information de cap présentait une erreur de 34° environ. Il est à noter que cette information de cap est utilisée par le système pour sa fonction RMI uniquement. C'est l'angle de route calculé par le GPS qui est utilisé par la fonction d'évitement du relief explorant vers l'avant. L'erreur s'explique vraisemblablement par une erreur de calibration du capteur dédié fournissant l'information de cap.

L'équipage a déclaré ne pas avoir eu de message d'avertissement pendant le vol.

A l'occasion d'un contrôle SAFA effectué le 7 juillet 2008, un équipage de Carib Aviation a déclaré que ce système générait beaucoup de fausses alarmes et, qu'en conséquence, il lui arrivait fréquemment de l'éteindre. Les mentions suivantes ont été relevées sur le carnet de route de l'avion :

- ☐ *GPWS does not display alarm when in range of terrain⁽⁷⁾,*
- ☐ *Radio Altimeter generates TAWS alarm when taxiing⁽⁸⁾.*

Le contrôleur SAFA a indiqué aux enquêteurs qu'il lui semblait que l'équipage avait une connaissance limitée du système, étant donné le peu de réponses apportées à ses questions.

La note suivante apparaît sur le carnet de route à la date du 8 juillet 2008 :

- ☐ *TAWS update expired since July 2006 for airport and May 2008 for Terrain⁽⁹⁾.*

⁽⁷⁾Le GPWS n'affiche pas d'alarme à proximité du terrain.

⁽⁸⁾Le radioaltimètre génère des alarmes TAWS pendant le roulage.

⁽⁹⁾Base de données TAWS expirée depuis juillet 2006 pour les aérodromes et mai 2008 pour le relief (la date d'expiration de la base de données terrain constatée au cours de l'enquête est en fait mai 2006 ; l'indication 2008 résulte probablement d'une erreur de retranscription lors de l'écriture sur le carnet de route - ndlr).

Le GPS Garmin, de type GPS map 296, installé à bord contient également une base de données terrain et présente des informations similaires à celles d'un TAWS. Cependant ce système n'est pas certifié, ne génère pas d'alarme audio et ne se trouve pas dans le champ visuel direct de l'équipage.

1.7 Conditions météorologiques

Une masse nuageuse relativement active, générant de la pluie et des orages, agissait sur le sud de l'arc antillais vers 12 h 00. Dans un flux de sud-est, ces nuages progressaient vers la Guadeloupe.

Quelques averses ont traversé la Basse-Terre entre 14 h 30 et 15 h 00. Une zone plus active a abordé Sainte-Anne vers 15 h 00, pour arriver ensuite sur l'aérodrome et les deux tiers nord de la Basse-Terre à 15 h 45. D'autres averses ont persisté jusqu'à 16 h 45.

Au Raizet, l'observateur a signalé une rafale à 34 kt à 15 h 09 (probablement juste à l'avant des averses orageuses), puis des orages à 15 h 31 :

SPECI TFFR 281509Z 05017G34KT 350V100 2000 BKN016 BKN033 BKN300

26/22 Q1018 BECMG 2000 SHRA FEW015CB BKN018 RMK M0=

SPECI TFFR 281531Z 11016KT 3000 -SHRA FEW017CB SCT025 BKN033 24/23 Q1018 BECMG 2000 SHRA FEW015CB BKN018 RMK M8=

Les METAR concernant la période de la préparation et de la réalisation du vol sont les suivants :

TFFR 281300Z NIL=

TFFR 281400Z 05013KT 340V110 9999 BKN021 SCT045 29/23 Q1018 BECMG 2000 SHRA FEW015CB BKN018=

TFFR 281500Z 01014KT 350V100 9999 BKN023 BKN033 BKN300 29/23 Q1018 BECMG 2000 SHRA FEW015CB BKN018=

TFFR 281530Z 10019KT 3000 -SHRA FEW017TCU SCT025 BKN033 24/23 Q1018 BECMG 2000 SHRA FEW015CB BKN018=

TFFR 281600Z 12004KT 080V180 3000 -SHRA FEW017CB SCT024 BKN033 25/23 Q1018 RETS BECMG 2000 SHRA FEW015CB BKN018=

Le dossier météorologique fourni à l'équipage, préparé à 13 h 10, contenait les messages suivants concernant Pointe-à-Pitre :

TFFR NIL

TFFR 281000Z 281212 10020KT 9999 FEW020 BKN030

BECMG 2224 05010KT 9999 SCT020

BECMG 1012 10020KT 9999 SCT020

PROB40 TEMPO 1224 100G28KT 8000 SHRA BKN015 SCT030

1.8 Aides à la navigation

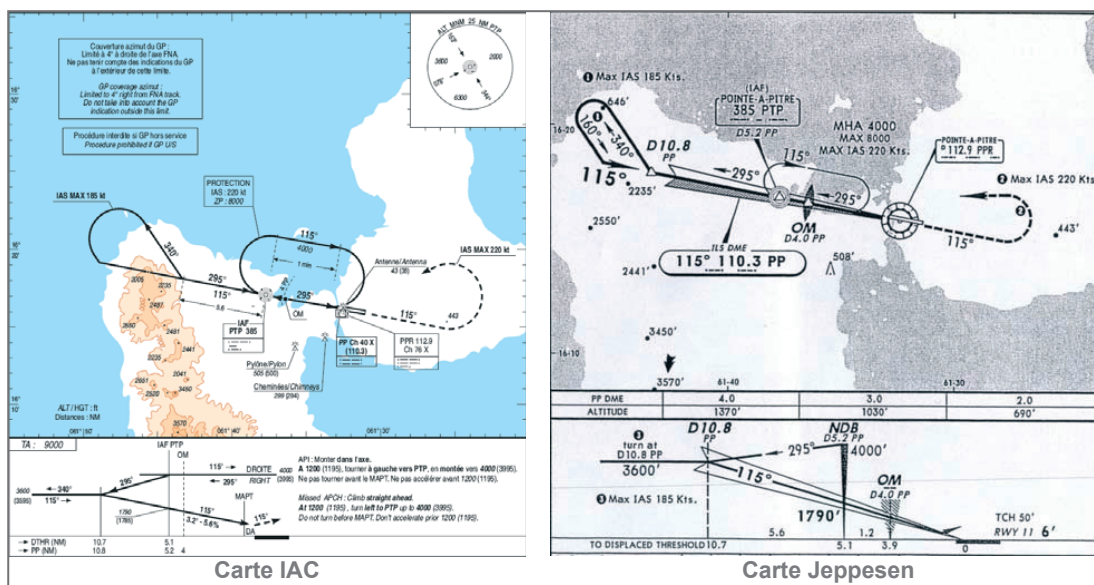
Les procédures d'approche aux instruments à Pointe-à-Pitre Le Raizet s'appuient sur les moyens de radionavigation suivants :

- ❑ le VOR/DME PPR, dont la fréquence est 112,9 MHz,
- ❑ l'ILS/DME PP, dont la fréquence est 110,3 MHz,
- ❑ le NDB PTP, dont la fréquence est 385 KHz.

Ces moyens fonctionnaient le jour de l'événement.

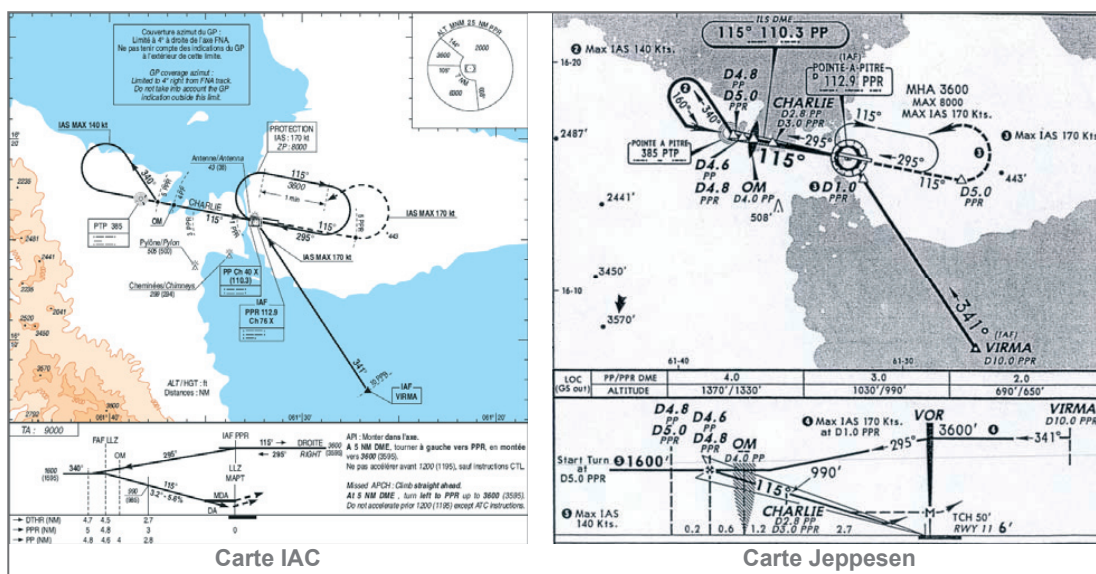
Il existe plusieurs procédures ILS pour la piste 11, basées sur ces moyens, dont les trajectoires sont sensiblement différentes. L'équipage a d'abord réalisé un briefing pour la procédure NDB PTP ILS/DME RWY 11, avant d'être autorisé à la procédure CHARLIE, conçue pour les avions les plus lents. Ces deux procédures sont décrites ci-dessous⁽¹⁰⁾ :

- ❑ Procédure NDB PTP ILS/DME RWY 11 pour les avions de catégorie A,B,C,D : après la verticale de l'IAF PTP à 4 000 ft, l'éloignement s'effectue sur un axe 295° jusqu'à 10,8 NM de PP en descente vers 3 600 ft. La procédure se poursuit par un virage conventionnel sur une route 340°. La descente finale est prévue à 10,7 NM du seuil. L'attente de cette procédure est main droite et s'effectue à la verticale du NDB PTP sur l'axe 115°/295°, à une altitude de 4 000 ft.



- ❑ Procédure VOR/DME ILS/DME RWY 11 (CHARLIE) pour les avions de catégorie A et B : après la verticale de l'IAF PPR à 3 600 ft, l'éloignement s'effectue sur un axe 295°, jusqu'à 5 NM de PPR en descente vers 1 600 ft. La procédure se poursuit par un virage conventionnel sur une route 340° pour intercepter l'axe du localizer. La descente finale est prévue à 4,5 NM du seuil. L'attente de cette procédure est main droite et s'effectue à la verticale du VOR PPR sur l'axe 115°/295°, à une altitude de 3 600 ft.

⁽¹⁰⁾ Les cartes IAC constituent la documentation officielle. L'équipage utilisait la documentation Jeppesen, qui reprend les informations de ces cartes, avec une représentation différente.

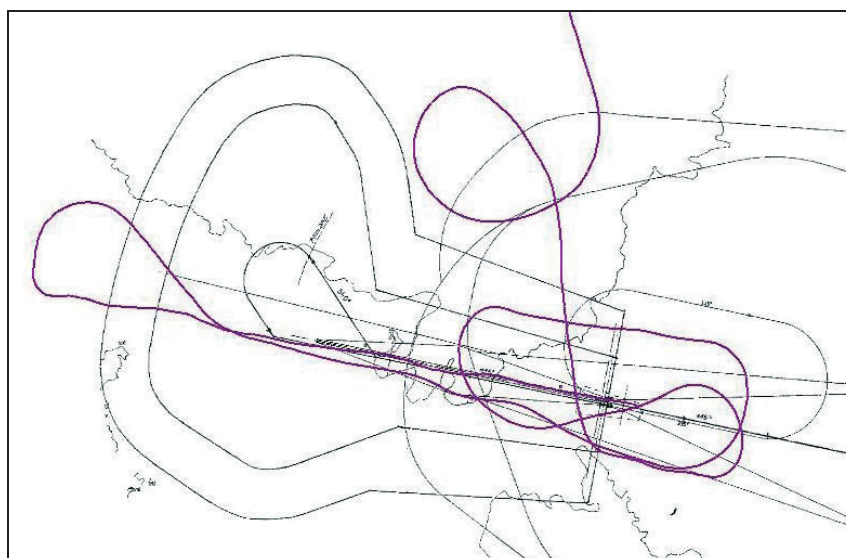


Remarque : les vues en plan Jeppesen ne font figurer les lignes de niveau du relief que lorsque l'altitude de celui-ci est supérieure de 4 000 ft, ou de 2 000 ft dans un rayon de six milles marins, à celle de l'aérodrome. Cela découle de la norme OACI Annexe 4, paragraphe 11.7.2, définissant les critères de représentation du relief. Dans ces cas, tout le relief situé à plus de 500 ft de l'altitude de l'aérodrome doit être représenté sous forme de courbes de niveau.

La France a notifié la différence suivante à la norme du paragraphe 11.7.2 : « *seul le relief au-dessus de 1 000 ft est représenté, mais le seuil de représentation du relief n'est pas de 4 000 ft mais de 1 000 ft* ».

Cette différence, qui s'applique aux cartes IAC, a été introduite pour les raisons suivantes, exposées au BEA par la DGAC : « *D'une part, les seuils de représentation sont plus bas dans le cas des STAR (1 000 ft au-dessus de l'altitude de l'aérodrome), ce qui ne paraît pas logique puisque l'avion est généralement plus haut en phase d'arrivée qu'en phase d'approche.*

En application de la norme du paragraphe 11.7.2, un relief légèrement inférieur à 4 000 ft à plus de six milles marins de l'aérodrome ne sera pas représenté ; par contre, avec un relief dépassant 4 000 ft (par exemple 4 100 ft) à plus de six milles marins, on représentera tout le relief dépassant l'aérodrome de 500 ft. Autrement dit, pour une faible différence, dans le premier cas une courbe de niveau de 3 500 ft ne sera pas représentée alors que dans le second, une courbe de niveau 1 000 ft le sera ». La DGAC a estimé que cela pouvait entraîner des confusions dangereuses pour les pilotes.



La trajectoire de l'avion a été reportée sur le plan d'étude de la procédure sur lequel figurent les aires de protection correspondant aux marges de sécurité définies autour de la trajectoire prescrite. Cette superposition montre que l'avion est sorti des aires de protection.

1.9 Télécommunications

Les échanges radiotéléphoniques avec les services de la circulation aérienne de Pointe-à-Pitre se font sur la fréquence 121,3 MHz avec le service d'approche et 118,4 MHz avec la tour de contrôle. Du fait d'un incendie récent à la tour de contrôle, une tour provisoire était en service et les radiocommunications n'étaient pas enregistrées.

1.10 Renseignements sur l'aérodrome

L'aérodrome de Pointe-à-Pitre Le Raizet est un aérodrome civil ouvert à la circulation aérienne publique. Il est inclus dans une région terminale de vol gérée par l'approche de Pointe-à-Pitre. En temps normal, le service du contrôle radar est assuré. Les altitudes minimales de sécurité radar sont celles de la carte ci-dessous.



A la date de l'incident, et à la suite de l'incendie de la tour de contrôle, la disponibilité du radar n'était pas garantie. Cette information avait été diffusée par NOTAM, ainsi que l'indisponibilité de l'ATIS. Les contrôleurs maintenaient cependant une surveillance radar.

TTPP-A0696/08

- A) TFFR POINTE A PITRE LE RAIZET
- B) 2008 Jun 23 16:49 C) 2008 Jul 30 23:00
- E) NO RADAR SERVICE AVAILABLE

TTPP-A0693/08

- A) TFFR POINTE A PITRE LE RAIZET
- B) 2008 Jun 23 16:00 C) 2008 Jul 30 23:00
- E) ATIS UNSERVICEABLE

Toutefois, le jour de l'événement, la visualisation radar était disponible et a servi aux contrôleurs pour surveiller la trajectoire de l'avion.

1.11 Enregistreurs de bord

La réglementation ne prévoit pas l'installation d'enregistreurs de bord sur ce type d'avion. Le V2-LFL n'en était pas équipé.

Cependant, le TAWS Sandel ST3400 possède une mémoire sur laquelle sont enregistrées au maximum dix heures de vol, sur un maximum de 24 cycles⁽¹¹⁾ d'alimentation.

Cette mémoire a été lue par l'exploitant le 7 juillet 2008 et son contenu a été envoyé à Sandel pour analyse. Vu le délai entre la date de l'événement et la date de lecture, le vol n'était pas enregistré, mais les données enregistrées ont été tout de même utilisées dans le cadre de l'enquête.

La lecture a confirmé que le système installé à la date du 7 juillet était celui portant le numéro de série n° 3660.

Seuls deux vols entre VC Bird International (TAPA) et Le Raizet (TFFR) étaient enregistrés parmi les 24 segments de mémoire, les autres segments correspondant à des mises sous tension non suivies d'un vol effectif.

Les caps au décollage et à l'atterrissage de ces vols ont été examinés :

Aérodrome	QFU	Cap vrai piste	Cap magnétique piste	Route moyenne enregistrée sur la piste	Cap magnétique moyen enregistré sur la piste	Erreur cap magnétique
Décollage TAPA	Non enregistré ⁽¹²⁾					
Atterrissage TFFR	11	101°	115°	100°	84°	31°
Décollage TFFR	11	101°	115°	100°	84°	31°
Atterrissage TAPA	07	58°	73°	57°	83°	-10°

Notes :

- ❑ La déclinaison magnétique est de 14°W sur les aérodromes du Raizet et de VC Bird International.
- ❑ L'erreur de cap constatée au sol par les enquêteurs sur l'avion était de l'ordre de 30°.

L'observation des données enregistrées a également confirmé un problème de calibration de l'information fournie par le radioaltimètre, probablement à l'origine des fausses alarmes générées pendant les phases de roulage.

1.12 Renseignements sur l'épave et sur l'impact

Sans objet.

1.13 Renseignements médicaux et pathologiques

Sans objet.

⁽¹¹⁾A chaque mise sous tension du système, un segment de mémoire est effacé pour permettre l'enregistrement sur ce segment – la mémoire est divisée en 24 segments.

⁽¹²⁾Le vol TAPA-TFFR a été enregistré dans sa globalité en deux segments de mémoire différents. Sur le premier segment, le système ne recevait pas d'information du GPS, mais les données enregistrées indiquent qu'il s'agit d'un décollage et permettent de penser qu'il s'agit du début du vol TAPA -TFFR dont la fin est enregistrée sur le segment suivant. Sur le deuxième segment de mémoire, le système recevait les informations du GPS. On peut supposer que l'enregistrement sur deux segments mémoire différents du même vol est dû à un reset du système au cours de ce vol.

1.14 Incendie

Sans objet.

1.15 Questions relatives à la survie des occupants

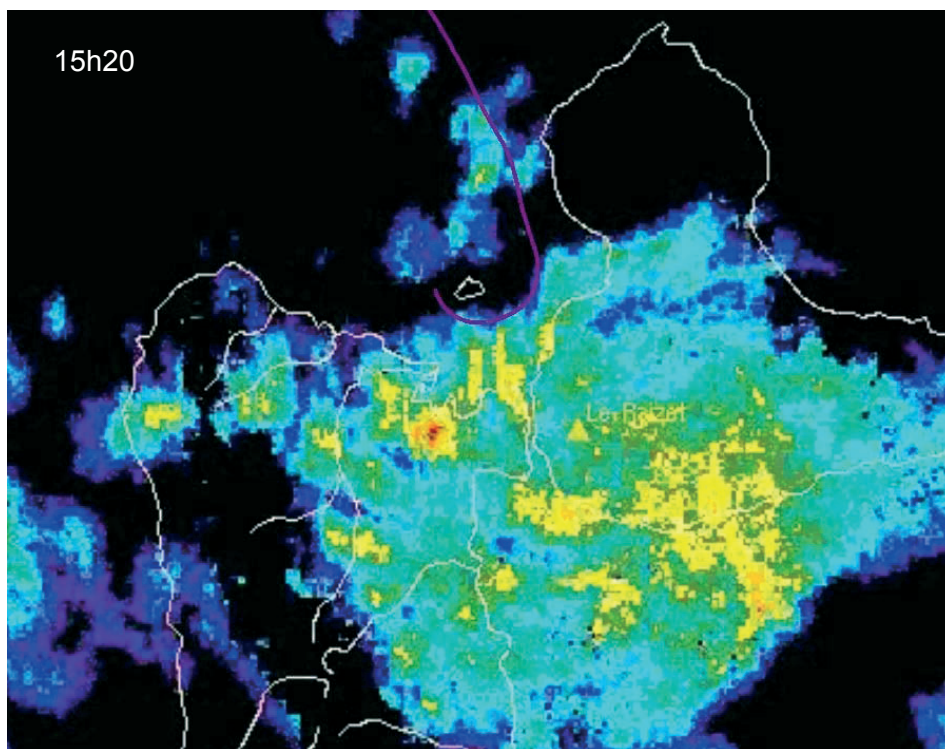
Sans objet.

1.16 Essais et recherches

1.16.1 Superposition des images météorologiques et de la trace radar

L'enregistrement du radar secondaire de Pointe-à-Pitre a été exploité pour évaluer la trajectoire de l'avion (voir paragraphe 1.1). En tenant compte des caractéristiques du radar, on peut déterminer la précision du positionnement des points de la trajectoire : la résolution en altitude est de 100 ft, la précision du positionnement horizontal est de l'ordre de 80 m.

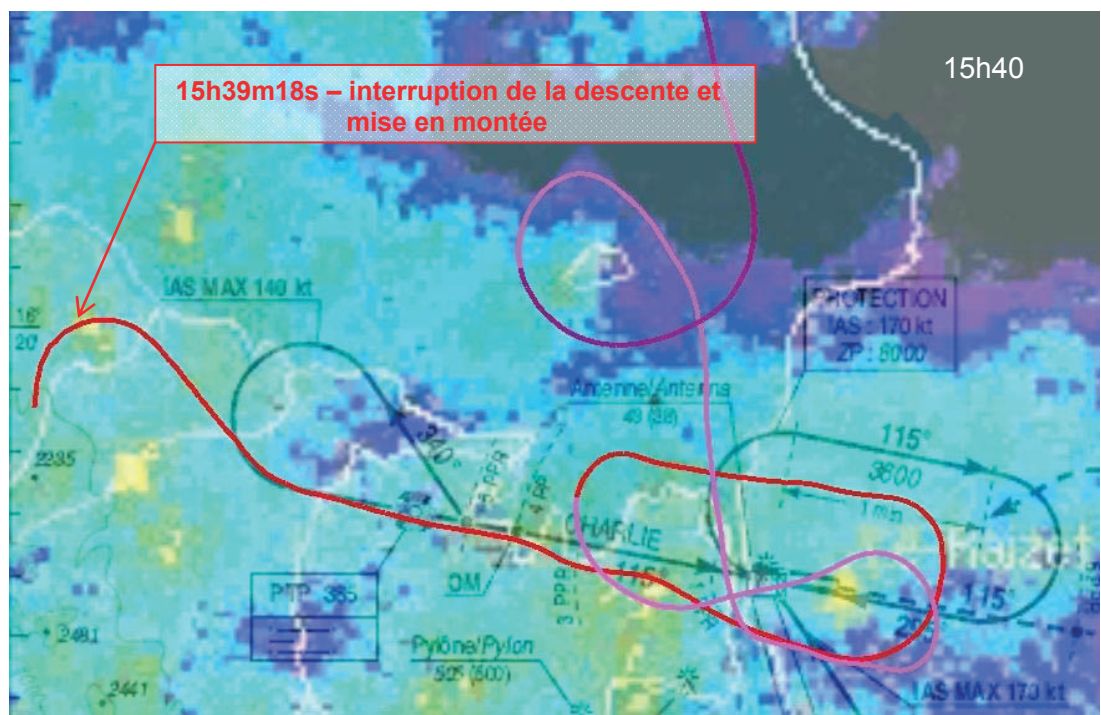
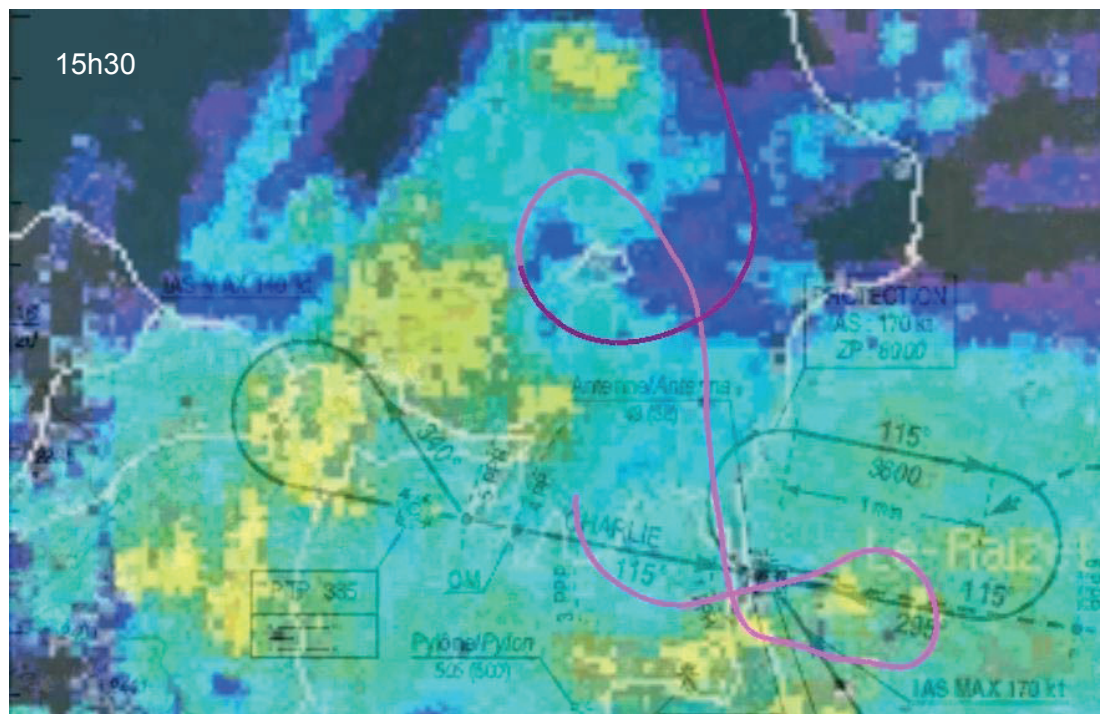
La trajectoire ainsi reconstituée a été superposée aux images des radars météorologiques de précipitations⁽¹³⁾ de 15 h 20, 15 h 30 et 15 h 40.



⁽¹³⁾Sur ces images, les précipitations sont illustrées par des zones colorées dont la couleur indique l'intensité des précipitations, selon l'échelle suivante, croissante de gauche à droite :



Sur les images de 15 h 30 et 15 h 40, la procédure a également été superposée de façon à illustrer la position de la cellule active sur la branche d'éloignement à cette heure. A noter que l'avion se trouvait au point publié de début de la procédure d'inversion à 15 h 36.



La cellule active qui se trouvait sur la branche d'éloignement du virage conventionnel à 15 h 30 a progressé vers l'ouest en s'affaiblissant. On peut estimer qu'elle a pu effectivement apparaître comme un obstacle au moment où l'avion arrivait au point de début du virage d'inversion.

On constate également que pendant le virage de procédure, au moment où le contrôleur a demandé à l'équipage de monter, l'avion se trouvait à proximité d'une des cellules s'affaiblissant.

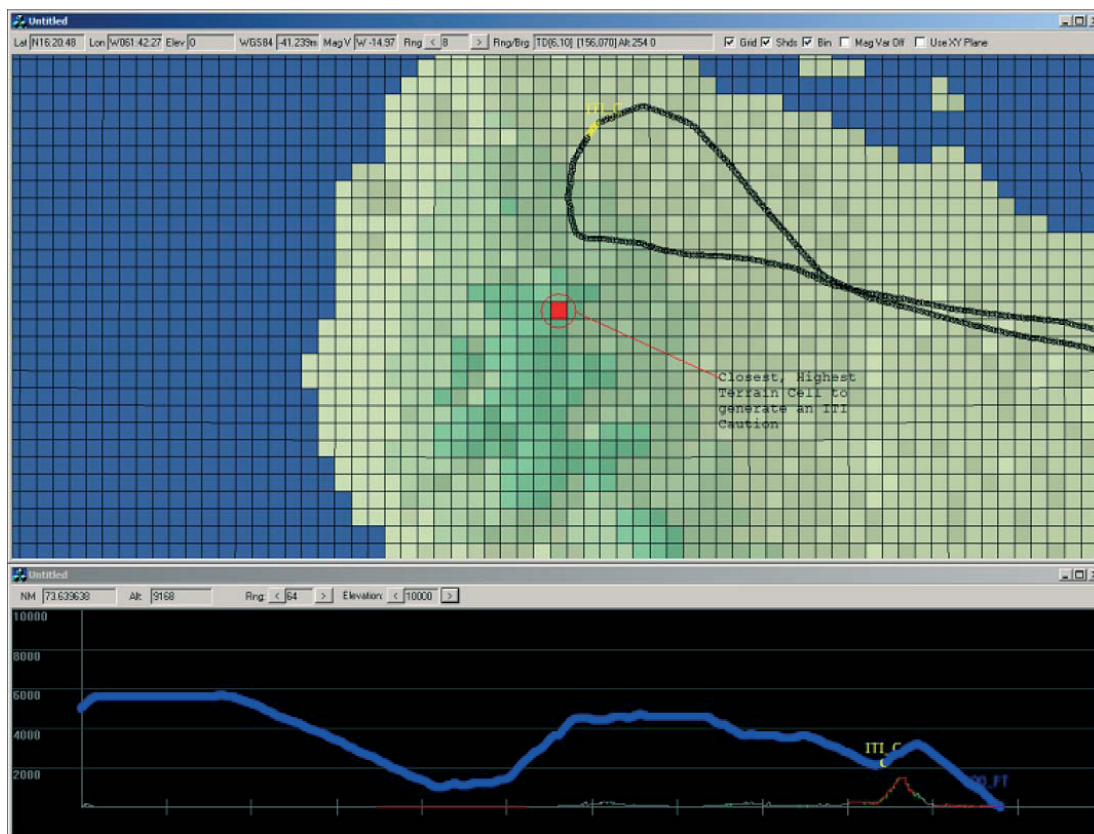
1.16.2 Simulation TAWS

Une trajectoire calculée à partir des données radar a également été fournie à Sandel afin de simuler le fonctionnement du TAWS ST3400 au cours du vol⁽¹⁴⁾.

Pour des raisons techniques, seule la résolution en altitude a pu être prise en compte pour la simulation. L'incertitude horizontale n'a pu l'être et la simulation est basée sur une position théorique au centre de la zone d'incertitude de positionnement horizontal.

Dans l'hypothèse moyenne où l'avion est à l'altitude enregistrée, la simulation a montré qu'une alerte⁽¹⁵⁾ « Terrain Caution » aurait été générée pendant cinq secondes à 15 h 39 min 30, quelques secondes après l'intervention du contrôle.

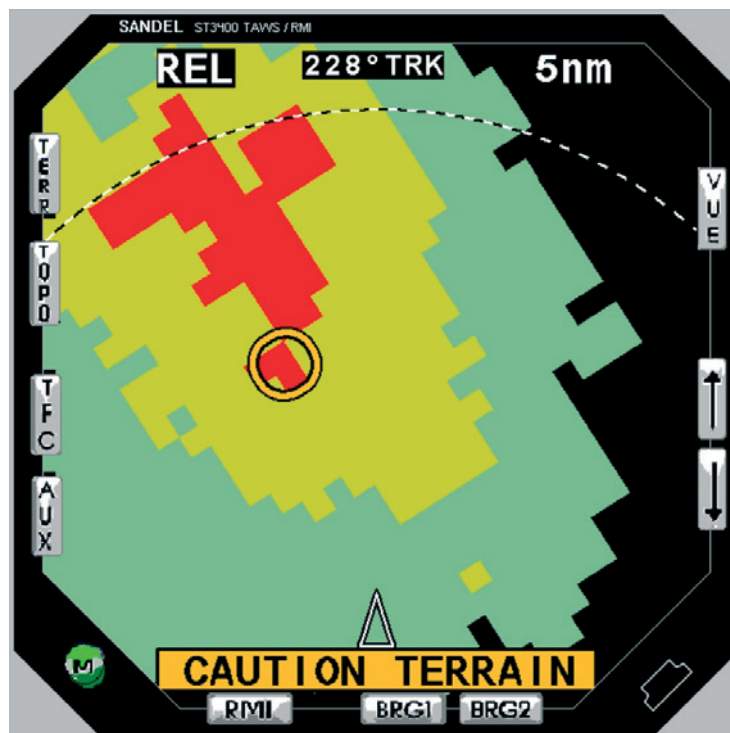
La portion de la trajectoire sur laquelle l'avertissement a été généré dans cette hypothèse figure en jaune sur la figure qui suit. En rouge figure le point de la base de données terrain qui génère le conflit. Ce point est à une altitude de 2 300 ft. L'avion, à une altitude équivalente, était à 2,5 NM environ de celui-ci au moment où l'avertissement aurait été généré.



⁽¹⁴⁾Sandel a indiqué que le fait que la base de données installée dans l'avion était périmée depuis 2006 n'avait pas d'influence sur les résultats de la simulation.

⁽¹⁵⁾Le ST3400 génère deux niveaux d'alertes :
- l'avertissement (caution), dont les messages sont affichés en couleur ambre, requiert une attention immédiate de la part du pilote,
- l'alarme (warning), dont les messages sont affichés en couleur rouge, requiert une action immédiate et d'amplitude de la part du pilote.

La figure qui suit simule l'apparence de l'écran pendant une telle phase d'alerte. Cet affichage apparaît automatiquement au moment de l'alerte ; un avertissement sonore CAUTION TERRAIN est généré simultanément et un voyant ambre CAUTION est allumé dans le champ visuel immédiat de chacun des membres d'équipage.



Dans l'hypothèse où l'avion est à cinquante pieds sous l'altitude enregistrée, la simulation montre que l'alerte CAUTION TERRAIN aurait été générée deux secondes plus tôt que dans l'hypothèse précédente.

Dans l'hypothèse où l'avion est cinquante pieds au-dessus de l'altitude enregistrée, aucune alarme n'est générée par la simulation.

Il n'est donc pas possible à partir de cette seule simulation de conclure quant au fonctionnement du TAWS le jour de l'événement.

La comparaison de la trajectoire et de la base de données terrain a par ailleurs montré que l'avion a survolé en fin de virage des zones dont l'altitude est de l'ordre de 1 500 ft, alors qu'il aurait été à 1 600 ft si le contrôleur n'était pas intervenu.

1.17 Renseignements sur les organismes et la gestion

1.17.1 Eastern Caribbean Civil Aviation Authority

Plusieurs Etats des Antilles, Antigua et Barbuda, Saint Kitts & Nevis, La Dominique, Sainte Lucie, Saint Vincent et Grenada se sont regroupés pour créer une autorité de l'aviation civile unique. Cette autorité est basée à Antigua et assure le suivi de la navigabilité des aéronefs, celui des licences et la supervision des exploitants de l'ensemble de ces Etats.

Les inspecteurs de l'ECCAA organisent des audits réguliers des exploitants et réalisent des contrôles en vol. Aucune remarque particulière concernant Carib Aviation n'a été faite par ces inspecteurs.

1.17.2 Carib Aviation

1.17.2.1 Organisation

Le transporteur Carib Aviation, basé à Antigua, est détenteur du certificat de transporteur aérien n° 2A/12/003, délivré par l'ECCAA, renouvelé en juin 2008. Il exploite des avions de type DHC-6, BN2 Islander, Beechcraft A65 et 99, pour des vols réguliers et à la demande.

Le secteur DHC-6 de l'exploitant est composé de deux avions et treize pilotes. Le DHC-6 est exploité par Carib Aviation en équipage à deux. La documentation de référence comprend les manuels suivants :

- ☐ Manuel d'exploitation partie Généralités,
- ☐ Manuel d'instruction,
- ☐ Manuel de procédures standard (une section pour chaque type d'avion),
- ☐ Manuel de préparation des vols,
- ☐ Liste minimale d'équipements (une par type d'avion),
- ☐ Manuel de performances avions (un manuel par type d'avion),
- ☐ Manuel de vol (un par type d'avion),
- ☐ Manuel de gestion de la sécurité,
- ☐ Manuel qualité,
- ☐ Manuel de chargement,
- ☐ Manuel d'escale,
- ☐ Manuel sûreté.

Le manuel de procédures standard stipule, pour l'approche, que le briefing est effectué par le PF. A ce moment, le PNF pilote l'avion. Durant l'approche, chaque pilote a devant lui la carte d'approche et le PNF annonce les écarts.

La seule documentation en rapport avec le TAWS est le manuel d'utilisation qui se trouve dans l'avion. Il n'y a en particulier pas de procédures spécifiques développées par l'exploitant qui donne des indications sur la manière de réagir aux alarmes.

Les dossiers de vol sont préparés par l'escale de LIAT et fournis aux équipages avant leur départ. L'étude du dossier de vol montre que l'équipage était en possession des informations météorologiques et des NOTAM requis.

1.17.2.2 Réseau

Le réseau de Carib Aviation s'étend sur les îles des Caraïbes orientales et les Antilles. Quatorze destinations sont desservies régulièrement.



Réseau de Carib Aviation

Pour des raisons liées aux infrastructures et aux conditions météorologiques favorables, la majorité des vols est réalisée en VFR. Environ la moitié des approches parmi les destinations desservies conduisent à survoler le relief avec des marges réduites. Plus de la moitié des vols sur Pointe-à-Pitre s'effectuent également en VFR pour des raisons d'efficacité opérationnelle.

1.17.3 Leeward Island Air Transport

Leeward Island Air Transport, également basé à Antigua, effectue des transports réguliers entre les îles des Caraïbes et à destination des Etats Unis. Cet exploitant est titulaire de droits de trafic pour la desserte des Antilles françaises. Il exploite majoritairement des DHC-8. Pour les lignes dont le trafic nécessite des avions plus petits, il fait appel à Carib Aviation. Les accords entre les deux compagnies sont de longue date et le partenariat étendu. Ainsi, LIAT assure pour le compte de Carib Aviation l'ensemble des activités d'assurance qualité. A ce titre, LIAT n'exerce pas de supervision particulière pour les affrètements qu'elle concède à Carib Aviation. Le dernier audit réalisé par LIAT dans le cadre du programme d'assurance qualité régulier remonte à juillet 2007. Il n'a pas fait apparaître d'écarts.

1.17.4 DGAC

Droits de trafic

Un exploitant extracommunautaire qui souhaite desservir le territoire français doit obtenir des droits de trafic. Depuis le 1^{er} janvier 2005, les exploitants n'ayant jamais desservi la France avant cette date doivent remplir un questionnaire technique pour pouvoir prétendre à l'obtention de droits de trafic. Les exploitants qui desservaient déjà le territoire à cette date ne sont pas soumis à cette exigence. LIAT possédait les droits de trafic sur la Guadeloupe avant 2005 et la ligne était déjà sous-traitée à Carib Aviation. La DGAC n'a pas exigé de Carib Aviation de justifications techniques particulières dans le cadre de son contrat d'affrètement avec LIAT.

Contrôles SAFA

Les pays européens réalisent sur leurs territoires des contrôles au sol sur des avions d'exploitants extracommunautaires. Ces contrôles sont appelés contrôles SAFA. Les résultats de ces contrôles sont enregistrés dans une base de données commune accessible aux autorités de tous les pays européens.

Le contenu de ces contrôles porte sur l'état de l'avion, les équipements, la documentation de l'avion, les documents de préparation du vol, les équipements de sécurité cabine. Ils sont réalisés pendant l'escale de l'avion, laissant peu de temps au contrôleur pour effectuer des vérifications approfondies.

La compagnie Carib Aviation a fait l'objet entre 2000 et 2008 de quinze contrôles de ce type. Sept d'entre eux ont fait l'objet de remarques au commandant de bord et deux d'entre eux d'une communication à l'ECCAA. Au cours de contrôles réalisés après l'incident, le contrôleur avait relevé qu'un équipage avait des lacunes dans sa connaissance de l'équipement TAWS et selon le témoignage de son interlocuteur, que certains équipages éteignaient cet équipement parce qu'il générerait des alarmes intempestives (cf. paragraphe 1.6). A la suite de ces contrôles, la DGAC a décidé d'interdire le V2-LFL sur le territoire français, jusqu'à ce que l'exploitant apporte la garantie que le TAWS fonctionne correctement.

1.18 Renseignements supplémentaires

1.18.1 Témoignage de l'équipage

Commandant de bord

Le commandant de bord a fourni les éléments suivants dans un compte rendu écrit :

Il a accepté la proposition d'un départ VFR à destination de Pointe-à-Pitre le Raizet. Une fois établi en croisière, en l'absence d'information ATIS, il a demandé au contrôleur du Raizet les conditions météorologiques sur le terrain. Celui-ci lui ayant répondu que les conditions étaient des conditions VFR, il a décidé de poursuivre en VFR. A environ dix milles du VOR PTP, constatant que la visibilité sur la côte se dégradait, il a demandé à nouveau la situation météorologique sur le terrain. Le contrôleur lui a rapporté de fortes averses. La visibilité ayant beaucoup diminué, il a estimé qu'une approche en règles de vol à vue n'était plus possible. Il a alors décidé d'orbiter hors des nuages entre sept et dix NM du VOR en attendant que les pluies cessent et que la visibilité s'améliore. Après environ deux tours d'attente, il a demandé une clairance IFR. Le contrôleur l'a autorisé à monter à 4 600 ft en direction du VOR et à se mettre en attente sur ce VOR conformément à la procédure publiée. Peu après, il a été autorisé à maintenir 3 600 ft et a reçu une heure estimée de début de procédure pour quatre minutes plus tard. Atteignant la verticale du VOR, il a été autorisé à l'approche VOR-DME ILS CHARLIE pour la piste 11. La descente a débuté dans l'éloignement de la procédure. A cinq milles DME, bien que la procédure exigeait de suivre la route 340° pour débiter le virage conventionnel, il a demandé au copilote de continuer sur l'axe en éloignement jusqu'à 7,5 NM

du VOR pour éviter une cellule orageuse qui se trouvait sur cette route. Il a pris cette décision car il avait le sol en vue et jugeait dangereux de rentrer dans la cellule. A environ sept milles DME le contrôleur lui a demandé s'il avait la vue du sol. Il lui a répondu affirmativement. En virage de procédure, au cap 160°, le contrôleur lui a de nouveau demandé s'il avait le terrain en vue. Il lui a répondu par l'affirmative. A ce moment, l'avion passait 2 700 ft en descente. Pendant l'interception de l'axe d'alignement, il a reçu l'instruction de monter et de tourner à gauche. Il n'a pas compris pourquoi le contrôleur donnait cette instruction mais il l'a suivie. Il a alors indiqué au contrôleur qu'il était sur l'axe en finale et a demandé l'autorisation de poursuivre l'approche.

Au cours d'un entretien ultérieur avec les enquêteurs, il a apporté les précisions suivantes :

- ❑ Il est possible qu'il ait retardé la descente car l'avion était à plus de cinq degrés de l'axe 295°. A ce moment, il avait le sol en vue.
- ❑ Il connaissait les procédures IFR de Pointe-à-Pitre, car c'est là que sont réalisés les contrôles pour le renouvellement de la qualification IFR.

Copilote

Le copilote a fourni les éléments suivants dans un compte rendu écrit :

L'ATIS ne fonctionnant pas, le commandant de bord a demandé les informations au contrôleur en arrivant dans l'espace aérien français. Les conditions annoncées étaient VFR et le contrôleur n'a jamais indiqué par la suite que le terrain était fermé aux VFR⁽¹⁶⁾. La descente a pu être poursuivie jusqu'à 1 200 ft au nord de la côte de la Guadeloupe qu'ils avaient en vue. Il y avait du mauvais temps sur l'aérodrome à ce moment et il n'était pas possible de rejoindre la finale. Il a suggéré d'attendre hors des nuages, à un endroit où ils pourraient être en vue du sol, jusqu'à ce que les conditions météorologiques s'améliorent. Le commandant de bord a décidé de demander un guidage radar pour exécuter l'approche ILS. Le contrôleur leur a alors demandé de monter à 3 600 ft et d'attendre à la verticale du VOR. Avant d'arriver au VOR, le commandant de bord lui a donné la carte d'approche qu'ils avaient préalablement préparée. Au moment d'entamer la procédure, ils ont reçu une clairance pour une autre approche. Le commandant de bord a sorti la carte d'approche et lui a dit de suivre ses instructions en indiquant qu'il était en vue du sol. Après la verticale du VOR, dans la branche d'éloignement, à 5 NM DME, il lui a dit de continuer jusqu'à 8 NM sans lui donner d'explication. Il lui a ensuite dit de tourner à droite et de suivre le cap 340° pendant une minute puis de tourner à gauche vers un cap 160° pour intercepter le radial 115° en rapprochement. Pendant qu'ils continuaient leur descente, le contrôleur a donné l'instruction de monter à 3 600 ft. Il a exécuté cette instruction puis a croisé le radioalignement de descente et l'a ensuite suivi jusqu'à l'atterrissage. En finale, le contrôleur a demandé s'ils étaient en vue du sol et ils ont répondu que oui.

⁽¹⁶⁾Cette remarque fait référence aux conditions météorologiques.

1.18.2 Témoignages des contrôleurs

A son arrivée dans la zone de contrôle de Pointe-à-Pitre, l'équipage a demandé une dernière situation météorologique. La tour provisoire ne disposant pas de console météo, c'est l'observation de 15 h 00 qui lui a été donnée. Lorsque l'avion a dû changer de cap pour éviter le mauvais temps, le contrôleur a demandé à l'équipage de faire un 360° par la droite pour assurer la séparation avec un autre avion qui était en procédure IFR. L'équipage a demandé un guidage pour la procédure. Comme la visualisation radar de la tour provisoire ne permettait que la surveillance radar, le contrôleur lui a dit de rejoindre le VOR PPR par ses propres moyens et d'y attendre car l'autre avion était toujours dans la procédure. Au moment où l'avion était dans l'attente en éloignement, le contrôleur d'approche a donné la clairance pour la procédure CHARLIE. L'équipage a alors été transféré sur la fréquence tour. Le contrôleur tour a constaté que l'avion passait au sud de PPR et a commencé à le suivre au radar. Quand il a vu qu'il ne tournait pas à 5 NM il a demandé à l'équipage s'il était en vue du sol. Celui-ci a répondu par l'affirmative. Le contrôleur a ensuite constaté la faible altitude de l'avion lorsqu'il a tourné en virage de procédure. C'est alors qu'il a donné l'instruction d'urgence de remonter à 3 600 ft. Il a de nouveau demandé à l'équipage s'il était en vue du sol. Le commandant de bord a alors répondu « no more, no more ».

Les contrôleurs ajoutent que les avions de Carib Aviation réalisent pratiquement tous leurs vols en VFR. Par ailleurs, lorsque les conditions météorologiques nécessitent une approche aux instruments, les contrôleurs proposent toujours un guidage radar. Le jour de l'événement, ils contrôlaient aux procédures, étant donné que le radar ne permettait pas d'assurer le service de guidage.

2 - ANALYSE

2.1 Contexte des vols

La plupart des vols de Carib Aviation en DHC-6 sont réalisés en VFR. L'équipage avait entamé le vol de cette manière. Il n'a pas immédiatement demandé à passer en IFR car il avait initialement l'intention d'attendre que les conditions météorologiques s'améliorent pour pouvoir terminer le vol en VFR. En général, pour les approches IFR à Pointe-à-Pitre, les pilotes bénéficient d'un guidage radar. L'équipage a pu être déstabilisé d'avoir à réaliser la procédure complète de manière autonome. Par ailleurs, compte tenu de sa vitesse d'approche faible, le DHC-6 est particulièrement sensible à la turbulence qui peut être rencontrée dans un nuage convectif. L'absence de pilote automatique accentue cette sensibilité. Le vol en IMC dans des nuages instables peut être très inconfortable dans ces conditions. L'équipage a tenté d'éviter de rentrer dans les nuages autant que possible, ce qui ne le plaçait sans doute pas dans une stricte logique de gestion d'un vol IFR. Or les techniques de vol en VFR et en IFR sont complètement différentes. Il est hasardeux de mélanger leurs principes respectifs comme le montre l'analyse qui suit.

2.2 Conduite de l'approche

Au cours de l'approche, l'équipage s'est écarté de la trajectoire publiée sans se préoccuper des protections associées. En retardant le virage conventionnel au-delà de 5 NM pour éviter une formation orageuse, le commandant de bord voulait avant tout garder la vue du sol et, ce faisant, sa stratégie s'inscrivait encore dans une logique de vol VFR. Les informations météorologiques montrent que, même si le commandant de bord pouvait apercevoir le sol, la visibilité horizontale était fortement réduite au cours du virage de procédure. La maîtrise du vol pour éviter la collision avec le relief, rendue précaire, ne reposait plus que sur le TAWS et le radar.

On peut souligner que le manque de préparation avant la procédure n'a pas permis aux deux pilotes de coopérer efficacement pour respecter la trajectoire IFR. En effet, lorsque l'équipage a été autorisé à l'approche CHARLIE, et non à l'approche NDB ILS 11 qui avait été préparée, l'avion était dans l'attente. Le commandant de bord a alors préféré prendre la fiche et guider le PF, plutôt que de lui laisser le temps de se préparer et de mettre à jour son briefing au cours d'un autre tour d'attente - ce qui aurait allongé le vol de quatre minutes environ. Du fait de cette décision, les principes de vérifications croisées du travail en équipage ne fonctionnaient plus. L'expérience limitée du commandant de bord dans sa fonction peut avoir contribué à ce qu'il n'anticipe pas les conséquences de cette stratégie sur le fonctionnement de l'équipage.

L'évolution rapide de la situation orageuse au-dessus de l'aérodrome était également de nature à mettre en difficulté l'équipage au cours de l'approche. L'absence de renouvellement fréquent de données météorologiques à la tour de contrôle provisoire n'a pas permis au contrôleur de transmettre certaines informations pertinentes en temps réel. En particulier, entre 15 h 00 et 15 h 30, la visibilité s'est dégradée, la hauteur de la base des nuages s'est abaissée et les phénomènes significatifs se sont intensifiés. L'équipage avait conscience d'une

dégradation ; toutefois, compte tenu des informations qu'il avait reçues, il n'avait peut-être pas une représentation satisfaisante de la situation météorologique qu'il allait rencontrer en approche (en particulier, le METAR de 15 h 00 pouvait laisser penser qu'il était possible de réaliser une approche à vue).

2.3 TWAS

L'enquête n'a pas permis de déterminer si le TAWS était allumé et en état de fonctionnement. Sous cette réserve, les résultats de la simulation montrent que le TAWS aurait averti l'équipage si celui-ci avait poursuivi la descente pendant le virage de procédure.

Le TAWS est un équipement obligatoire sur ce type d'avion pour effectuer du transport public de passager. L'équipement fabriqué par Sandel est adapté pour la mise à niveau des avions anciens qui n'étaient pas équipés de GPWS.

La fiabilité de cet équipement, et la confiance qui en découle de la part des équipages, dépendent de la qualité de son installation et de la calibration des capteurs qui l'alimentent. Or l'enquête a montré que la fonction RMI du système était inutilisable en raison d'un problème de calibration de la source d'information de cap, que de fausses alarmes GPWS étaient générées au sol et qu'au moins un équipage avait le sentiment que le système ne générait pas d'alarmes à proximité du terrain.

Par ailleurs, le TAWS est conçu essentiellement pour fournir des alarmes lorsqu'il n'y a pas de visibilité extérieure et que l'avion s'écarte d'une trajectoire aux instruments, protégée par rapport aux obstacles. Or la plupart des vols de Carib Aviation sont réalisés en VFR, parfois avec des marges réduites de franchissement du relief. Dans ces conditions, le TAWS génère des alarmes qui peuvent paraître inutiles aux pilotes, voire gênantes. Pour ces raisons, certains pilotes ont pu développer une défiance vis-à-vis de l'équipement et même aller jusqu'à l'éteindre en vol.

On constate que le règlement qui impose un dispositif avertisseur de proximité du sol à fonction d'évitement du relief explorant vers l'avant ne fait pas la différence entre les vols effectués en IFR et ceux en VFR. Autant cet équipement est indispensable en IFR, autant en VFR il peut être perçu comme une nuisance. L'exploitant n'avait par ailleurs pas fourni de procédure aux équipages en cas d'alarme. L'absence de distinction entre ces deux régimes de vol dans la réglementation et dans les procédures opérationnelles peut conduire à des dérives dans l'utilisation de l'équipement.

2.4 Cartes d'approche

La documentation Jeppesen pour Pointe-à-Pitre, utilisée par l'équipage, ne fait pas apparaître nettement le relief dans le cadre « vue en plan de l'approche ». En effet, les critères retenus par Jeppesen, conformes à ceux de l'OACI, Annexe 4, n'amènent pas à représenter le relief sur les cartes de Pointe-à-Pitre. Cette présentation n'attire ainsi pas l'attention des équipages sur les obstacles environnant la trajectoire. Une présentation des lignes de niveau associée à l'information du récepteur DME aurait pu influencer sur la décision du commandant de bord de prolonger la branche d'éloignement.

2.5 Enregistreurs

La tour de contrôle était installée dans un bâtiment temporaire après l'incendie qu'elle avait subi. Le jour de l'événement, le radar fonctionnait avec certaines limitations et sa disponibilité n'était pas garantie. D'une part la surveillance radar efficace a permis la détection de l'écart de trajectoire, et d'autre part l'enquête n'a été possible que parce que l'on disposait de l'enregistrement radar. En l'absence de radar l'enquête aurait été particulièrement difficile car l'avion n'était pas équipé d'enregistreurs.

De plus, l'enquête repose en grande partie sur les témoignages des différents acteurs. Or, on sait que les témoignages sont des éléments très variables avec le temps. Là encore, des enregistreurs auraient permis de confirmer certains aspects, voire de lever certaines interrogations.

Le BEA a émis plusieurs recommandations pour que les avions ayant une capacité d'emport de plus de dix passagers et qui effectuent du transport public soient équipés d'au moins un enregistreur. L'enquête sur ce dernier événement confirme ce besoin.

3 - CONCLUSIONS

3.1 Faits établis par l'enquête

- ❑ L'équipage détenait les titres et licences requis pour l'accomplissement du vol.
- ❑ Le copilote était aux commandes.
- ❑ Le vol a été réalisé en VFR jusqu'à l'approche.
- ❑ Du fait d'un incendie récent à la tour de contrôle, le service radar n'était pas assuré.
- ❑ La tour provisoire n'était pas équipée de console météorologique. Le contrôleur a transmis à l'équipage l'observation de 15 h 00.
- ❑ Une masse nuageuse active atteignait l'aérodrome au moment de l'arrivée du vol.
- ❑ L'équipage a été autorisé à l'approche ILS CHARLIE après l'intégration dans l'attente. Il avait préparé une autre procédure et il n'y a pas eu de nouveau briefing.
- ❑ Le commandant de bord a guidé le copilote dans la réalisation de l'approche.
- ❑ Le commandant de bord a décidé de ne pas virer à 5 NM du VOR pour débiter la procédure d'inversion afin de ne pas pénétrer dans un nuage convectif.
- ❑ Le virage conventionnel a été débuté à 8 NM du VOR, décalant la trajectoire de 3 NM vers l'ouest et amenant l'avion en dehors des aires de protection.
- ❑ Le point le plus bas atteint par l'avion a été de 2 140 ft (+/- 50 ft). Il était en descente vers 1 600 ft en suivant une trajectoire qui l'amenait dans une zone où le relief culminait à 1 500 ft.
- ❑ Sur la base des indications du radar, le contrôleur a demandé à l'équipage de monter à 3 600 ft.
- ❑ La majorité des vols de Carib Aviation est réalisée à vue et les équipages de Carib Aviation sont peu habitués à réaliser la procédure complète durant des opérations commerciales.
- ❑ Le TAWS est un équipement réglementairement obligatoire requis pour chaque vol.
- ❑ Le numéro de série du TAWS installé ne correspondait pas à celui qui figure sur la documentation technique de l'avion.
- ❑ La MEL indique qu'il n'y a pas de radioaltimètre installé. Cet équipement est cependant installé. Il est par ailleurs nécessaire au fonctionnement du TAWS.
- ❑ Le TAWS générait de fausses alarmes au sol à cause d'un problème de calibration du signal radioaltimètre en entrée.

- ❑ Pour de nombreuses destinations desservies par Carib Aviation, les seules approches disponibles sont des approches à vue où le relief contraignant peut provoquer des alarmes TAWS.
- ❑ Des pilotes de Carib Aviation ont indiqué éteindre cet équipement en vol du fait de nombreuses fausses alarmes.
- ❑ Le TAWS aurait généré un avertissement si l'équipage avait poursuivi sa descente pendant le virage de procédure.

3.2 Causes de l'incident

Cet incident grave, qui se caractérise par la sortie de l'avion des aires de protection sans que l'équipage et le contrôleur disposent de moyen fiable pour assurer l'évitement du relief, est dû :

- ❑ au manque de préparation du vol et de l'approche IFR par l'équipage,
- ❑ à une pratique insuffisante des vols IFR conduisant l'équipage à mélanger les principes de la conduite du vol en IFR avec ceux de la conduite du vol en VFR.

Par ailleurs, la dégradation du travail en équipage due à la précipitation au moment du changement de procédure a pu contribuer à l'absence de remise en cause des décisions du commandant de bord par le pilote aux commandes.

4 - RECOMMANDATIONS DE SECURITE

Rappel : conformément à l'article 10 de la Directive 94/56/CE sur les enquêtes accidents, une recommandation de sécurité ne constitue en aucun cas une présomption de faute ou de responsabilité dans un accident ou un incident. L'article R.731-2 du Code de l'aviation civile stipule que les destinataires des recommandations de sécurité font connaître au BEA, dans un délai de quatre-vingt-dix jours après leur réception, les suites qu'ils entendent leur donner et, le cas échéant, le délai nécessaire à leur mise en œuvre.

4.1 Utilisation du TAWS en VFR

On a vu que les alarmes générées répétitivement par le système avertisseur de proximité du sol à fonction d'exploration vers l'avant de manière inopportune, essentiellement au cours d'approches à vue, altèrent la confiance des équipages vis-à-vis de cet équipement et leur réaction aux alarmes générées par celui-ci. Ni le règlement, ni les procédures de l'exploitant ne font de distinction d'utilisation de cet équipement entre les régimes de vol VFR et IFR. D'autres exploitants sont susceptibles d'être confrontés aux mêmes difficultés dans des conditions d'exploitation similaires.

En conséquence, le BEA recommande que :

- **L'AESA et l'ECCAA fassent préciser aux exploitants les principes d'utilisation du TAWS et les procédures associées en distinguant les conditions d'exploitation (IFR et VFR).**

4.2 Informations cartographiques de relief

Les informations de relief présentes sur les cartes officielles françaises ne sont pas reprises dans la documentation Jeppesen qui se limite à appliquer les dispositions de la norme OACI. Ces informations sont pourtant de nature à améliorer la conscience des équipages de la proximité du relief.

En conséquence, le BEA recommande que :

- **L'OACI fasse évoluer la norme du paragraphe 11.7.2 de l'Annexe 4 afin que les courbes de niveau apparaissent de manière claire et systématique sur les cartes d'approche.**

4.3 Enregistreurs de vol

Dans le rapport de l'accident du DHC6-300 immatriculé F-OGES le 24 mars 2001, publié en 2003, le BEA avait recommandé que la Direction Générale de l'Aviation Civile et les J.A.A. prennent en compte de façon urgente le besoin d'enregistreurs de bord pour la détermination rapide aux fins de sécurité des circonstances et des causes des accidents survenus en transport aérien public. A cet effet, il demandait que ces organismes imposent au plus tôt et sans possibilité de dérogation l'emport d'au moins un enregistreur de vol à bord des aéronefs de transport public de plus de neuf passagers dont la masse maximale certifiée au décollage est inférieure ou égale à 5 700 kg, quelle que soit la date de première certification. Cette exigence n'est toujours

pas en vigueur en ce qui concerne les avions dont le premier certificat de navigabilité de type est antérieur au 1^{er} janvier 1990, ce qui est le cas du DHC6. De même, en l'absence d'enregistreurs de vol, les circonstances de l'accident du Beechcraft C 90 immatriculé F-GVPD, survenu le 19 octobre 2006 à Besançon, n'ont pu être déterminées d'une manière satisfaisante en regard du niveau de sécurité aérienne exigé en transport public. A l'issu de cette enquête, le BEA avait recommandé que l'AESA élargisse les conditions d'obligation d'emport d'enregistreurs de vol en transport public. A titre de comparaison, on rappelle que la présence d'un tel enregistreur a largement contribué à la compréhension de l'accident du DHC6-300 immatriculé F-OIQI survenu le 9 août 2007 au large de Moorea.

En conséquence, le BEA recommande que :

- **l'OACI étende les conditions d'obligation d'emport d'enregistreurs de vol à tous les avions effectuant du transport public.**

Annexe

Situation météorologique du samedi 28 juin 2008

METAR :

TFFR 281700Z 09006KT 050V120 6000 -RA SCT010 FEW015CB BKN022
BKN036 26/24 Q1018 RETS BECMG 2000 SHRA FEW015CB BKN018=

TFFR 281630Z 12010KT 090V150 6000 -RA SCT010 FEW015CB BKN022
BKN036 25/23 Q1018 RETS BECMG 2000 SHRA FEW015CB BKN018=

TFFR 281600Z 12004KT 080V180 3000 -SHRA FEW017CB SCT024
BKN033 25/23 Q1018 RETS BECMG 2000 SHRA FEW015CB BKN018=

TFFR 281530Z 10019KT 3000 -SHRA FEW017TCU SCT025 BKN033
24/23 Q1018 BECMG 2000 SHRA FEW015CB BKN018=

TFFR 281500Z 01014KT 350V100 9999 BKN023 BKN033 BKN300 29/23
Q1018 BECMG 2000 SHRA FEW015CB BKN018=

TFFR 281400Z 05013KT 340V110 9999 BKN021 SCT045 29/23 Q1018
BECMG 2000 SHRA FEW015CB BKN018=

TFFR NIL=

TFFR 281200Z 03011KT 350V090 9999 FEW020 SCT160 28/23 Q1017
TEMPO 5000 SHRA=

SPECI :

SPECI TFFR 281701Z 09006KT 050V120 6000 -RA SCT010 FEW015CB BKN022
BKN036 26/24 Q1018 RETS BECMG 2000 SHRA FEW015CB BKN018 RMK M8=

SPECI TFFR 281531Z 11016KT 3000 -SHRA FEW017CB SCT025 BKN033 24/23
Q1018 BECMG 2000 SHRA FEW015CB BKN018 RMK M8=

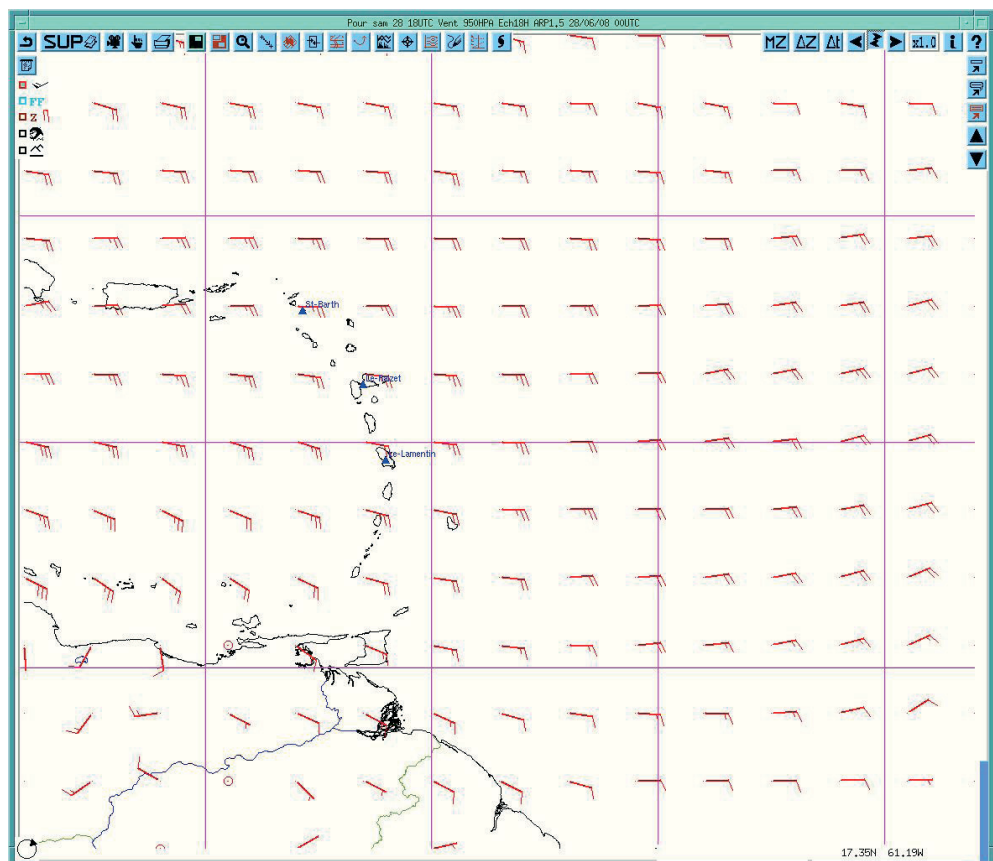
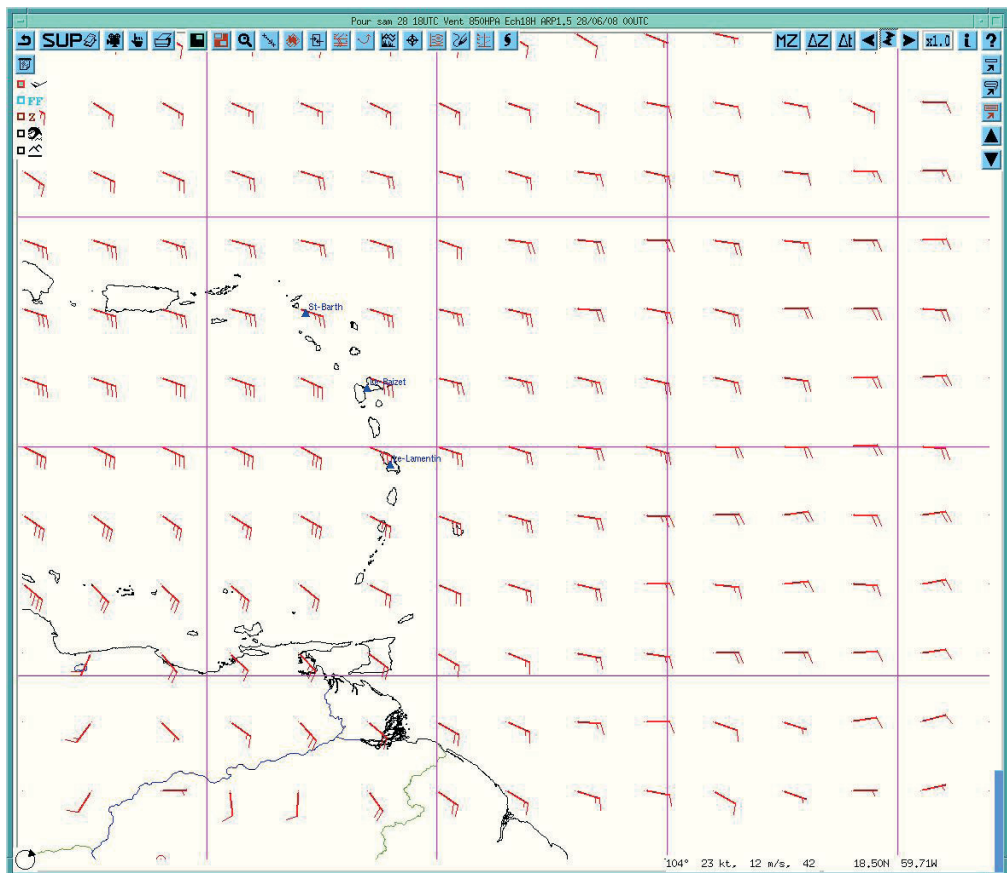
SPECI TFFR 281509Z 05017G34KT 350V100 2000 BKN016 BKN033 BKN300
26/22 Q1018 BECMG 2000 SHRA FEW015CB BKN018 RMK M0=

TAF :

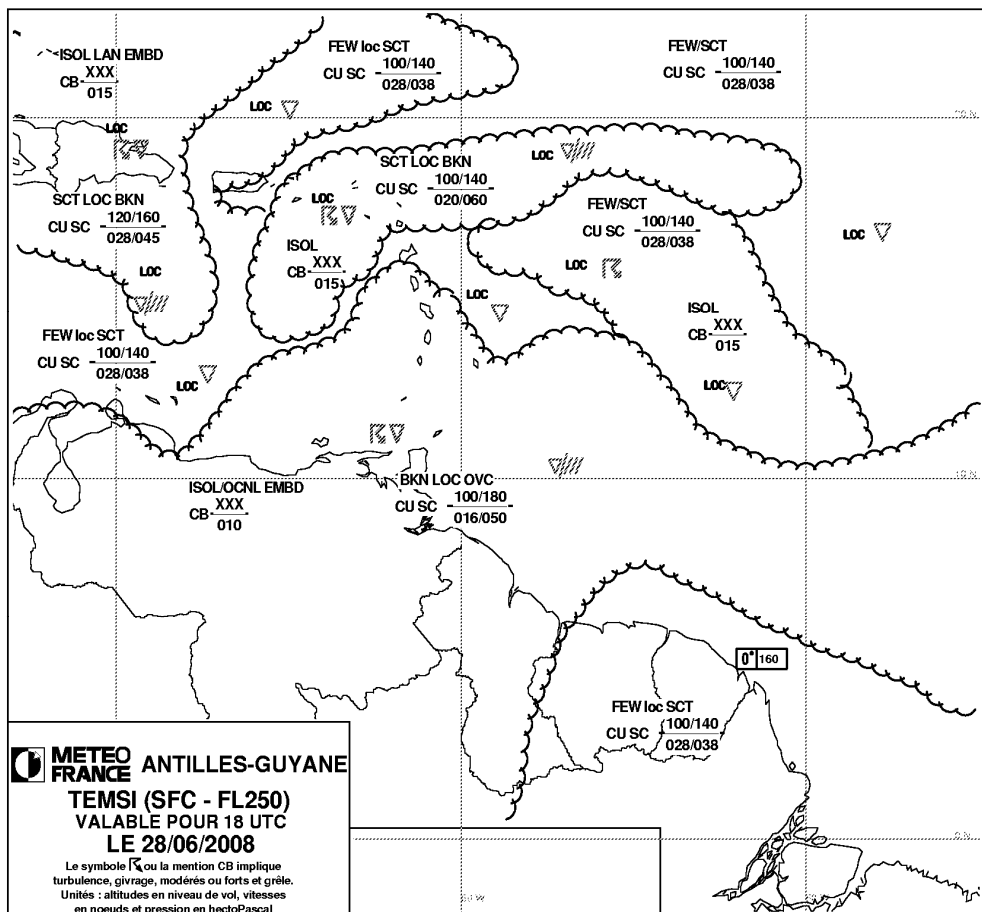
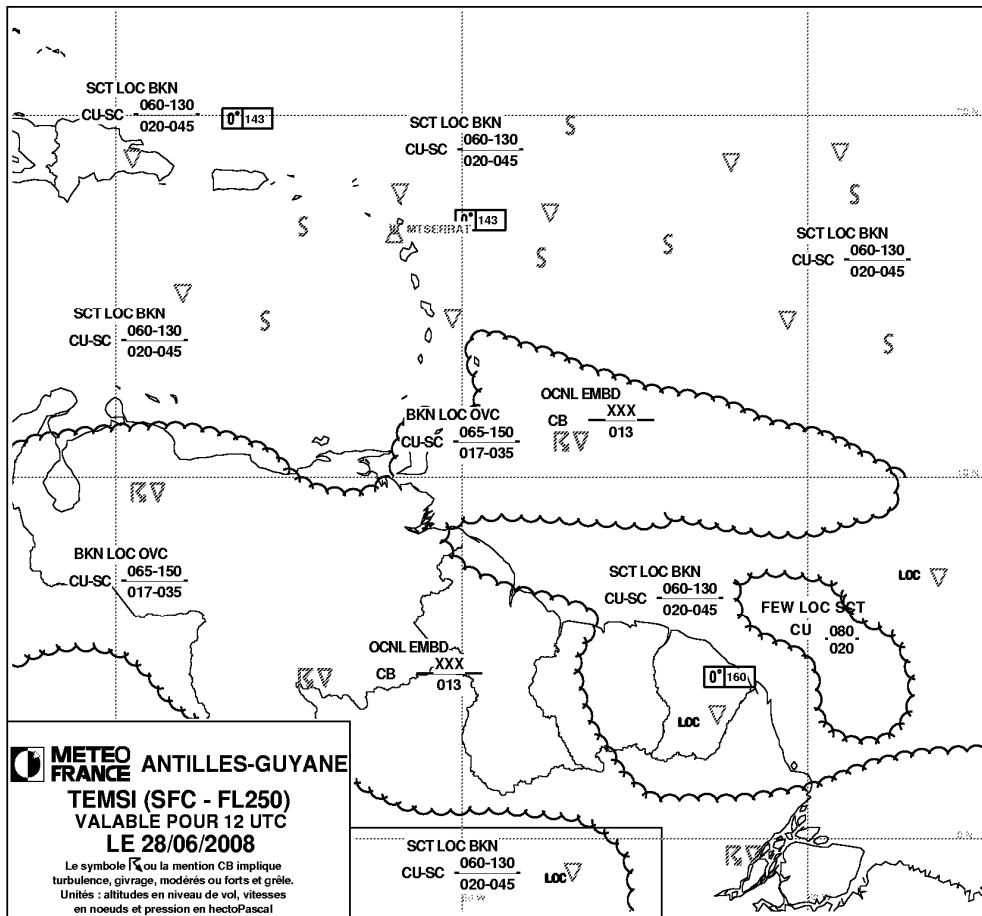
TFFR 281000Z 281212 10020KT 9999 FEW020 BKN030
BECMG 2224 05010KT 9999 SCT020
BECMG 1012 10020KT 9999 SCT020
PROB40 TEMPO 1224 100G28KT 8000 SHRA BKN015 SCT030=

TFFR 280400Z 280606 07005KT 9999 FEW020 SCT035 PROB30 TEMPO 0614
6000
SHRA BECMG 1214 09015KT BECMG 2224 08005KT PROB30 TEMPO 0006 5000
SHRA=

Carte des vents 18 h 00 UTC, niveaux 850hPa (FL050) et 950hPa (FL020)



TEMSI



BEA

Bureau d'Enquêtes et d'Analyses
pour la sécurité de l'aviation civile

Zone Sud - Bâtiment 153
200 rue de Paris
Aéroport du Bourget
93352 Le Bourget Cedex - France
T : +33 1 49 92 72 00 - F : +33 1 49 92 72 03
www.bea.aero

N° ISBN : 978-2-11-098710-5

