



Accident  
survenu le 22 juin 2003  
à Guipavas (29)  
au Bombardier Canadair  
CL-600 2B 19  
immatriculé F-GRJS  
exploité par Brit Air

**RAPPORT**  
**f-js030622**

## **A V E R T I S S E M E N T**

*Ce rapport exprime les conclusions du BEA sur les circonstances et les causes de cet accident.*

*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'est pas 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*

<b>AVERTISSEMENT</b>	<b>2</b>
<b>GLOSSAIRE</b>	<b>6</b>
<b>SYNOPSIS</b>	<b>8</b>
<b>ORGANISATION DE L'ENQUETE</b>	<b>9</b>
<b>1 - RENSEIGNEMENTS DE BASE</b>	<b>10</b>
1.1 Déroulement du vol	10
1.2 Tués et blessés	12
1.3 Dommages à l'aéronef	12
1.4 Autres dommages	12
1.5 Renseignements sur le personnel	13
1.5.1 Personnel navigant	13
1.5.2 Contrôleur d'approche à Brest Guipavas	16
1.6 Renseignements sur l'aéronef	16
1.6.1 Cellule	16
1.6.2 Moteurs	17
1.6.3 Maintenance	17
1.6.4 Masse et centrage	18
1.6.5 Equipements	18
1.7 Renseignements météorologiques	28
1.7.1 Situation générale	28
1.7.2 Situation à Brest Guipavas	29
1.7.3 Dossier de vol	30
1.7.4 Informations météorologiques reçues en vol	30
1.7.5 Evolution des RVR en piste 26G à Brest lors de l'approche	31
1.8 Aides à la navigation	31
1.9 Télécommunications	32
1.9.1 Radio communications	32
1.9.2 Enregistrement radar	35

<b>1.10 Renseignements concernant l'aérodrome</b>	<b>37</b>
1.10.1 Infrastructure	37
1.10.2 Situation au moment de l'accident	37
1.10.3 Procédure d'arrivée ILS en piste 26 gauche	37
<b>1.11 Enregistreurs de bord</b>	<b>40</b>
1.11.1 Types et opérations de lecture	40
1.11.2 Exploitation de l'enregistreur phonique	40
1.11.3 Exploitation de l'enregistreur de paramètres	43
1.11.4. Trajectoire de l'approche	46
<b>1.12 Renseignements sur le site et l'épave</b>	<b>47</b>
1.12.1 Description du site	47
1.12.2 Description de l'épave	51
<b>1.13 Renseignements médicaux et pathologiques</b>	<b>53</b>
<b>1.14 Incendie</b>	<b>53</b>
<b>1.15 Questions relatives à la survie des occupants</b>	<b>54</b>
1.15.1 Organisation des secours	54
1.15.2 Survie des occupants	54
<b>1.16 Essais et recherches</b>	<b>57</b>
1.16.1 Calcul des caractéristiques du vent	57
1.16.2 Examens d'éléments de l'avion	58
1.16.3 Recherches sur simulateur de vol	59
1.16.4 Comportement du CRJ-100 en remise de gaz	60
1.16.5 Simulation par Bombardier du comportement de l'avion avant l'accident	62
1.16.6 Avertisseur de proximité du sol	64
1.16.7 Simulation MSAW (Minimum Safe Altitude Warning)	64
1.16.8 Ergonomie du poste de pilotage	66
<b>1.17 Renseignements sur les organismes et la gestion</b>	<b>67</b>
1.17.1 L'exploitant	67
1.17.2 Entraînement du personnel navigant	69
1.17.3 L'organisme de contrôle de Brest Guipavas	71
<b>1.18 Renseignements supplémentaires</b>	<b>77</b>
1.18.1 Remises de gaz à bas régime	77
1.18.2 Procédures en vigueur chez Brit Air	78
1.18.3 Environnement réglementaire des approches	81
1.18.4 Témoignages	82
<b>2 - ANALYSE</b>	<b>88</b>
<b>2.1 Scénario de l'accident</b>	<b>88</b>
2.1.1 Décollage, montée et vol en croisière	88
2.1.2 Gestion de la descente, préparation de l'attente et de l'approche	88
2.1.3 Autorisation à l'approche – non armement du mode approche	88

2.1.4 Traversée du glide - correction de la trajectoire dans le plan vertical	90
2.1.5 Correction de la trajectoire dans le plan horizontal	94
2.1.6 Remise de gaz	95
2.1.7 Course de l'avion au sol	96
<b>2.2 Décisions relatives à l'approche</b>	<b>97</b>
2.2.1 Contexte des décisions	97
2.2.2 Décision de commencement de l'approche	97
2.2.3 Décision de poursuite de l'approche après la traversée du glide	97
2.2.4 Décision de poursuite de l'approche sous mille pieds sol	98
<b>2.3 Environnement de travail</b>	<b>98</b>
2.3.1 Travail en équipage	98
2.3.2 Procédures de l'exploitant	99
2.3.3 Sensibilisation aux caractéristiques du CRJ-100 à bas régime	100
2.3.4 Analyse et sécurité des vols	100
<b>2.4 Affichage des informations LOC et GLIDE</b>	<b>100</b>
<b>2.5 Interface équipage contrôle</b>	<b>101</b>
2.5.1 Phraséologie utilisée	101
2.5.2 Stratégie de gestion de l'approche	101
<b>2.6 Avertisseur de proximité du sol et MSAW</b>	<b>102</b>
<b>2.7 Evacuation</b>	<b>102</b>
<b>3 - CONCLUSIONS</b>	<b>103</b>
3.1 Faits établis	103
3.2 Causes de l'accident	105
<b>4 - RECOMMANDATIONS DE SECURITE</b>	<b>106</b>
4.1 Procédures en vigueur	106
4.2 Formation des personnels navigants	106
4.3 Affichage des informations LOC et GLIDE	107
4.4 Interface équipage contrôle	107
4.5 Evacuation	108
4.6 Enregistreurs de vol	109
<b>LISTE DES ANNEXES</b>	<b>110</b>

# Glossaire

AAL	Above Aerodrome Level
ATIS	Service automatique d'information de région terminale
ADI	Indicateur directeur d'attitude
AESA	Agence européenne de la sécurité aérienne
Cat	Catégorie
CdB	Commandant de bord
CFIT	Collision avec le relief sans perte de contrôle
CODIS	Centre opérationnel départemental d'incendie et de secours
CRM	Formation au travail en équipage
CRNA	Centre régional de la navigation aérienne
CVR	Enregistreur phonique
DA	Altitude de décision
DGAC	Direction générale de l'aviation civile
DME	Dispositif de mesure de distance
EGPWS	Système amélioré d'avertissement de proximité du sol
FD	Directeur de vol
FDR	Enregistreur de paramètres
FIR	Région d'information de vol
FMA	Annonciateur de mode
Ft	Pied(s)
GPWS	Avertisseur de proximité du sol
HGS	Collimateur tête haute
HSI	Indicateur de situation horizontale
IAF	Repère d'approche initiale
IFR	Règles de vol aux instruments
ILS	Système d'atterrissage aux instruments
IRMA	Indicateur radar de mouvements d'aéronefs
JAR	Exigences aéronautiques communes
KHz	Kilohertz
Kt	Nœud
LOC	Position de contrôle de la fréquence tour
LVP	Procédure de faible visibilité
MDA	Altitude minimale de descente
MHz	Megahertz
MSAW	Avertisseur d'altitude minimale de sécurité
NM	Mille marin
NOTAM	Avis aux navigateurs aériens
OM	Radioborne extérieure
OPL	Officier pilote de ligne

PF	Pilote en fonction
PFD	Affichage des informations primaires de vol
PNC	Equipage de cabine
PNF	Pilote non en fonction
PNT	Equipage de conduite
QNH	Calage altimétrique requis pour lire au sol l'altitude de l'aérodrome
RCA	Règlement de la circulation aérienne
RVR	Portée visuelle de piste
SASV	Service d'analyse et de sécurité des vols
SFI	Instructeur sur entraîneur synthétique de vol
STNA	Service technique de la navigation aérienne
TEMSI	Carte de prévision du temps significatif
TOGA	Take-off-go around
UTC	Temps universel coordonné
VOR	Radiophare omnidirectionnel

## SYNOPSIS

### Date de l'accident

Le 22 juin 2003 à 21 h 51 <sup>(1)</sup>

### Aéronef

Avion Bombardier Canadair  
CL-600 2 B 19 « CRJ-100 »  
immatriculé F-GRJS

### Lieu de l'accident

Guipavas (29)

### Propriétaire

Armor Lease

### Nature du vol

Transport public de passagers  
Vol régulier AF 5672  
Nantes – Brest

### Exploitant

Brit Air

### Personnes à bord

2 PNT  
1 PNC  
21 passagers

## Résumé

En approche ILS pour la piste 26 gauche de l'aérodrome de Brest Guipavas, l'avion s'écarte progressivement à gauche de l'axe. Il passe au-dessus puis au dessous du plan de descente et descend jusqu'à toucher le sol à 2 150 m du seuil de piste, à 450 m de l'axe. L'avion heurte plusieurs obstacles et prend feu.

## Conséquences

	Personnes			Matériel	Tiers
	Tué(s)	Blessé(s)	Indemne(s)		
Equipage	1	1	1	détruit	-
Passagers	-	4 *	17		

\* dont trois blessés graves.

<sup>(1)</sup> Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en temps universel coordonné (UTC). Il convient d'y ajouter deux heures pour obtenir l'heure en France métropolitaine le jour de l'événement.

## ORGANISATION DE L'ENQUETE

L'enquêteur de permanence du BEA a été informé de l'accident le 23 juin 2003 vers 0 h 50 min, heure de Paris, soit environ une heure après l'accident. Conformément à l'Annexe 13 à la Convention relative à l'Aviation Civile Internationale et au Code de l'aviation civile (Livre VII), une enquête technique a été ouverte et un enquêteur désigné pour la conduire. L'enquêteur technique chargé de l'antenne du BEA de Rennes et l'enquêteur de première information ont commencé les constatations sur le site de l'accident le lundi matin, rejoints dans l'après-midi par huit autres enquêteurs, dont l'enquêteur désigné. Tous leurs travaux ont été conduits en coordination avec les responsables de l'enquête judiciaire.

Conformément aux dispositions internationales, l'avion étant de construction canadienne, le BEA a invité son homologue canadien, le Bureau de la Sécurité des Transports, à désigner un représentant accrédité. Celui-ci a rejoint l'enquêteur désigné le 24 juin, assisté de trois conseillers proposés par Bombardier et d'un conseiller de Transport Canada. Un représentant local de Bombardier avait déjà été associé à l'enquête, avec l'accord du représentant accrédité canadien. Les moteurs étant de construction américaine (General Electric), le National Transportation Safety Board, organisme d'enquête américain, a été tenu informé. En fonction des informations disponibles, il n'a pas jugé utile que ses représentants se déplacent.

Pour la conduite de l'enquête, l'enquêteur désigné a été assisté par un groupe de neuf enquêteurs et deux assistants techniques ainsi que par un pilote de ligne et un ingénieur du contrôle de la navigation aérienne, experts associés du BEA. Un commandant de bord, spécialiste de sécurité des vols, a également été mis à sa disposition par Brit Air.

Six groupes de travail ont été constitués pour déterminer et recueillir les renseignements nécessaires à l'enquête dans les domaines suivants :

- site, épave, survie, sécurité ;
- témoignages, données radar, radiocommunications, circulation aérienne, météorologie, infrastructures ;
- enregistreurs de vol ;
- aspects médicaux ;
- calibration ILS, aéronef, équipage, maintenance ;
- préparation et conduite du vol, exploitation et performances.

Différents calculs et simulations ont été demandés à Bombardier dans le cadre de l'enquête.

Un rapport préliminaire a été publié le 31 juillet 2003.

# 1 - RENSEIGNEMENTS DE BASE

## 1.1 Déroutement du vol

Le dimanche 22 juin 2003, le CRJ-100 immatriculé F-GRJS effectue le vol régulier AF 5672 entre Nantes Atlantique et Brest Guipavas sous plan de vol IFR. C'est la dernière étape d'une rotation Brest – Nantes – Strasbourg – Nantes – Brest. L'avion est exploité par Brit Air pour le compte d'Air France. Le commandant de bord est pilote en fonction. L'équipage comprend également un officier pilote de ligne, copilote, et un navigant de cabine.

L'avion décolle à 21 h 16 min <sup>(2)</sup> avec vingt et un passagers. Il a une cinquantaine de minutes de retard, un retard pris lors du premier vol de la journée s'étant répercuté sur les vols suivants.

Au cours du vol, l'équipage passe au nord-est de la trajectoire prévue, avec l'autorisation du contrôle, afin d'éviter des cumulonimbus. A Brest Guipavas, l'ATIS de 21 h 00 indique une visibilité de huit cents mètres avec du brouillard et une base des nuages à deux cents pieds avec présence de cumulonimbus. La piste en service est la 26 gauche avec une approche ILS ; des travaux en restreignent temporairement l'utilisation à la Cat I.

A 21 h 36 min 27 s, le vol (indicatif radio BZ 672 EC) est autorisé par le contrôleur en route à descendre au niveau de vol 150 puis, à 21 h 39 min 10 s, au niveau de vol 70.

A 21 h 39 min 23 s, l'équipage annonce qu'il descend au niveau de vol 70 vers BODIL, c'est-à-dire le repère d'approche initiale, en évitant les orages.

A 21 h 39 min 31 s, le contrôleur d'approche de Brest transmet « Descendez quatre mille pieds QNH mille huit numéro deux à l'approche, prévoyez un tour d'attente à Golf Uniform ».

A 21 h 44 min 21 s, le contrôleur autorise la descente à 3 000 ft QNH et ajoute « et faites un tour d'attente ». L'avion est à environ 20 NM du DME BG.

A 21 h 47 min 40 s, soit environ une minute et demie avant le début prévu de l'attente, le contrôleur autorise la descente à 2 000 ft QNH.

A 21 h 48 min 01 s, le contrôleur annonce « Echo Charlie, le précédent est posé, vous poursuivez l'approche, rappelez l'Outer Marker ». Quatre secondes plus tard, à 9,4 NM DME, le mode latéral de maintien de cap (HDG) et le mode de vitesse verticale (VS) du système de contrôle automatique du vol deviennent actifs et l'avion suit le cap 257°. La fréquence ILS de Brest est affichée sur le VOR 1 et la source de navigation VOR est sélectionnée.

---

<sup>(2)</sup> Cette heure a été recalculée à partir des enregistrements de bord.

A 21 h 48 min 21 s, le contrôleur rappelle « Vous êtes prêts pour l'approche ? ». Après confirmation, il demande « Rappelez l'Outer Marker ». Le copilote collationne.

Sur demande du commandant de bord, le copilote sort les volets à 20° puis le train d'atterrissage. Alors qu'il est à environ 7 NM DME, l'avion se stabilise à 2 000 ft QNH, toujours sous pilote automatique en mode Heading. Parallèlement, le vent qui a commencé à tourner au nord-ouest lors de la descente fait dériver l'avion vers la gauche. Cette dérive n'est pas détectée par l'équipage.

A 21 h 49 min, le copilote sort successivement les volets à 30° puis 45° et l'équipage effectue la check-list avant atterrissage.

A 21 h 49 min 35 s, le contrôleur autorise l'atterrissage en piste 26 gauche et indique une base des nuages inférieure à cent pieds.

A 21 h 49 min 40 s, l'avion, en palier, traverse puis passe au-dessus du plan du glide.

A 21 h 50 min, l'avion passe la balise GU, légèrement à gauche, avec une route divergente à gauche par rapport à l'axe du localizer. A cet instant, le vent calculé par le système de gestion du vol (FMS) est 300°/20 kt. Peu après, l'avion est mis en descente. Il continue à s'écarter à gauche de l'axe du localizer.

L'avion retransverse le plan du glide à 21 h 50 min 45 s et le commandant de bord dit « L'approche est sélectionnée Loc et Glide », le copilote confirme. Les modes HDG et VS du système de contrôle automatique du vol restent actifs. L'avion restera au-dessous du plan du glide jusqu'à la fin du vol.

Entre 21 h 50 min 58 s et 21 h 51 min 02 s, le GPWS annonce successivement « Five hundred », « Glide slope » puis « Sink rate ».

A 21 h 51 min 01 s, l'avion entame un virage à droite. Il est alors à 4,68 points à gauche de l'axe du localizer.

A 21 h 51 min 04 s, le commandant de bord déconnecte le pilote automatique.

A 21 h 51 min 05 s, le GPWS annonce « Three hundred ».

Entre 21 h 51 min 07 s et 21 h 51 min 14 s, sept alarmes « Glide slope » se succèdent. Pendant ce temps, le copilote dit à deux reprises « passe à droite » et l'assiette de l'avion varie de -5° à 0°.

A 21 h 51 min 15 s, le GPWS annonce « One hundred ».

A 21 h 51 min 16 s, alors que l'avion est à 529 ft QNH et 93 ft radiosonde, le copilote dit « J'ai rien devant » puis le commandant de bord « Remise de gaz ». Simultanément, la poussée des moteurs augmente significativement. L'assiette de l'avion revient à -5° en quatre secondes.

A 21 h 51 min 19 s, le copilote dit « Remise ».

A 21 h 51 min 20 s, le GPWS annonce « Sink rate » puis « Pull up ».  
Le copilote dit à nouveau « Remise » à 21 h 51 min 22 s.

Le premier bruit d'impact est enregistré par le CVR à 21 h 51 min 22 s et l'enregistrement s'arrête à 21 h 51 min 24 s.

L'avion, qui a touché le sol sans violence, roule, heurte plusieurs obstacles et finit sa course 450 m à gauche de l'axe, à 2 150 mètres du seuil de piste.

Le commandant de bord est décédé, le reste de l'équipage et les passagers parviennent à évacuer l'avion qui sera détruit par l'incendie.

## 1.2 Tués et blessés

Blessures	Membres d'équipage	Passagers	Autres personnes
Mortelles	1	-	-
Graves	1	3	-
Légères/Aucune	1	18	-

Le copilote et trois passagers sont restés hospitalisés plus de quarante-huit heures<sup>(3)</sup>. Cinq autres passagers ont été hospitalisés pour une durée inférieure, dont l'un pour un traumatisme de la clavicule gauche.

## 1.3 Dommages à l'aéronef

L'avion a été détruit par les impacts successifs et l'incendie.

## 1.4 Autres dommages

Deux poteaux de ligne électrique en béton armé et deux poteaux de ligne téléphonique en pin ont été détruits. Un champ de terre, un talus, un champ fauché, un muret de pierres, des arbres et le revêtement d'une route ont été endommagés.

---

<sup>(3)</sup> Ce seuil de quarante-huit heures a été appliqué conformément à la définition internationale de la blessure grave, telle qu'elle est mentionnée dans le Code de l'aviation civile (Livre VII). Le traumatisme de la clavicule n'y est pas considéré comme une blessure grave.

## 1.5 Renseignements sur le personnel

### 1.5.1 Personnel navigant

#### 1.5.1.1 Commandant de bord

Homme, 53 ans.

Titres aéronautiques :

- Licence de pilote professionnel délivrée en 1976.
- Qualification de vol aux instruments délivrée en juillet 1980.
- Licence de pilote professionnel d'hélicoptères délivrée en 1984.
- Licence de pilote de ligne avion délivrée en juin 1990 par le Canada.
- Licence de pilote de ligne avion n° 524294, délivrée le 3 février 1994 par la France.
- Qualification de type CRJ-100 délivrée le 21 mai 1995, prorogée le 20 août 2002.
- Qualification aux approches de précision Cat IIIa en date du 11 janvier 2003.
- Dernier contrôle en ligne le 13 septembre 2002.
- Dernier contrôle hors ligne le 11 janvier 2003, sur CRJ-700 <sup>(4)</sup>.
- Dernier certificat d'aptitude médicale obtenu le 11 avril 2003, valide jusqu'au 31 octobre 2003.

Expérience professionnelle :

- 16 000 heures de vol dont 5 300 sur type.
- 96 heures et 45 minutes dans les trois mois précédents, toutes sur type.
- 46 heures et 37 minutes dans le mois précédent, toutes sur type.
- 3 heures et 32 minutes dans les 24 dernières heures, toutes sur type <sup>(5)</sup>
- Dernière approche de précision Cat II/III réalisée le 26 mai 2003.

Embauché par Brit Air en 1987 en tant que pilote sur Embraer 110, il avait été nommé commandant de bord sur Embraer 110 en octobre 1989 puis sur SAAB en juin 1990 et enfin sur CRJ-100 le 18 juin 1995. Il était basé à Brest.

Emploi du temps en juin :

- 1<sup>er</sup> au 11 juin : congé.
- 12 au 16 juin : vol.
- 17 au 18 juin : repos.
- 19 juin : vol.
- 20 juin : repos.

---

<sup>(4)</sup> Les CRJ 100 et 700 font l'objet d'une qualification unique (voir § 1.17.2.1.3).

<sup>(5)</sup> Le temps du vol de l'accident avait été pris en compte dans le rapport préliminaire.

Rotations effectuées la veille et le jour de l'événement :

Le 21 juin

N° de vol	Départ	Destination	Départ	Arrivée	Avion
AF 5671	Brest	Nantes	3 h 56	4 h 35	CRJ-100
AF 5771	Nantes	Strasbourg	5 h 08	6 h 22	CRJ-100
AF 5770	Strasbourg	Nantes	6 h 50	8 h 23	CRJ-100
AF 5670	Nantes	Brest	9 h 00	9 h 38	CRJ-700

Le 22 juin

N° de vol	Départ	Destination	Départ	Arrivée	Fonction	Avion
AF 5673	Brest	Nantes	16 h 20	17 h 03	PNF	CRJ-700
AF 5773	Nantes	Strasbourg	17 h 33	19 h 00	PNF	CRJ-100
AF 5772	Strasbourg	Nantes	19 h 25	20 h 47	PF	CRJ-100
AF 5672	Nantes	Brest	21 h 05	-	PF	CRJ-100

Remarques :

- ces heures sont les heures bloc notées par les équipages lors des escales ;
- la rotation du jour de l'accident était prévue sur CRJ-100 ; un changement de planning a imposé d'effectuer la première étape sur CRJ-700 ; l'équipage en a été informé au moment de son arrivée à l'aérodrome pour la préparation des vols ;
- le CRJ-700 est arrivé tardivement à Brest en raison d'un problème technique sur le système de freinage, ce qui a provoqué un retard d'une cinquantaine de minutes.

### **1.5.1.2 Copilote**

Homme, 38 ans.

Titres aéronautiques :

- Licence de pilote professionnel avion n° 1929699, délivrée le 5 mai 1999.
- Qualification de vol aux instruments délivrée le 1<sup>er</sup> juillet 2000.
- Qualification de type CRJ-100 délivrée le 29 avril 2001, prorogée le 20 mai 2003.
- Instructeur sur entraîneur synthétique de vol (SFI) depuis le 6 avril 2001.
- Qualification aux approches de précision Cat IIIa en date du 20 mai 2003.
- Dernier contrôle en ligne le 16 décembre 2002.
- Dernier contrôle hors ligne le 20 mai 2003.
- Dernier certificat d'aptitude médicale obtenu le 25 mars 2003, valide jusqu'au 30 mars 2004.

Expérience professionnelle :

- 4 800 heures de vol dont 650 sur type.
- 51 heures et 25 minutes dans les trois mois précédents, toutes sur type.
- 26 heures et 51 minutes dans le mois précédent, toutes sur type.
- 3 heures et 32 minutes dans les 24 dernières heures, toutes sur type.
- Dernière approche de précision Cat II/III réalisée le 10 janvier 2002.

Le copilote a exercé une activité de pilote et d'instructeur au simulateur pour l'aéronavale entre 1986 et 2000. Il volait alors sur DA10, Nord 262, Bréguet Atlantique, Gardian et Cap 10. Il a été embauché par Icare (voir § 1.17.2.1.1) le 13 novembre 2000, a effectué un stage SFI au Service de l'exploitation et de la formation aéronautique (DGAC) en février 2001 et est devenu effectivement SFI chez Icare le 29 avril 2001 à l'issue de sa qualification de type CRJ-100. Il est devenu copilote sur CRJ-100 chez Brit Air en octobre 2001 puis SFI pour Brit Air le 28 janvier 2002. Il était basé à Brest.

Remarque : le copilote avait dispensé en tant que SFI le dernier entraînement hors ligne du commandant de bord en janvier 2003.

Emploi du temps en juin :

- 1<sup>er</sup> au 3 juin : repos.
- 4 juin : cours au sol préparatoire au simulateur CRJ-100.
- 5 au 6 juin : simulateur CRJ-100.
- 7 au 10 juin : repos.
- 11 au 15 juin : vol.
- 16 au 17 juin : repos.
- 18 juin : cours au sol et simulateur CRJ-100.
- 19 juin : vol.
- 20 juin : repos.
- 21 juin : un cours au sol et une séance de simulateur CRJ-100 de 9 h 30 à 16 h 45 à Morlaix.

Le jour de l'événement, il avait effectué les mêmes vols que le commandant de bord :

N° de vol	Départ	Destination	Départ	Arrivée	Fonction	Avion
AF 5673	Brest	Nantes	16 h 20	17 h 03	PF	CRJ-700
AF 5773	Nantes	Strasbourg	17 h 33	19 h 00	PF	CRJ-100
AF 5772	Strasbourg	Nantes	19 h 25	20 h 47	PNF	CRJ-100
AF 5672	Nantes	Brest	21 h 05	-	PNF	CRJ-100

Mêmes remarques que pour le commandant de bord.

### **1.5.1.3 Navigant de cabine**

Femme, 31 ans.

- Certificat de sécurité sauvetage obtenu le 8 septembre 1994.
- Dérogation du Conseil Médical de l'Aviation civile du 28 juin 2000.
- Dernier certificat d'aptitude médicale obtenu le 20 juin 2003.
- Stage de formation initiale Brit Air effectué sur ATR 72, ATR 42 et SAAB 340 en mars 1995.
- Formation sur CRJ-100 en avril et mai 1997.
- Dernier stage de maintien des compétences effectué du 13 au 16 août 2002.
- Dernier vol d'appréciation effectué le 17 janvier 2003.
- Mêmes vols que l'équipage de conduite le jour de l'accident.

### **1.5.2 Contrôleur d'approche à Brest Guipavas**

Femme, 42 ans.

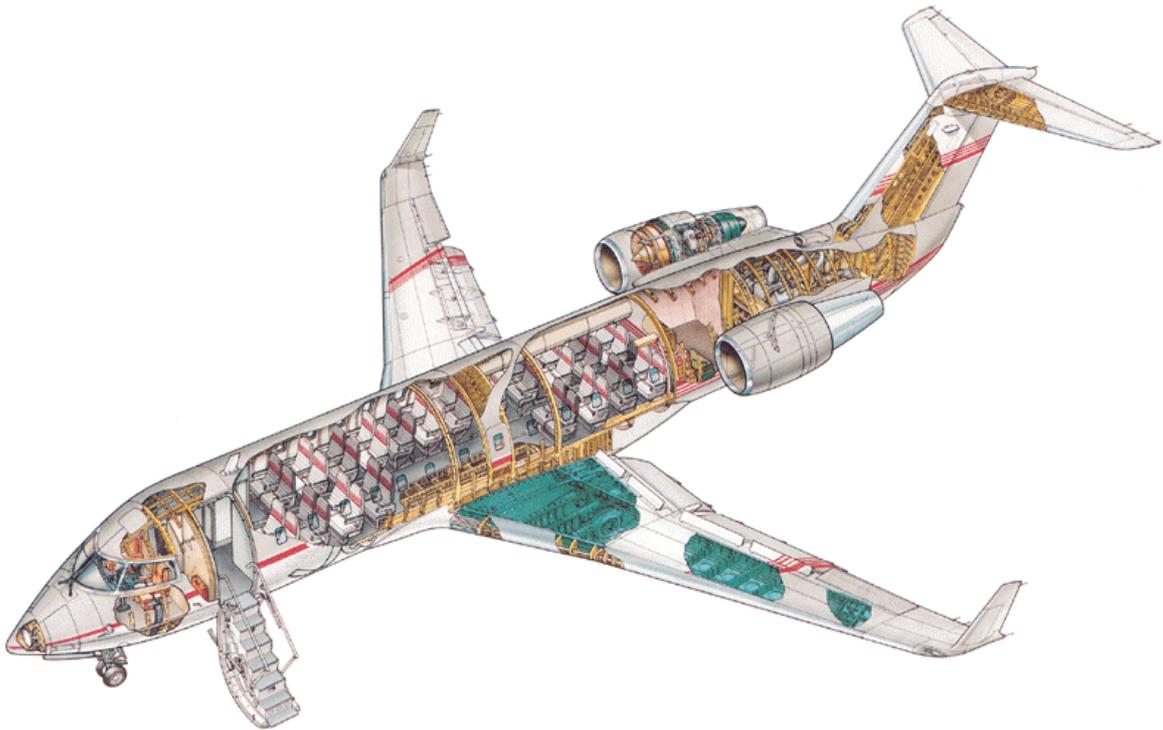
- Ingénieur du contrôle de la navigation aérienne.
- Qualification de contrôleur d'approche radar à Brest Guipavas obtenue le 1<sup>er</sup> avril 1997, valide jusqu'au 31 mars 2006.
- Autorisation de mise en œuvre de la fonction guidage radar dans les espaces aériens de l'organisme de contrôle d'approche de Brest-Iroise obtenue le 10 août 2001.

## **1.6 Renseignements sur l'aéronef**

### **1.6.1 Cellule**

Le CRJ-100 est un biréacteur d'une masse maximale au décollage de 23 133 kg, d'une masse maximale à l'atterrissage de 21 319 kg et d'une capacité de cinquante sièges passagers dans le cas du F-GRJS.

- Constructeur : BOMBARDIER INC. CANADAIR GROUP – Canada.
- Type : CANADAIR CL-600 2B 19 REGIONAL JET « CRJ-100 ».
- Numéro de série : 7377.
- Certificat de navigabilité IM 208 du 21 mars 2000, valide jusqu'au 17 mars 2006.
- Date de mise en service : 21 mars 2000.
- Utilisation à la date du 22 juin 2003 : 6 649 heures de vol et 6 552 cycles.



**Le CRJ-100**

### 1.6.2 Moteurs

- Constructeur : GENERAL ELECTRIC - USA.
- Type : CF34-3A1.

	<b>Gauche</b>	<b>Droit</b>
Numéro de série	807611	807612
Temps de fonctionnement	6 645 heures	6 645 heures
Nombre total de cycles	6 556	6 556

### 1.6.3 Maintenance

L'avion était entretenu par Brit Air selon un programme d'entretien approuvé.

- Dernière visite calendaire annuelle effectuée le 20 janvier 2003 par Lyon Maintenance à Lyon.
- Dernière visite « check C » (5 000 heures de vol) effectuée le 25 novembre 2002 par Brit Air à Morlaix.
- Dernière visite « check A » (500 heures de vol) effectuée le 11 juin 2003 par Lyon Maintenance à Lyon.
- Dernières visites groupées « service check » (72 heures calendaires) et « routine check » (100 heures de vol) effectuées le 21 juin 2003 par Brit Air à Brest.

La seule tolérance technique au départ de Nantes concernait le feu de navigation supérieur arrière (une ampoule inopérante).

## 1.6.4 Masse et centrage

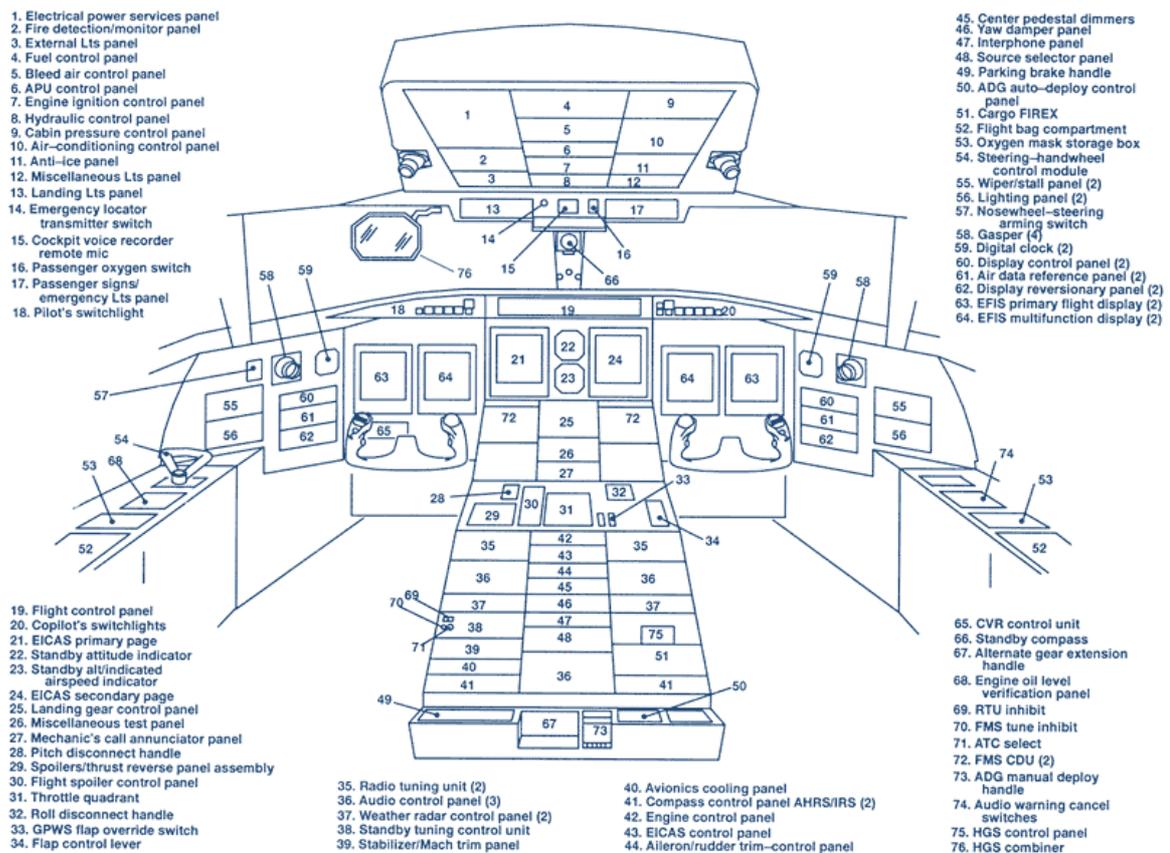
La masse de l'avion au décollage de Nantes était de 18 945 kg. La masse prévue à l'atterrissage était de 17 945 kg. La masse de carburant au décollage était de 2 800 kg ; il restait environ 1 800 kg dans les réservoirs au moment de l'accident.

Le centrage de l'avion était de 16 % sans variation notable au cours de l'étape, à l'intérieur de l'enveloppe de centrage (comprise entre 9 et 35 %).

## 1.6.5 Equipements

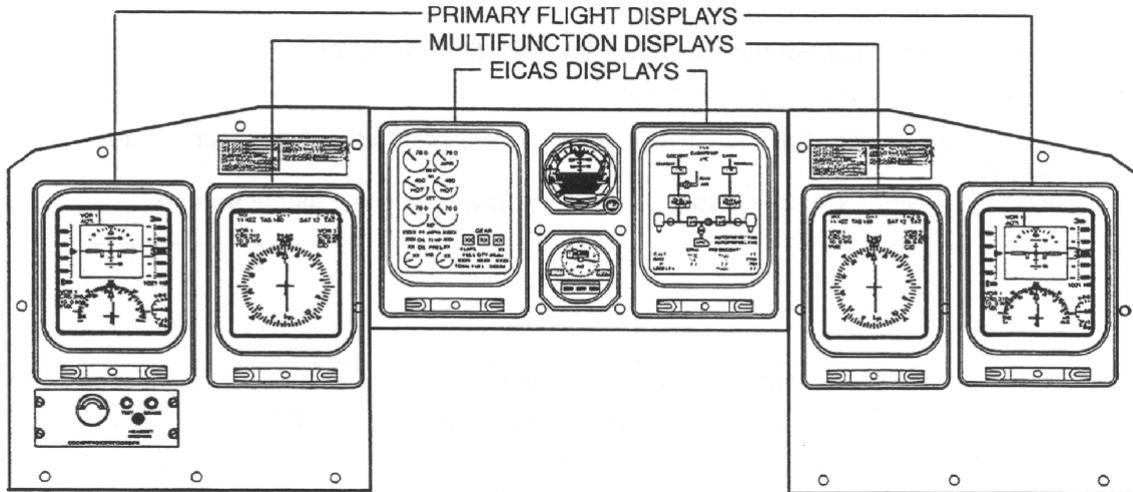
### 1.6.5.1 Poste de pilotage

#### 1.6.5.1.1 Vue d'ensemble



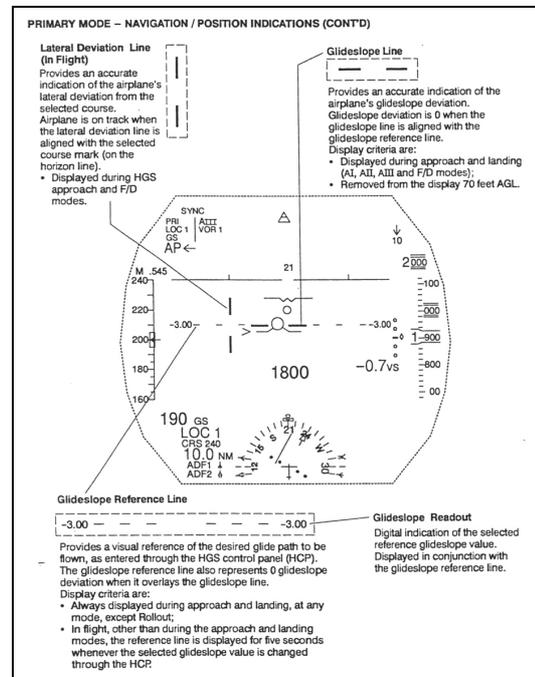
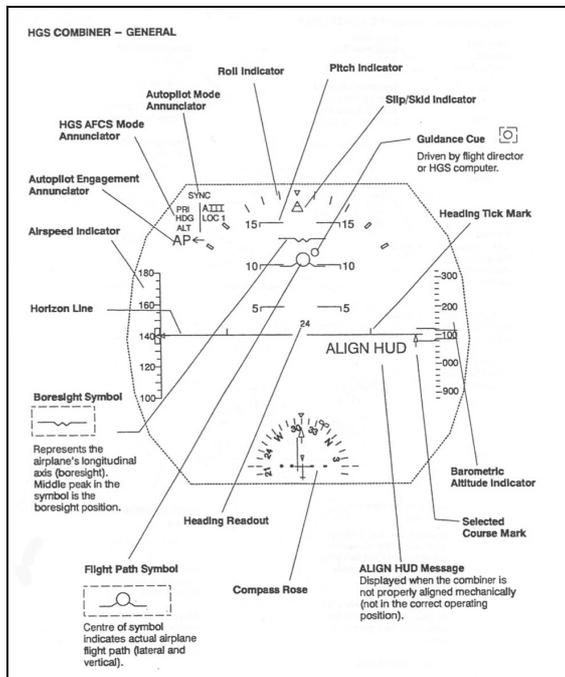
### 1.6.5.1.2 PFD / MD / EICAS

#### PRIMARY FLIGHT DISPLAYS



### 1.6.5.1.3 Collimateur tête haute

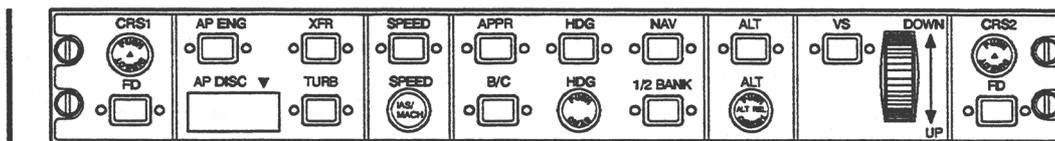
Le collimateur tête haute ou HGS est un instrument de pilotage situé en place gauche qui présente, en tête haute et en superposition à la vision extérieure, des informations sous forme de symboles numériques ou analogiques (en particulier informations ILS, vitesses et régimes moteurs).



### 1.6.5.2 Modes du système de contrôle automatique du vol

Le système de contrôle automatique du vol du CRJ-100 répond aux commandes du directeur de vol et utilise des modes de guidage latéral et vertical pour contrôler l'avion en roulis, tangage et lacet en générant les ordres de braquage des gouvernes appropriées. Il est commandé par un des deux ordinateurs de contrôle du vol (FCC1 – commandant de bord ou FCC2 – copilote) selon la sélection de l'équipage.

Le directeur de vol fournit un guidage visuel en affichant les instructions de guidage sur les PFD au moyen de barres de tendance perpendiculaires, que ce soit pour piloter manuellement l'avion ou pour contrôler visuellement la réponse du système de contrôle automatique aux ordres de guidage. Ceux-ci sont gérés par les modes du système de contrôle automatique du vol qui sont sélectionnés sur le FCP (panneau de contrôle du vol, cf. figure 1). L'afficheur de modes (FMA) situé dans la partie haute du PFD (figure 2) indique les différents modes actifs en vert et armés en blanc, en séparant les modes latéraux et verticaux (les modes latéraux figurent au-dessus des modes verticaux).



Flight Control Panel (1) – Glareshield

Figure 1

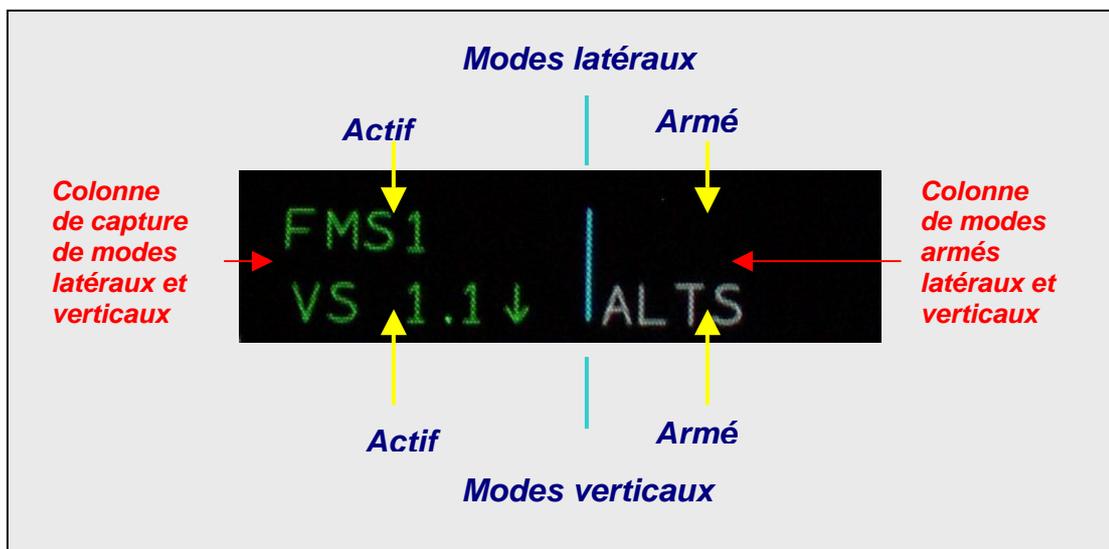


Figure 2

### 1.6.5.2.1 Modes latéraux

#### Mode de maintien de cap (HDG)

Le mode de maintien de cap fournit un guidage latéral qui permet de suivre le cap sélectionné par l'équipage. Ce mode est choisi par action sur le bouton-poussoir de commutation HDG du FCP, la valeur sélectionnée au moyen du bouton de sélection de cap, également situé au FCP, étant matérialisée par le curseur de cap sur le PFD. Lorsque ce mode est actif, un message vert HDG apparaît dans la colonne de capture de modes latéraux du PFD.

#### Mode de navigation (VOR, LOC, FMS)

Le mode de navigation permet de capturer et de suivre la source de navigation affichée sur le PFD. Ce mode s'arme lorsqu'il est sélectionné.

Remarque : la navigation peut être effectuée à partir de trois sources différentes en utilisant soit les moyens de radionavigation (source LOC pour une navigation avec localizer, source VOR pour une navigation avec VOR), soit le FMS (source FMS). La source utilisée est sélectionnée à l'aide du bouton NAV SOURCE du panneau de contrôle d'affichage (Display Control Panel).

Ce mode est sélectionné par action sur le bouton-poussoir de commutation NAV du FCP. Il est désélectionné, soit en poussant à nouveau ce bouton, soit en sélectionnant un autre mode latéral, soit en changeant la source de navigation.

Lorsque le mode de navigation est armé, deux messages sont affichés : un message vert HDG dans la colonne de capture de modes latéraux du PFD et un message blanc indiquant la source de navigation (VOR 1 ou 2, LOC 1 ou 2 ou FMS 1 ou 2) dans la colonne de mode latéral armé du PFD. Lorsque le mode est actif, un message vert (VOR 1 ou 2, LOC 1 ou 2 ou FMS 1 ou 2) apparaît dans la colonne de capture de modes latéraux du PFD à la place du message HDG.

#### Mode d'approche

Le mode d'approche capture et suit la source de navigation affichée au PFD.

Le mode d'approche est sélectionné en actionnant le bouton-poussoir de commutation APPR du FCP. Ce mode étant ainsi armé, deux messages sont affichés au PFD : un message vert HDG dans la colonne de capture de mode latéral du PFD et un message blanc (VOR 1 ou 2, LOC 1 ou 2 ou FMS 1 ou 2) dans la colonne de modes latéraux armés du PFD. Lorsque le mode est actif, un message vert (VOR 1 ou 2, LOC 1 ou 2 ou FMS 1 ou 2) apparaît dans la colonne de capture de modes latéraux du PFD à la place du message HDG.

Le mode d'approche capture l'axe d'un localizer s'il est initialement armé et si l'écart entre la position de l'avion et l'axe du localizer est inférieur à 0,25 point (capture forcée). Lorsqu'un cap convergent avec l'axe du localizer est sélectionné pour intercepter cet axe (capture normale de localizer) et lorsque le mode approche a été armé, la capture de l'axe du localizer peut s'effectuer si la déviation est inférieure à 2,87 points.

#### 1.6.5.2.2 Modes verticaux

##### Mode de vitesse verticale (VS)

Le mode de vitesse verticale est sélectionné par action sur le bouton-poussoir VS du FCP. Il maintient la vitesse verticale de référence qui est affichée au moyen d'un commutateur rotatif placé à droite du bouton VS.

Le message vert VS ## ↑ ou VS ## ↓ apparaît dans la colonne de capture de modes verticaux du PFD.

Remarque : ## correspond à la valeur de la vitesse verticale de référence sélectionnée, en milliers de pieds par minute. La flèche, selon qu'elle est dirigée vers le haut ou vers le bas, indique une référence positive ou négative.

##### Mode de capture et de maintien de l'altitude courante (ALT)

Le mode de capture et de maintien de l'altitude courante permet de capturer et de maintenir l'altitude à laquelle se trouve l'avion au moment de la sélection du mode. Cette sélection s'effectue en poussant le bouton ALT du FCP.

Le message vert ALT est affiché pour indiquer la capture puis le maintien de l'altitude courante. Il n'y a pas d'affichage de la valeur de l'altitude de référence.

##### Mode de capture et de maintien d'altitude pré affichée (ALTS)

Le mode de capture et de maintien d'altitude pré affichée permet de capturer et de maintenir une altitude pré affichée sélectionnée à l'aide du bouton tournant ALT du FCP. Il est automatiquement armé dès que VS est sélectionné. Le message blanc ALTS apparaît alors dans la colonne de mode vertical armé. Le mode ALTS s'active à la capture de l'altitude pré affichée. Le message vert ALTS CAP s'affiche alors, puis le message ALTS le remplace pendant le maintien de l'altitude.

Remarque : si le sens de la VS sélectionnée n'amène pas l'avion à passer par l'altitude pré affichée, il n'y a jamais capture de cette altitude par ALTS.

Lorsque le mode ALTS est actif, une nouvelle altitude doit être sélectionnée avant d'activer le mode de vitesse verticale, faute de quoi, l'altitude pré affichée étant celle à laquelle se trouve l'avion, la capture est immédiate et l'avion reste à cette altitude. La sélection d'une nouvelle altitude pré affichée entraîne l'activation transitoire du mode ALT et l'armement du mode ALTS pour la nouvelle altitude.

##### Mode glideslope (GS)

Le mode glideslope permet de capturer et de suivre un plan de descente d'approche de précision. La capture du plan ne peut s'effectuer que si la déviation de l'avion par rapport au plan est inférieure à 10 % de l'échelle maximale, soit 0,2 point.

Le mode glideslope est automatiquement armé quand le mode approche est sélectionné avec un localizer valide comme source de navigation latérale.

Lorsque ce mode est armé, le message blanc GS apparaît dans la colonne de modes verticaux armés du PFD. Lors de la capture et du suivi du plan de descente d'approche de précision, le message vert GS est affiché dans la colonne de capture de modes verticaux du PFD.

#### *1.6.5.2.3 Mode de remise de gaz*

Le mode de remise de gaz permet d'une part de suivre le cap sélectionné au FCP en limitant à cinq degrés le roulis et d'autre part génère une indication d'assiette à cabrer de dix degrés. La sélection de ce mode se fait en appuyant sur les boutons TOGA des manettes de poussée. Elle débraye le pilote automatique, désactive tous les autres modes latéraux et verticaux de pilotage éventuellement actifs et actionne les deux directeurs de vol.

Le mode de remise de gaz est annoncé par deux messages verts GA, l'un dans la colonne de capture de modes latéraux et l'autre dans la colonne de capture de modes verticaux du PFD.

#### **1.6.5.3 Avertisseur de proximité du sol**

L'avion était équipé d'un avertisseur de proximité du sol (GPWS) de marque Honeywell, modèle Mk V Warning Computer, référence 965-0676-022.

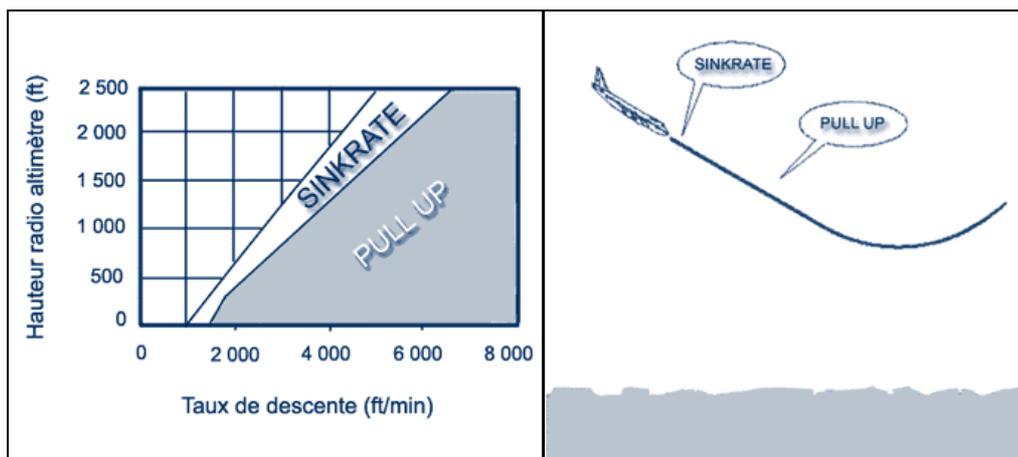
Le GPWS est un système embarqué qui fournit à l'équipage des indications sonores et visuelles lorsque les conditions de vol peuvent impliquer un risque de collision avec le sol. Ces alarmes sont générées pour, entre autres :

- un taux de descente excessif (mode 1) ;
- un écart important en dessous du glide (mode 5).

Le GPWS fournit également des annonces automatiques de hauteur (mode 6).

#### **Mode 1**

Le mode 1 fournit une alerte ou une alarme en cas de taux de descente excessif à proximité du sol. Une enveloppe d'alerte et une enveloppe d'alarme sont définies en fonction de la hauteur radio-altimétrique et du taux de descente. Si l'avion pénètre dans la zone d'alerte, l'annonce « Sink rate » retentit et le voyant GPWS (rouge) clignote. Si l'avion pénètre dans la zone d'alarme, l'annonce « Whoop whoop Pull up » est générée jusqu'à la sortie de l'enveloppe d'alerte, et le voyant GPWS clignote.



**Mode 1 - Taux de descente excessif**

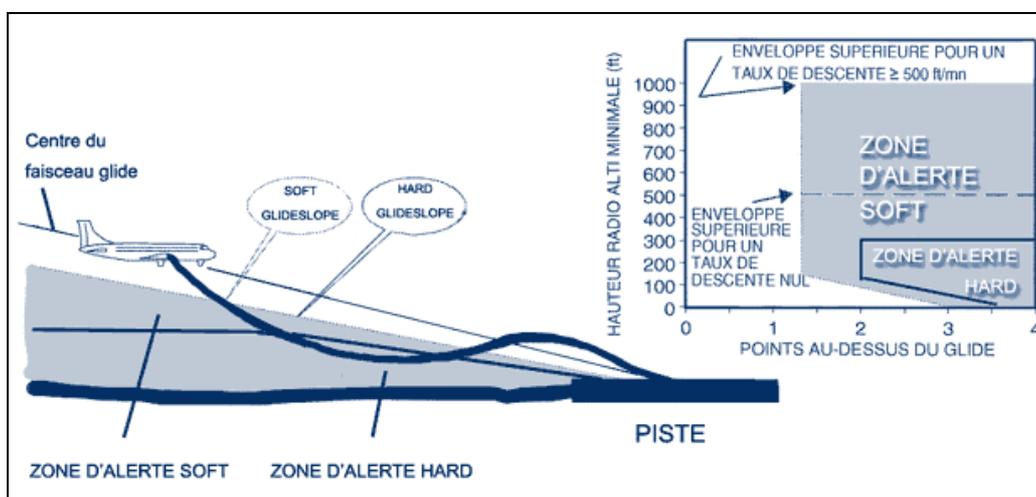
### Mode 5

Le mode 5 fournit deux niveaux d'alerte si l'avion passe significativement sous le centre du faisceau du glide lors d'une approche ILS.

Le premier niveau d'alerte est généré si l'avion s'écarte de plus de 1,3 points du centre du faisceau du glide sous mille pieds. L'annonce « Glide slope » retentit à la moitié (en dB) de l'intensité sonore des autres alertes vocales et le voyant G/S (ambre) clignote.

Le second niveau d'alerte est généré en dessous de trois cents pieds de hauteur radio altimétrique lorsque la déviation sous le centre du faisceau du glide est supérieure à deux points. L'annonce « Glide slope » retentit au volume normal, associée au clignotement du voyant G/S.

Le mode 5 peut être inhibé en dessous de mille pieds radio altimétriques en pressant l'un des voyants G/S ou GPWS. Les annonces du mode 1 ont priorité sur celles du mode 5.



**Mode 5 - Ecart excessif sous le glide**

## **Mode 6**

Le mode 6 fournit une annonce :

- a) « Minimums » au passage de la hauteur de décision, lorsqu'une hauteur est sélectionnée, en configuration train d'atterrissage sorti. En revanche, cette annonce n'est pas émise lorsqu'une altitude de décision est affichée.
- b) de hauteur au passage de : 500, 400, 300, 200, 100, 50, 40, 30, 20, 10 pieds.

### **1.6.5.4 Balise de détresse**

L'avion était équipé d'une balise de détresse 406 MHz Socata ELT 96. Cette balise ne s'est pas déclenchée lors de l'accident.

La dernière opération de maintenance (test de bon fonctionnement) avait été effectuée par Brit Air le 20 janvier 2003 et s'était révélée satisfaisante.

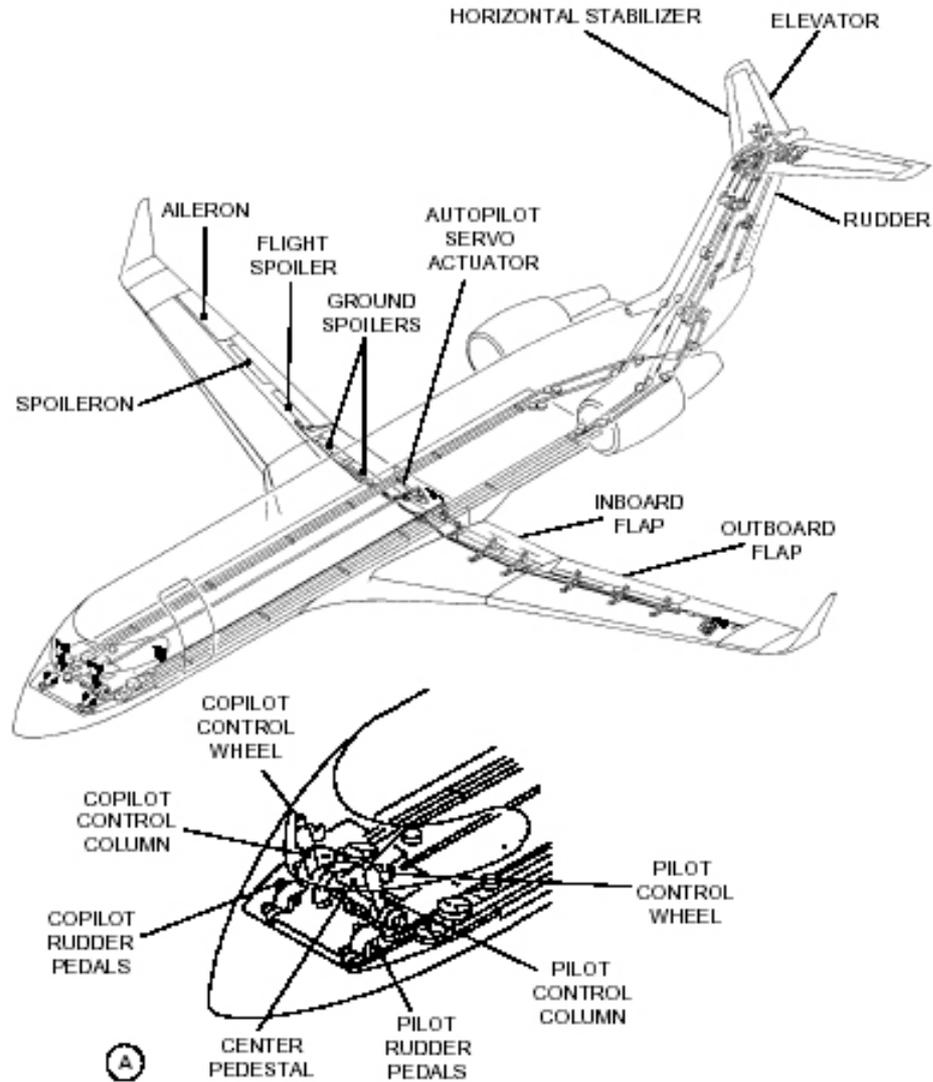
Le rôle de la balise est d'émettre en cas d'accident un signal de détresse sur les fréquences 406,025 MHz et 121,5 MHz. Ce signal, capté par le système de satellites SARSAT/COSPAS, est transmis au centre de contrôle et de mission (MCC) situé à Toulouse. Son analyse permet de connaître l'identification de l'avion et sa localisation géographique avec une précision d'environ un kilomètre. Le signal sonore de la balise sur 121,5 MHz peut être entendu dans les tours de contrôle, en écoute permanente sur cette fréquence.

La balise de détresse est située dans le cône arrière du CRJ-100. Elle est constituée, entre autres, d'une carte électronique pour l'émission radio du signal de détresse et d'un ensemble de déclenchement du signal de détresse constitué d'une carte électronique capteur et d'une carte électronique G-switch. Par ailleurs, la balise de détresse est équipée d'un sélecteur à trois positions, OFF, AUTO et MAN/RESET.

La balise de détresse est reliée électriquement à une antenne située sur le cône arrière, à un boîtier électronique en soute avionique et à un boîtier de commande en poste de pilotage.

### **1.6.5.5 Chaîne de contrôle de tangage**

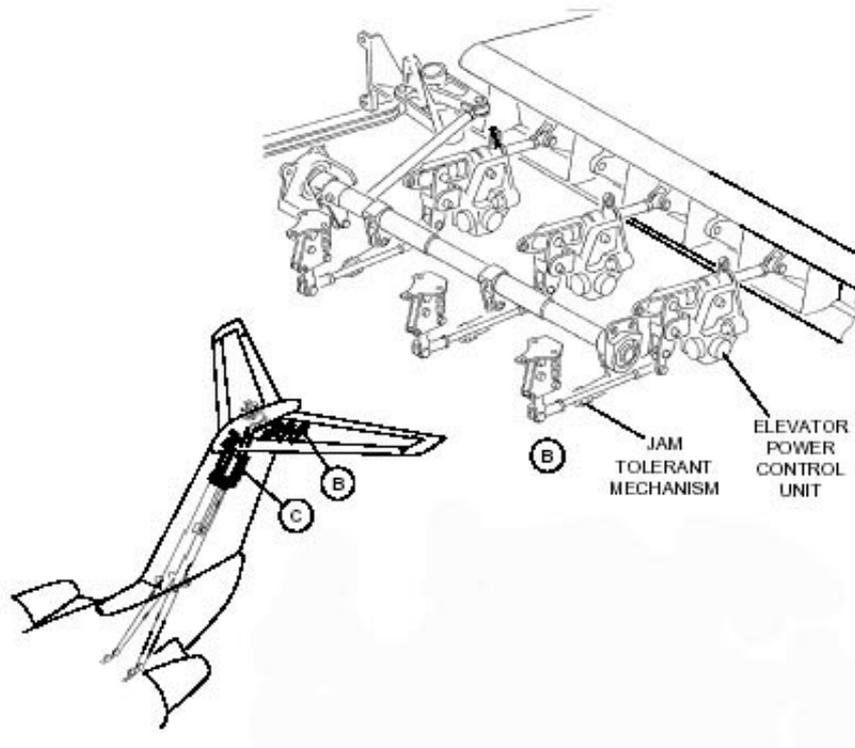
Les mouvements de l'avion dans le plan vertical sont commandés au moyen de deux gouvernes de profondeur (gauche et droite) et d'un plan horizontal réglable situés sur la queue.



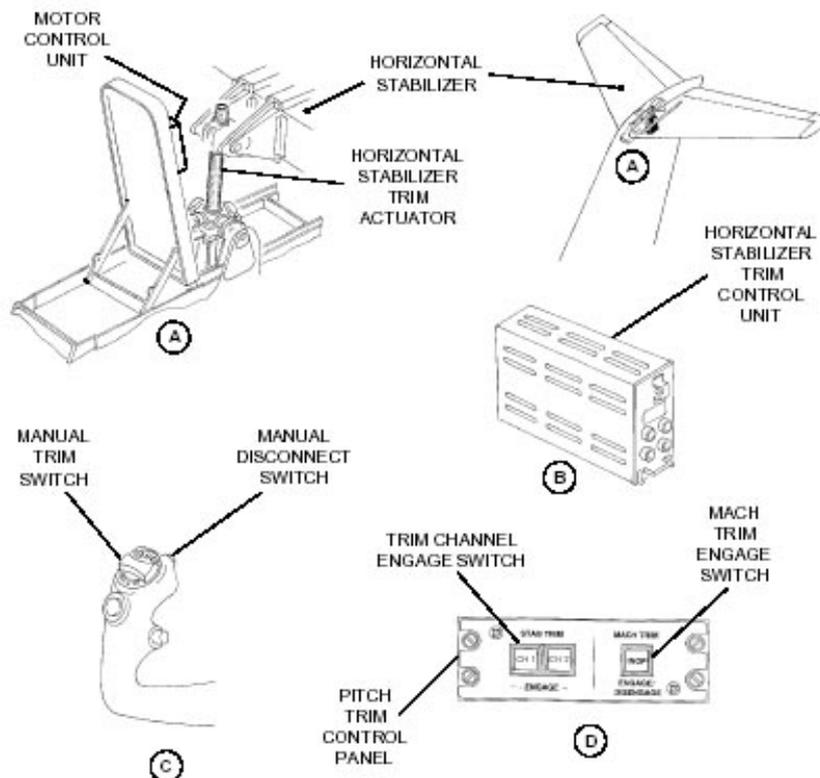
Les deux gouvernes de profondeur sont reliées aux manches situés dans le poste de pilotage (gouverne gauche au manche gauche et gouverne droite au manche droit) par l'intermédiaire de câbles, de poulies, de tiges métalliques et de vérins hydrauliques (trois par gouverne). Elles sont également reliées entre elles et bougent simultanément.

La commande des deux gouvernes peut également s'effectuer par le système de contrôle automatique du vol au travers d'une servo commande composée de deux éléments (servo primary et servo mount).

La position des gouvernes est indiquée en poste de pilotage sur la page « flight controls » de l'EICAS. Sa plage de fonctionnement est comprise entre 23° UP et 18° DOWN.

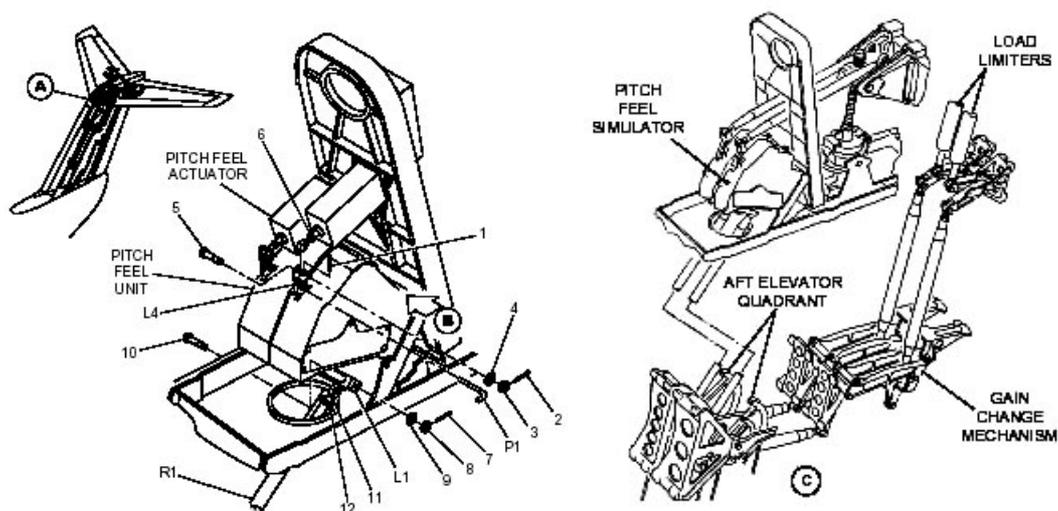


Le plan horizontal réglable assure la compensation en tangage de l'avion. Il est actionné mécaniquement par une vis sans fin (vérin de commande de réglage d'incidence du plan horizontal réglable - HSTA) qui est commandée électriquement par un moteur, le MCU (motor control unit). Ce moteur reçoit les ordres du bouton de commande de trim situé sur le manche du commandant de bord ou du copilote selon la sélection faite par l'équipage.



La commande du plan horizontal réglable peut également s'effectuer via le système de contrôle automatique du vol. Sa position est indiquée en poste de pilotage sur les pages « flight controls » et « status » de l'EICAS. Sa plage de fonctionnement est comprise entre - 13 et + 2°.

Par ailleurs, un système de restitution d'efforts est incorporé à la chaîne de commande des gouvernes de profondeur. Ce système permet à l'équipage de ressentir les forces aérodynamiques sur les gouvernes de profondeur. Il est composé de deux unités de contrôle sensitif de la profondeur (pitch feel simulator unit - PFSU) associées chacune à un vérin linéaire (pitch feel actuator).



### **1.6.5.6 Equipements de sécurité et de secours de l'avion**

En plus des équipements standard placés sous chaque siège passager, le F-GRJS disposait à l'avant de la cabine d'un mégaphone, de lampes, d'un extincteur au halon et d'une trousse de premiers secours, et à l'arrière de la cabine d'un extincteur H<sub>2</sub>O. Il disposait également d'un extincteur au halon en poste de pilotage.

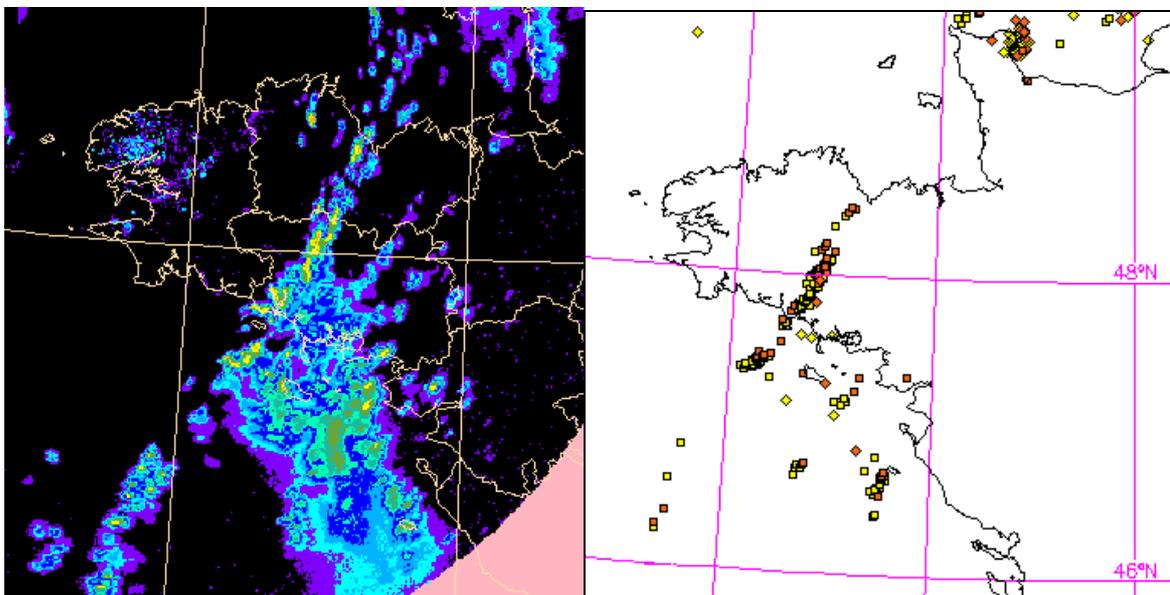
Remarque : l'arrêté du 12 mai 1997 (OPS 1) n'impose pas l'emport d'un mégaphone.

## **1.7 Renseignements météorologiques**

### **1.7.1 Situation générale**

La situation sur l'ouest de la France, Ouest Bretagne et Nord Gascogne, est caractérisée à 18 h 00 par un vaste marais barométrique associé à une masse d'air chaude et humide, propice aux développements de cellules convectives. Celles-ci se déplacent dans un flux de sud sud-ouest en altitude, tandis que les vents au sol sont variables faibles.

Sur le golfe de Gascogne, une ligne de grains s'organise avec des précipitations importantes et de nombreux orages qui atteignent la Bretagne et se déplacent suivant un axe Lorient / St Brieuc à partir de 21 h 00. Des turbulences et un givrage modéré à fort sont associés à cette ligne de grains.



(images fournies par Météo France)

Les deux images ci-dessus, datées de 21 h 45 min, représentent à gauche la localisation et l'intensité des précipitations, à droite les impacts de foudre au sol.

### 1.7.2 Situation à Brest Guipavas

A partir de 18 h 00, des cumulonimbus peu actifs sont présents sur l'aérodrome et s'évacuent lentement vers le nord-est. Vers 20 h 30 min, une entrée maritime gagne la région, abaissant par moment la visibilité à huit cents mètres et la base des nuages à cent pieds.

Ce type de situation entraîne des variations de visibilité très importantes dans le temps et dans l'espace.

METARs de 21 h 30 et de 22 h 00 :

```
222130Z 32005KT 280V350 0800 R26/P1500 FG BKN002 SCT020CB 15/15  
Q1007 NOSIG=
```

```
222200Z 32009KT 280V360 0800 R26/1400VP1500 FG BKN002 SCT020CB  
15/15 Q1008 NOSIG=
```

### **1.7.3 Dossier de vol**

#### **1.7.3.1 Informations fournies à l'équipage**

Les dossiers de vol remis en escale aux équipages comprennent un dossier météorologique qui n'est pas archivé en escale. Le dossier de vol donné à Nantes par le chef avion a été détruit dans l'incendie qui a suivi l'accident. Il contenait vraisemblablement :

- le METAR de 20 h 30 min (LFRB 222030Z 31011KT 4000 BR BKN002 SCT020CB 16/15 Q1006 NOSIG=) ;
- le TAF rédigé à 20 h 00 et valide de 21 h 00 à 06 h 00 (LFRB 222000Z 222106 06005KT 9999 SCT020CB BKN100 TEMPO 2124 25015KT 6000 TSRA BKN015CB BECMG 0003 VRB03KT 9999 SCT040 PROB30 TEMPO 0306 400 FG OVC002) ;
- la TEMSI EUROCC de 21 h 00 (annexe 1) ;
- la TEMSI France de 18 h 00 (annexe 1) ;
- les cartes des vents.

#### **1.7.3.2 Amendement du TAF**

Le TAF de 20 h 00, qui ne faisait pas mention d'une possibilité de brouillard entre 21 h 00 et 3 h 00, a été amendé à 21 h 05 min :

*LFRB 222000Z 222106 06005KT 3000 BR TEMPO 2106 0600 FG BKN002 TEMPO 2124 25015KT 4000 TSRA BKN015CB*

Il était trop tard pour que l'équipage puisse en avoir connaissance. Au départ de Nantes, l'équipage ne pouvait donc pas avoir conscience de la présence de brouillard à l'arrivée à Brest, aucun des documents en sa possession, le METAR de 20 h 30, le TAF de 20 h 00 non amendé, ainsi que les METARs et TAFs antérieurs, n'en mentionnant la présence ou la possibilité.

#### **1.7.4 Informations météorologiques reçues en vol**

Le copilote a écouté l'information ATIS de Brest à 21 h 21 min 15 s (annexe 1).

A 21 h 44 min 21 s, le contrôleur d'approche de Brest a indiqué que le brouillard était « retombé sur la plate-forme ».

A 21 h 45 min 42 s, le contrôleur a indiqué au vol précédant (Charter 801) : « Trois cent dix degrés neuf à quinze nœuds la piste est mouillée la base des nuages deux cents pieds ».

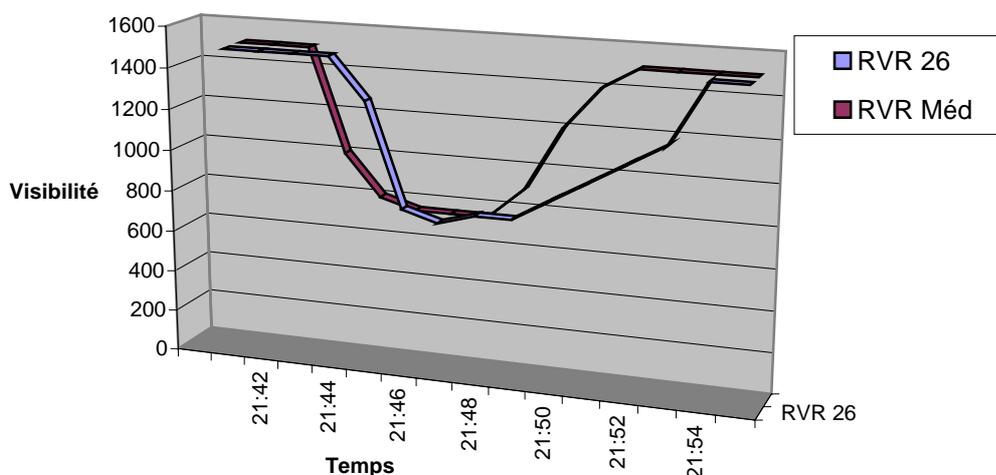
A 21 h 45 min 54 s, le contrôleur a indiqué au Charter 801: « RVR entrée de piste mille trois cents mètres à mi-piste huit cents mètres ».

A 21 h 49 min 35 s, en autorisant le F-GRJS à l'atterrissage, le contrôleur a précisé : « Trois cent vingt degrés huit à quinze nœuds base des nuages maintenant inférieure à cent pieds » ; il a ajouté, à 21 h 49 min 51 s, « Et les R V R huit cents mètres et neuf cents mètres ».

Ces différents messages ont été soit collationnés soit commentés par l'équipage.

### 1.7.5 Evolution des RVR en piste 26G à Brest lors de l'approche

Portée visuelle de piste à Guipavas le 22 juin entre 21 h 41 et 21 h 55



Seuil 26 = transmissomètre au travers du seuil de piste 26 gauche.  
Médiane = second transmissomètre au travers du milieu de piste.

La variation rapide des RVR montre le passage de bancs de brouillard. Ces indications sont toutefois à interpréter avec précaution, l'endroit de l'accident se trouvant à plus de deux kilomètres du seuil de piste.

## 1.8 Aides à la navigation

Les procédures d'approche en piste 26 gauche à Brest Guipavas s'appuient sur les moyens suivants :

- le locator GU sur la fréquence 338 kHz ;
- l'ILS de la piste 26 gauche BG sur la fréquence 109,900 MHz associé au DME co-implanté avec le glide ; le faisceau du localizer est dans l'axe ; le glide a une pente de 5,2 % ;
- la radio borne extérieure (Outer Marker) située à 4 NM du seuil de piste 26 gauche ;

- un balisage lumineux haute intensité comprenant une rampe d'approche axiale de neuf cents mètres, des feux de seuil unidirectionnels de couleur verte, des feux de piste latéraux blancs, un balisage axial de piste conforme aux normes internationales et une zone de toucher des roues (TDZ).

L'ILS 26 gauche est de classe III E 4. Il permet des approches de catégorie III.

Le NOTAM B 2771 03 indiquait que les approches de catégories II et III étaient indisponibles du 2 juin au 31 juillet 2003. Une note de service interne aux services de l'aviation civile précisait que des travaux d'assainissement autour des installations radioélectriques ne permettaient plus de garantir ces approches.

Une vérification de l'ensemble des moyens radioélectriques de l'aérodrome avait été effectuée le vendredi 20 juin 2003. Aucune anomalie n'avait été constatée.

Quatre minutes avant le F-GRJS, un Boeing 737, indicatif France Charter 801, avait effectué une approche ILS 26 gauche. L'équipage de cet avion n'a fait état d'aucun dysfonctionnement.

Le mardi 24 juin 2003, une équipe spécialisée (DGAC/STNA) a effectué une calibration en vol de l'ILS : l'équipement était conforme à ses spécifications.

## 1.9 Télécommunications

### 1.9.1 Radio communications

Après avoir quitté la zone de contrôle de Nantes, l'équipage a successivement été en contact avec les organismes suivants :

- Brest Contrôle, secteur de contrôle ID (Inférieur Dinard), sur la fréquence 125,500 MHz,
- Iroise Approche (indicatif d'appel de l'approche de Brest) sur la fréquence 135,820 MHz,
- Brest Guipavas Tour sur la fréquence 120,100 MHz.

La transcription des échanges enregistrés par la tour de Brest figure ci-après :

Station émettrice	Station réceptrice	Heure UTC	Communications
AIS 801	TWR/APP	21 h 34 m 42 s	Brest, France Charter huit cent un bonjour
TWR/APP	AIS 801	21 h 34 m 48 s	France Charter huit cent un bonjour
AIS 801	TWR/APP	21 h 34 m 50 s	Huit cent un en descente vers euh... soixante

TWR/APP	AIS 801	21 h 34 m 53 s	Charter huit cent un descendez trois mille pieds Q N H euh... mille sept autorisé approche I L S vingt-six euh... rappelez établi localizer
AIS 801	TWR/APP	21 h 35 m 01 s	Trois mille pieds mille sept et on rappelle établi sur le localizer vingt-six France Charter huit cent un
TWR/APP	AIS 801	21 h 35 m 16 s	Charter huit cent un maintenez la vitesse euh... élevée jusqu'à BODIL si possible
AIS 801	TWR/APP	21 h 35 m 21 s	Oui reçu on maintient jusqu'à BODIL
BZ 672 EC	TWR/APP	21 h 39 min 23 s	Iroise euh... bonsoir Brit Air six cent soixante-douze Echo Charlie descente niveau soixante-dix euh... vers BODIL en évitant les orages
TWR/APP	BZ 672 EC	21 h 39 min 31s	Brit Air Echo Charlie, descendez quatre mille pieds QNH mille huit numéro deux à l'approche prévoyez un tour d'attente à Golf Uniforme
BZ 672 EC	TWR/APP	21 h 39 min 41 s	Oui et bien euh on va réduire un petit peu et donc on prévoit euh... un tour d'attente on descend à quatre mille pieds QNH mille huit euh pour Echo Charlie
TWR/APP	BZ 672 EC	21 h 39 min 51 s	C'est correct
TWR/APP	BZ 672 EC	21 h 41 min 45 s	Brit Air Echo Charlie réduisez vitesse mini en lisse
BZ 672 EC	TWR/APP	21 h 41 min 49 s	OK on réduit vitesse mini en lisse euh Brit Air Echo Charlie
AIS 801	TWR/APP	21 h 43 min 43 s	Etabli sur le loc euh... France Charter huit cent un
TWR/APP	AIS 801	21 h 43 min 46 s	Cent un poursuivez l'approche rappelez passant l'Outer Marker
AIS 801	TWR/APP	21 43 min 49 s	Rappelle l'Outer huit cent un
TWR/APP	BZ 672 EC	21 h 44 min 21 s	Brit Air Echo Charlie vous descendez trois mille pieds QNH mille huit et faites un tour d'attente le brouillard est retombé sur la plate-forme je vais pas vous faire je vais pas pouvoir vous faire approcher tout de suite
BZ 672 EC	TWR/APP	21 h 44 min 33 s	D'accord bon alors on se met en attente donc euh... on descend à trois mille pieds... pour Echo Charlie
TWR/APP	BZ 672 EC	21 h 44 min 41 s	C'est correct
TWR/APP	AIS 801	21 h 45 min 42 s	Charter huit cent un autorisé atterrissage en vingt-six gauche trois cent dix degrés neuf à quinze nœuds la piste est mouillée la base des nuages deux cents pieds

AIS 801	TWR/APP	21 h 45 min 51 s	On atterrit vingt-six gauche France Charter huit cent un
TWR/APP	AIS 801	21 h 45 min 54 s	RVR entrée de piste mille trois cents mètres à mi-piste huit cents mètres
AIS 801	TWR/APP	21 h 45 min 58 s	Reçu
TWR/APP	BZ 672 EC	21 h 47 min 40 s	Echo Charlie descendez deux mille pieds QNH mille huit
BZ 672 EC	TWR/APP	21 h 47 min 43 s	On descend deux mille pieds QNH mille... huit euh... Echo Charlie
TWR/APP	BZ 672 EC	21 h 48 min 01 s	Brit Air Echo Charlie le précédent est posé vous poursuivez l'approche, rappelez l'Outer Marker
TWR/APP	BZ 672 EC	21 h 48 min 18 s	Echo Charlie ?
BZ 672 EC	TWR/APP	21 h 48 min 19 s	Oui Echo Charlie
TWR/APP	BZ 672 EC	21 h 48 min 21 s	Vous êtes prêts pour l'approche ?
BZ 672 EC	TWR/APP	21 h 48 min 22 s	Affirmatif
TWR/APP	BZ 672 EC	21 h 48 min 23 s	Rappelez l'Outer Marker
BZ 672 EC	TWR/APP	21 h 48 min 24 s	On rappelle l'Outer Marker Echo Charlie
TWR/APP	AIS 801	21 h 48 min 34 s	Huit cent un sortie Charlie puis Papa
TWR/APP	AIS 801	21 h 48 min 42 s	Charter huit cent un ce sera la prochaine à droite
AIS 801	TWR/APP	21 h 48 min 34 s	Oui tout de suite à droite huit cent un
TWR/APP	BZ 672 EC	21 h 49 min 35 s	Brit Air Echo Charlie autorisé atterrissage en vingt-six gauche trois cent vingt degrés huit à quinze nœuds base des nuages maintenant inférieure à cent pieds
BZ 672 EC	TWR/APP	21 h 49 min 45 s	Reçu donc euh... on atterrit piste vingt-six gauche euh Echo Charlie
TWR/APP	BZ 672 EC	21 h 49 min 51 s	Et les RVR huit cents mètres et neuf cents mètres

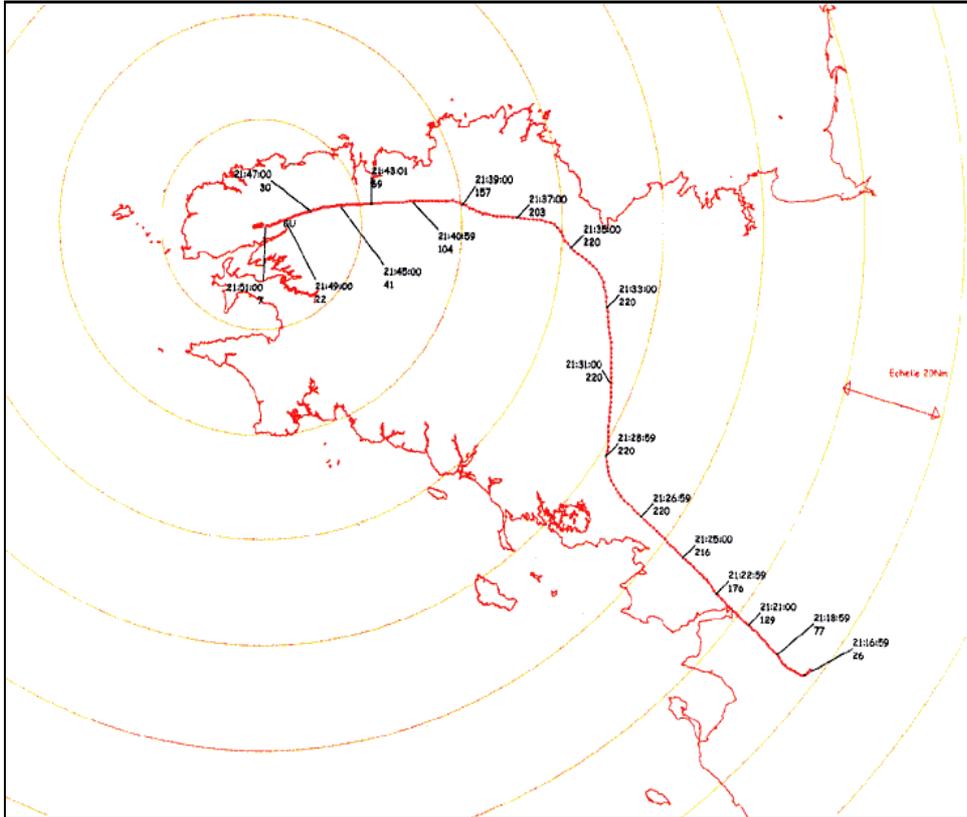
BZ 672 EC	TWR/APP	21 h 49 min 54 s	Reçu
TWR/APP	AIS 801	21 h 50 min 00 s	Charter huit cent un est-ce que vous avez un placeur en vue ?
AIS 801	TWR/APP	21 h 50 min 06 s	Ouais (affirm)
TWR/APP	AIS 801	21 h 50 min 07 s	(Appelez) le placeur bonsoir
AIS 801	TWR/APP	21 h 50 min 08 s	bonsoir
TWR/APP	BZ 672 EC	21 h 52 min 58 s	Brit Air Echo Charlie ?
TWR/APP	BZ 672 EC	21 h 53 min 33 s	Brit Air Echo Charlie Guipavas ?

### 1.9.2 Enregistrement radar

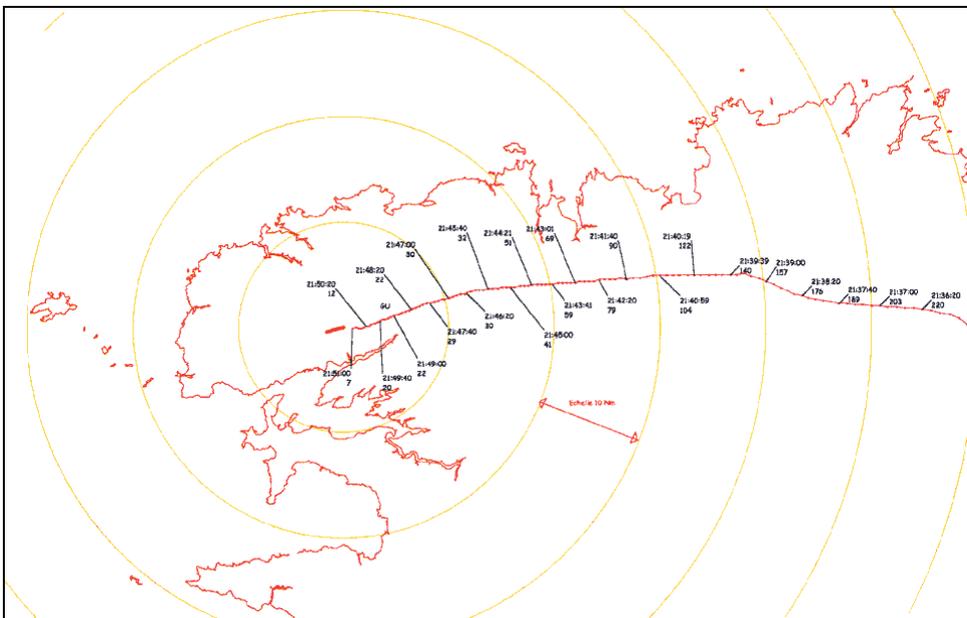
Le CRNA de Brest est équipé d'un radar monopulse. Ce radar a une portée de 250 NM et son antenne tourne à la vitesse d'un tour en huit secondes.

La qualité des données relevées est vérifiée deux fois par an par lecture des enregistrements. Une vérification a eu lieu le 27 juin 2003. Elle a montré que l'équipement était conforme à ses spécifications.

Les données enregistrées ont permis de reconstituer la trajectoire du vol AF 5672 depuis son décollage de Nantes (restitution ELVIRA).



Trajectoire radar du vol AF 5672



Approche du vol AF 5672 à Brest Guipavas

Remarque : les étiquettes indiquent l'heure selon la référence horaire du radar et, en centaines de pieds, l'altitude émise par l'alticodeur.

L'examen de la trajectoire montre qu'il y a eu perte de contact radar entre 21 h 49 min 49 s et 21 h 50 min 44 s (référence horaire FDR). Les différents utilisateurs du système à Brest s'accordent à dire qu'il s'agit d'une zone habituelle de perte de contact radar.

## **1.10 Renseignements concernant l'aérodrome**

### **1.10.1 Infrastructure**

Brest Guipavas est un aérodrome civil contrôlé ouvert à la circulation aérienne publique. Il dispose de deux pistes parallèles, l'une 08L/26R au nord, de 700 x 18 m, l'autre 08R/26L au sud, de 3 100 x 45 m. L'altitude de référence de l'aérodrome est de 325 ft, l'altitude du seuil de piste 26L (26 gauche) est de 312 ft.

Le niveau de protection des services de sécurité sauvetage et de lutte contre les incendies d'aéronef est de 7 (classification OACI), ce qui correspond à cinq personnes dotées d'un véhicule léger et de deux véhicules d'intervention.

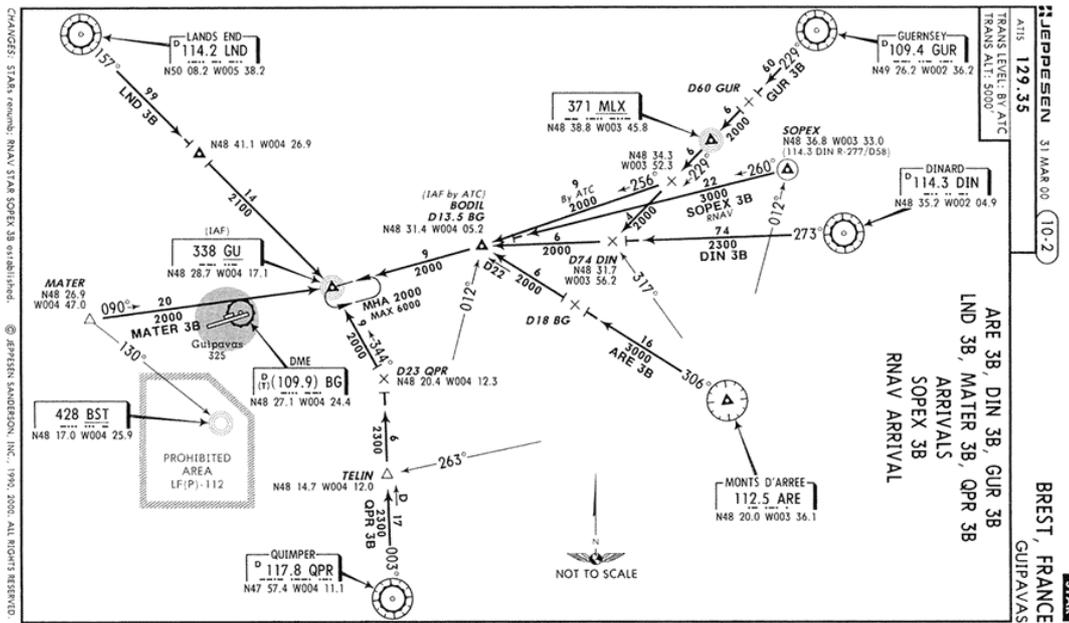
L'aérodrome est équipé de deux transmissomètres horizontaux, l'un au travers du seuil de piste 26 gauche et l'autre au travers du milieu de piste. Ils permettent de mesurer la portée visuelle de piste (RVR). L'aérodrome dispose également d'un télémètre à nuages qui permet de mesurer la hauteur de la base des nuages.

### **1.10.2 Situation au moment de l'accident**

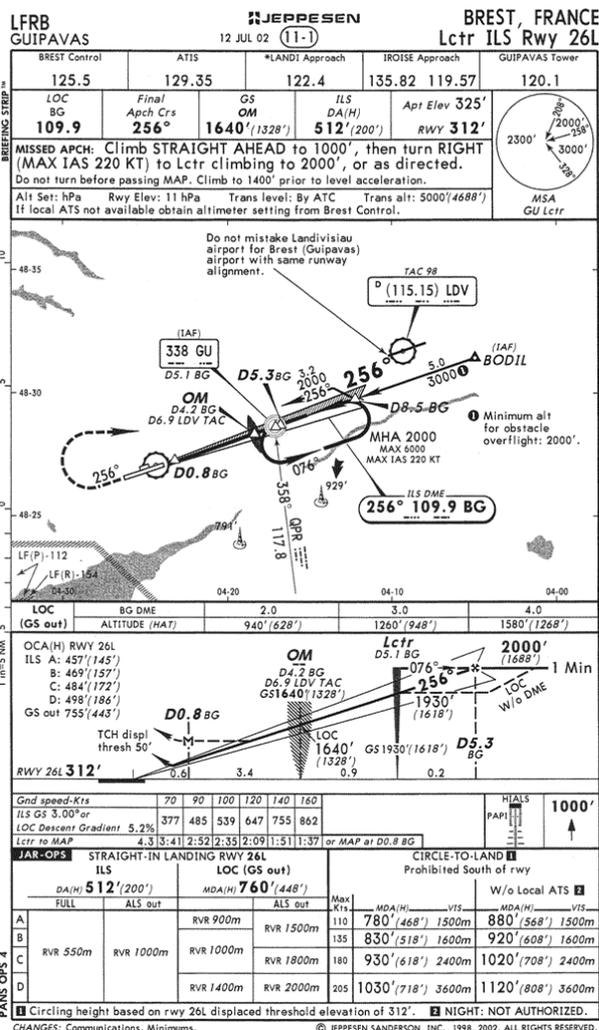
Au moment de l'accident, la piste en service était la 26 gauche.

### **1.10.3 Procédure d'arrivée ILS en piste 26 gauche**

Les équipages de Brit Air utilisent la documentation Jeppesen. Les cartes d'arrivée et d'approche ILS 26 gauche sont reproduites ci-après, la carte d'aérodrome figure en annexe 2.



Carte d'arrivée

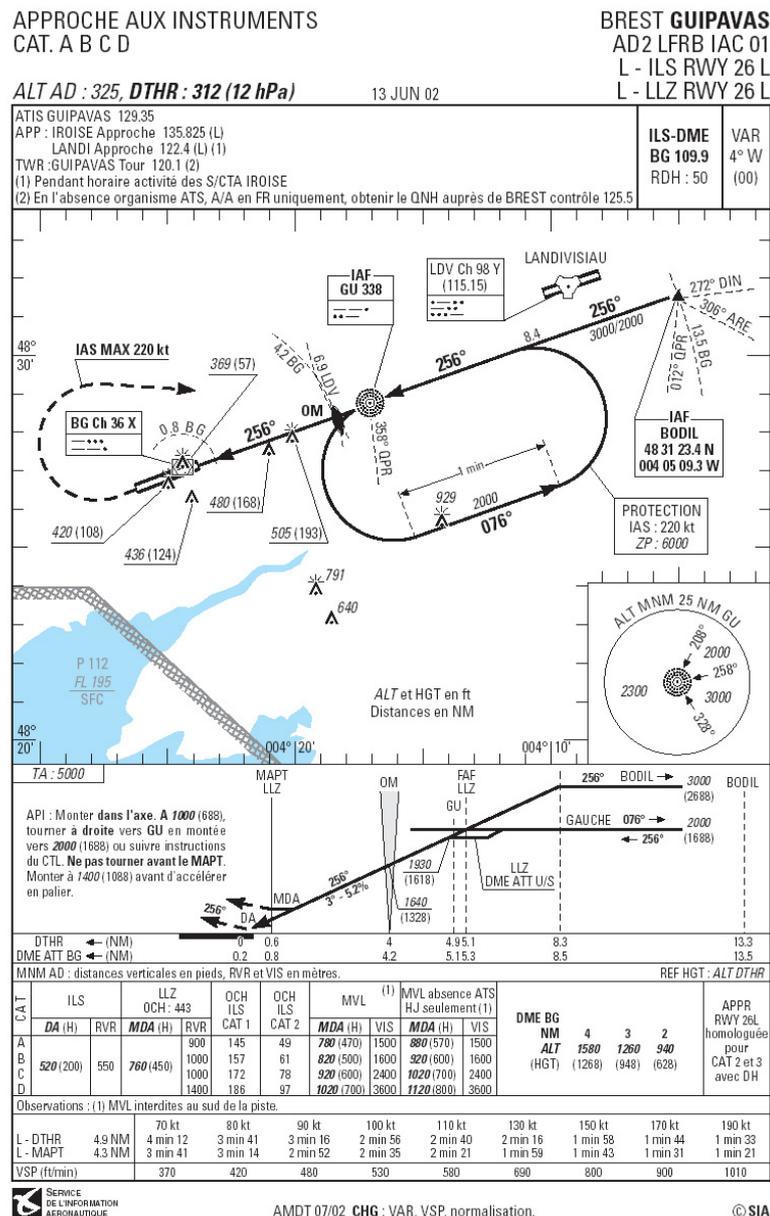


Carte d'approche ILS 26 gauche via BODIL

L'approche ILS Locator 26L est détaillée sur la carte officielle IAC <sup>(6)</sup>, qui est reproduite ci-après. Elle débute à la verticale du repère d'approche initial (IAF) BODIL à 3 000 ft sur le radial 076° de GU en rapprochement (route 256°) jusqu'à l'interception du glide à 8,5 NM DME de BG. La descente s'effectue sur une pente de 5,2 %. La trajectoire de descente passe à la verticale de GU, à 1 930 ft et à 5,1 NM DME de BG. Le plancher du circuit d'attente est fixé à 2 000 ft. A l'issue, la procédure consiste à intercepter le glide à 2 000 ft à 5,3 NM DME de BG.

Remarques :

- l'altitude de décision publiée est de 520 ft ; sur la carte d'approche Jeppesen, elle est de 512 ft ;
- l'approche est représentée dans le plan vertical à partir de 3 000 ft sur la carte IAC, alors qu'elle n'est représentée qu'en dessous de 2 000 ft sur la carte Jeppesen. En conséquence, l'interception du glide à 3 000 ft à 8,5 NM DME n'est pas représentée sur celle-ci.



<sup>(6)</sup> La procédure décrite dans le rapport préliminaire provenait de l'exploitation de la carte Jeppesen, non strictement conforme à la carte officielle publiée.

## **1.11 Enregistreurs de bord**

### **1.11.1 Types et opérations de lecture**

Le F-GRJS était équipé de deux enregistreurs protégés de marque L3COM : un enregistreur de paramètres (FDR) et un enregistreur phonique (CVR).

#### **FDR**

- Type : F1000.
- Numéro de type : S800-2000-00.
- Numéro de série : 01198.

Ce FDR est un enregistreur à mémoire statique d'une durée d'enregistrement en boucle d'au moins vingt-cinq heures.

#### **CVR**

- Type : S200.
- Numéro de type : S200-0012-00.
- Numéro de série : 00346.

La mémoire statique de ce type de CVR permet de couvrir une période d'enregistrement de deux heures. On y trouve les enregistrements suivants :

- voie 1 : temps UTC codé par un signal acoustique,
- voie 2 et 3 : communications VHF, annonces de cabine, alarmes et voix synthétique de l'avion,
- voie 4 : microphone d'ambiance : échanges entre les membres d'équipage, bruits de fond, alarmes et voix synthétique de l'avion.

Lorsque les pilotes utilisent les microphones à bouche des casques, leurs voix sont enregistrées respectivement sur les voies 2 et 3.

L'enregistrement de la voie 4 est continu durant deux heures. Les voies 1 à 3 sont mixées pendant les quatre-vingt-dix premières minutes puis séparées pendant les trente dernières minutes.

Les enregistreurs ont été apportés sous scellés au BEA le 23 juin 2003. Ils étaient en bon état et ont pu être exploités dès leur arrivée.

### **1.11.2 Exploitation de l'enregistreur phonique**

Le connecteur extérieur du boîtier protégé de l'enregistreur phonique était intact et a été utilisé pour la relecture de la mémoire. Seule une heure, correspondant à l'ensemble du vol de l'événement, était enregistrée.

Remarque : la procédure prévol poste prévoit le test du CVR par actionnement d'un bouton situé en poste de pilotage. Ce bouton est placé à côté de celui qui permet l'effacement du contenu de l'enregistrement précédent.

Les pilotes ne portant pas les casques équipés d'un microphone à bouche, seul le microphone d'ambiance (voie 4) a enregistré leurs échanges.

Une norme de l'OACI (Annexe 6, partie I, paragraphe 6.20) impose que les membres d'équipage communiquent au moyen d'un microphone de tête ou d'un laryngophone en dessous du niveau ou de l'altitude de transition. La France a notifié une différence.

En raison de la mauvaise qualité du signal, les outils couramment utilisés par le BEA (et principalement l'analyse spectrale) pour les identifications vocales n'ont pas permis d'identifier les locuteurs. Les enquêteurs n'ont donc pu s'appuyer pour ce faire que sur leur expérience et sur des critères subjectifs non quantifiables (parmi lesquels la rugosité de la voix et l'impulsivité des annonces).

La transcription préliminaire de l'enregistrement a été établie à partir de nombreuses écoutes. Certains points n'ayant pu être éclaircis, les enquêteurs ont proposé au pilote survivant de participer à des écoutes. Son aide a permis de réaliser une transcription plus précise.

Des analyses supplémentaires ont été réalisées au laboratoire de la Police scientifique dont l'expérience est affirmée en matière d'identification vocale. Les spécialistes de ce laboratoire se sont heurtés aux mêmes difficultés. Ils ont toutefois confirmé le travail réalisé avec l'aide du copilote.

Une synchronisation a également été effectuée avec les données de l'enregistreur de paramètres. La transcription obtenue est jointe en annexe 3. Les quelques points qui n'ont pu être totalement éclaircis y sont signalés. Il ressort de cette transcription les points suivants :

L'équipage est initialement autorisé à monter au niveau de vol 180 et à se diriger directement sur BODIL.

A 21 h 21 min 15 s, le copilote écoute l'ATIS de Brest et transmet au commandant de bord les informations sur la piste en service, la visibilité, la nébulosité et le QNH.

Pendant les treize minutes suivantes, les conversations dans le poste de pilotage portent presque exclusivement sur les cellules orageuses rencontrées en vol. L'équipage demande l'autorisation de monter au FL 220 et d'avoir une liberté de cap afin d'éviter les cumulonimbus, ce que le contrôleur accepte.

A 21 h 36 min 17 s, les informations relatives à l'ILS, au numéro de la carte d'approche, à la fréquence du NDB GU et à l'altitude de décision sont rappelées par le commandant de bord.

A 21 h 36 min 24 s, le copilote demande à débiter la descente.

A 21 h 36 min 43 s, le contrôleur en route demande de réduire la vitesse de l'avion, alors numéro deux.

A 21 h 37 min 02 s, la check-list « début de descente » est effectuée à l'initiative du copilote.

A 21 h 39 min 31 s, le contrôleur d'approche demande de prévoir un tour d'attente à GU.

A 21 h 39 min 55 s, le commandant de bord dit « [...] affiché mille huit au central ».

A 21 h 44 min 21 s, le contrôleur d'approche indique à l'équipage de descendre à 3 000 ft QNH et de faire un circuit d'attente en raison du brouillard qui est « retombé sur la plate-forme ». Le copilote collationne « D'accord bon alors on se met en attente donc euh on descend à trois mille pieds... pour Echo Charlie ».

A 21 h 44 min 48 s, le commandant de bord évoque la possibilité d'effectuer une approche de précision de catégorie II. Le copilote rappelle que l'aérodrome est restreint aux approches de précision de catégorie I.

A 21 h 47 min 40 s, le contrôleur autorise l'équipage à descendre à 2 000 ft QNH.

A 21 h 48 m 01 s, le contrôleur indique de poursuivre l'approche, l'avion précédent ayant atterri, et de le rappeler au passage de l'Outer Marker. Le copilote collationne mais le message n'est pas reçu par le contrôleur. A 21 h 48 min 18 s, le contrôleur demande à l'équipage s'il est prêt pour l'approche, et de rappeler à l'Outer Marker. Le copilote répond « Affirmatif » et collationne le rappel à l'Outer Marker.

Remarque : le premier collationnement a bien été émis, comme le confirme la valeur enregistrée du paramètre « VHF keying », mais il n'a pas été reçu par la tour de contrôle, comme le montre l'enregistrement au sol des radiocommunications. Il n'a pas été possible d'expliquer la non-réception de ce message.

Le commandant de bord demande ensuite la check-list avant atterrissage, qui est effectuée de 21 h 49 min 26 s à 21 h 49 min 35 s.

A 21 h 49 min 35 s, l'équipage est autorisé à l'atterrissage en piste 26 gauche et le contrôleur donne les dernières informations météorologiques « trois cent vingt degrés huit à quinze nœuds base des nuages maintenant inférieure à cent pieds » puis « RVR huit cents mètres et neuf cents mètres ».

A 21 h 49 min 56 s, le copilote dit « (...) on n'a pas (\*) approche (\*) ». Ces paroles sont très difficilement audibles et il n'a pas été possible de comprendre la totalité de la phrase.

A 21 h 50 min 14 s, le commandant de bord dit « Quinze cents dix-sept cents c'est bon », puis cinq secondes plus tard « (Seize) cents pieds c'est bon ».

A 21 h 50 min 21 s, le copilote lui demande : « T'es en train de reprendre le truc tu veux que je te mette approche ? ».

A 21 h 50 min 45 s, le commandant de bord annonce « L'approche est sélectionnée Loc et Glide ».

Entre 21 h 50 min 52 s et 56 s, le copilote dit à deux reprises : « (\*) viennes à droite ».

A 21 h 50 min 58 s, l'annonce GPWS « Five hundred » est entendue, suivie de l'alarme « Glide slope » une seconde plus tard.

A 21 h 51 min 02 s et à 21 h 51 min 04 s, deux alarmes GPWS « Sink rate » sont entendues, la deuxième intervenant en même temps que la déconnexion du pilote automatique.

Entre 21 h 51 min 11 s et 21 h 51 min 14 s, quatre alarmes GPWS « Glide slope » sont entendues. Pendant cette période, le copilote dit à deux reprises « passe à droite ».

A 21 h 51 min 15 s, l'annonce GPWS « One hundred » est entendue.

A 21 h 51 min 16 s, le copilote dit « J'ai rien devant », puis le commandant de bord « Remise de gaz ».

A 21 h 51 min 21 s, l'annonce GPWS « Pull up » est entendue.

Le premier bruit d'impact est entendu à 21 h 51 min 22 s. L'enregistrement se termine à 21 h 51 min 24 s.

### **1.11.3 Exploitation de l'enregistreur de paramètres**

L'enregistreur de paramètres a été ouvert de manière à accéder au module protégé contenant la mémoire. Le connecteur extérieur relié à cette mémoire était intact. Le décodage des paramètres de vol enregistrés a été effectué conformément au document Canadair n° RAE-601R-210.

Diverses courbes résultant de l'exploitation des paramètres figurent en annexe 4.

On note en particulier que :

L'escale à Nantes dure environ vingt-deux minutes.

Le repoussage débute à 21 h 09 min. Le décollage a lieu à 21 h 16 min.

La montée est effectuée en pilotage manuel. Le pilote automatique est activé à 21 h 24 min 46 s alors que l'avion passe le niveau de vol 200.

La croisière est effectuée au niveau de vol 220, niveau atteint à 21 h 25 min 45 s.

A 21 h 27 min 53 s, le mode latéral de maintien de cap est sélectionné.

La descente débute à 21 h 36 min 46 s ; la croisière a duré environ onze minutes.

A 21 h 41 min 07 s, l'avion passe le niveau de vol 115 en descente en direction de BODIL, sa vitesse est de 280 kt et le mode latéral de navigation (source FMS) devient actif.

Les volets sont sortis vers huit degrés à 21 h 47 min 11 s. La vitesse de l'avion est de 180 kt.

A 21 h 48 min 06 s, le mode latéral de maintien de cap est activé. Le cap sélectionné est de 256°. Cinq secondes plus tard, la fréquence 109,9 MHz (ILS DME BG de la piste 26 de Brest) devient active sur le récepteur de gauche.

A 21 h 48 min 16 s, le commandant de bord change sa source de navigation de FMS à VOR. L'avion, alors à 9 NM de BG, est sur l'axe de la piste 26.

L'équipage configure ensuite l'avion pour l'atterrissage entre 21 h 48 min 33 s et 21 h 49 min 30 s : il sort les volets à 20° et le train d'atterrissage. L'avion se stabilise à 2 000 ft.

A 21 h 48 min 51 s, l'écart entre la position de l'avion et l'axe du localizer devient supérieure à 0,25 point.

A 21 h 49 min, les volets sont sortis à 30° puis à 45°.

A 21 h 49 min 35 s, l'avion arrive au niveau de la radiobalise GU. Six secondes plus tard, il traverse le plan de descente puis passe au-dessus, tout en restant en palier.

A 21 h 49 min 58 s, la déviation LOC atteint 2,5 points, ce qui correspond à un affichage en butée sur le HSI.

A 21 h 50 min 00 s, le mode vertical de capture d'altitude est actif pendant une seconde. A 21 h 50 min 02 s, le mode de vitesse verticale est actif pendant cinq secondes. A 21 h 50 min 07 s, le mode vertical de capture d'altitude est actif pendant trois secondes. A 21 h 50 min 12 s, le mode de vitesse verticale devient actif. La déviation verticale atteint la valeur maximale de 2,1 points au-dessus du plan du glide. L'avion se met en descente.

Remarque : à 21 h 50 min 01 s, 21 h 50 min 10 s et 21 h 50 min 11 s, aucun des modes verticaux enregistrés par le FDR n'est actif.

A 21 h 50 min 05 s, l'avion passe travers gauche de l'Outer Marker (4,2 NM DME). Le paramètre « marker passage » reste inactif, ce qui indique que l'avion n'a pas capté le signal de l'Outer Marker. L'équipage n'a donc pas eu d'indication visuelle ou sonore de ce passage, ce qui est confirmé par l'écoute du CVR.

A 21 h 50 min 45 s, l'avion retransverse le plan de descente. L'écart entre sa position et l'axe du localizer est à cet instant de 4,62 points ; l'avion est à 895 ft de hauteur et à 1 256 ft d'altitude. L'avion restera sous le plan du glide jusqu'au contact avec le sol.

A 21 h 51 min 01 s, l'avion commence à tourner à droite, le cap magnétique passant de 257° à 286°, dernière valeur validée à la fin de l'enregistrement, soit vingt-trois secondes plus tard. Il est alors à 4,68 points de l'axe.

A 21 h 51 min 04 s, à la hauteur de 330 ft, le pilote automatique est déconnecté. L'avion poursuit son virage à droite. Immédiatement après la déconnexion du PA, le commandant de bord actionne à cabrer le compensateur de profondeur. L'assiette longitudinale de l'avion, auparavant autour de - 5°, augmente jusqu'à atteindre + 0,6° à 21 h 51 min 11 s.

A 21 h 51 min 16 s, l'altitude QNH de l'avion est de 529 ft, dernière valeur enregistrée supérieure à l'altitude de décision (520 ft). La radiosonde indique une hauteur de 93 ft.

Une augmentation de poussée débute à 21 h 51 min 16 s. La position de la gouverne de profondeur est alors comprise entre 2° et 3° à cabrer, l'assiette longitudinale de l'avion est de 0,7° et sa vitesse de 120 kt. Entre 21 h 51 min 19 s et 21 h 51 min 22 s, instant correspondant au premier bruit de contact entendu dans le CVR, une action à cabrer est enregistrée sur la gouverne de profondeur (sa position est comprise entre 8° et 9° à 21 h 51 min 22 s). Pendant ce temps, l'assiette longitudinale décroît jusqu'à une valeur de - 5°.

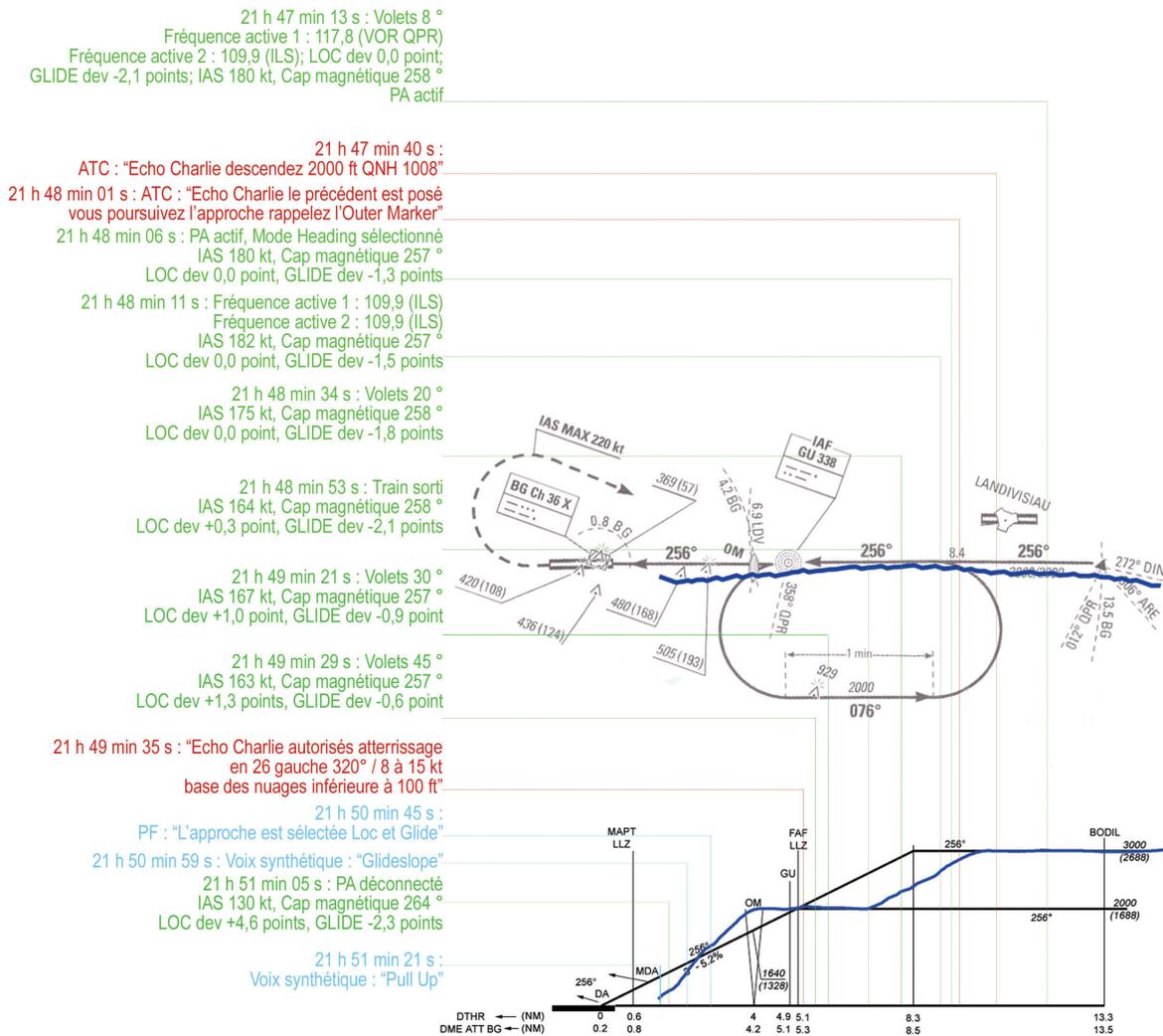
A 21 h 51 min 21 s, les modes HDG et VS deviennent inactifs, ce qui correspond à une action sur le bouton TOGA.

Les volets et le train d'atterrissage sont restés dans la même configuration.

Remarque : le délai entre une action au FCP et son enregistrement dans le FDR correspond au temps de traitement de l'information (au maximum 0,15 s) et aux temps de transmission entre les différents composants. Le délai maximal est de 1,45 s, le délai moyen de 0,75 s.

## 1.11.4. Trajectoire de l'approche

La trajectoire suivante a été obtenue, entre autres, à partir des paramètres latitude, longitude et altitude enregistrés.

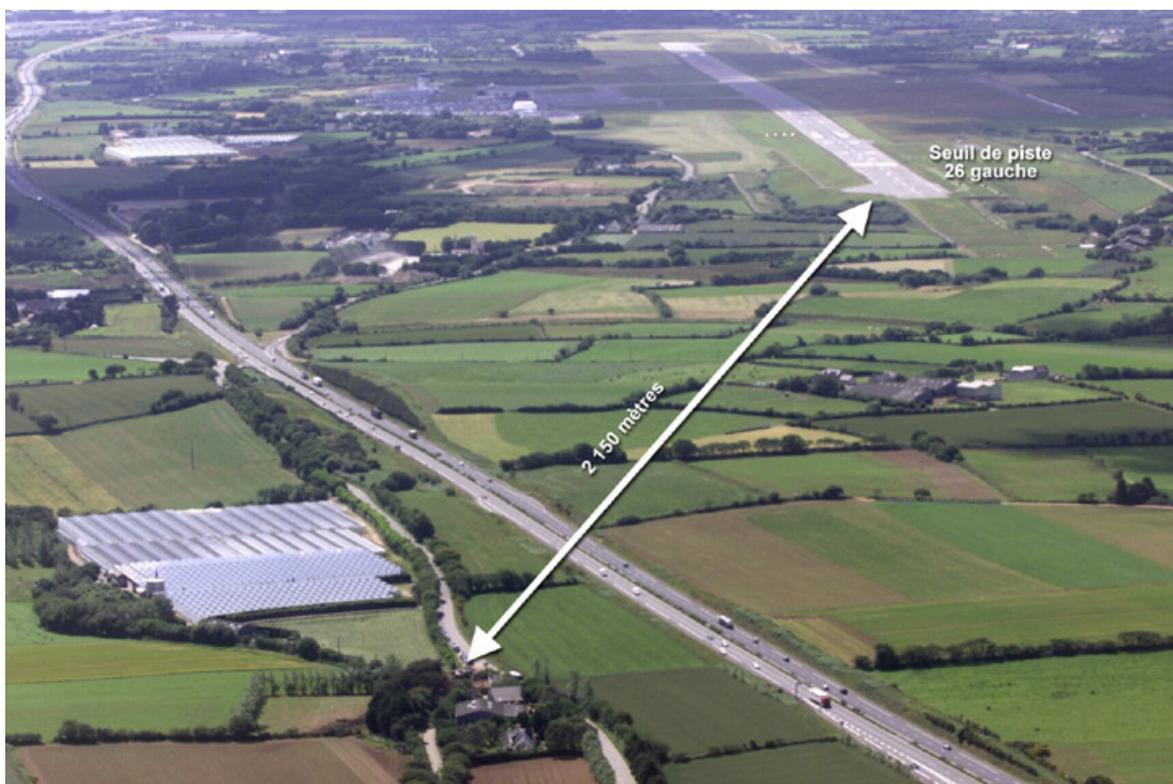


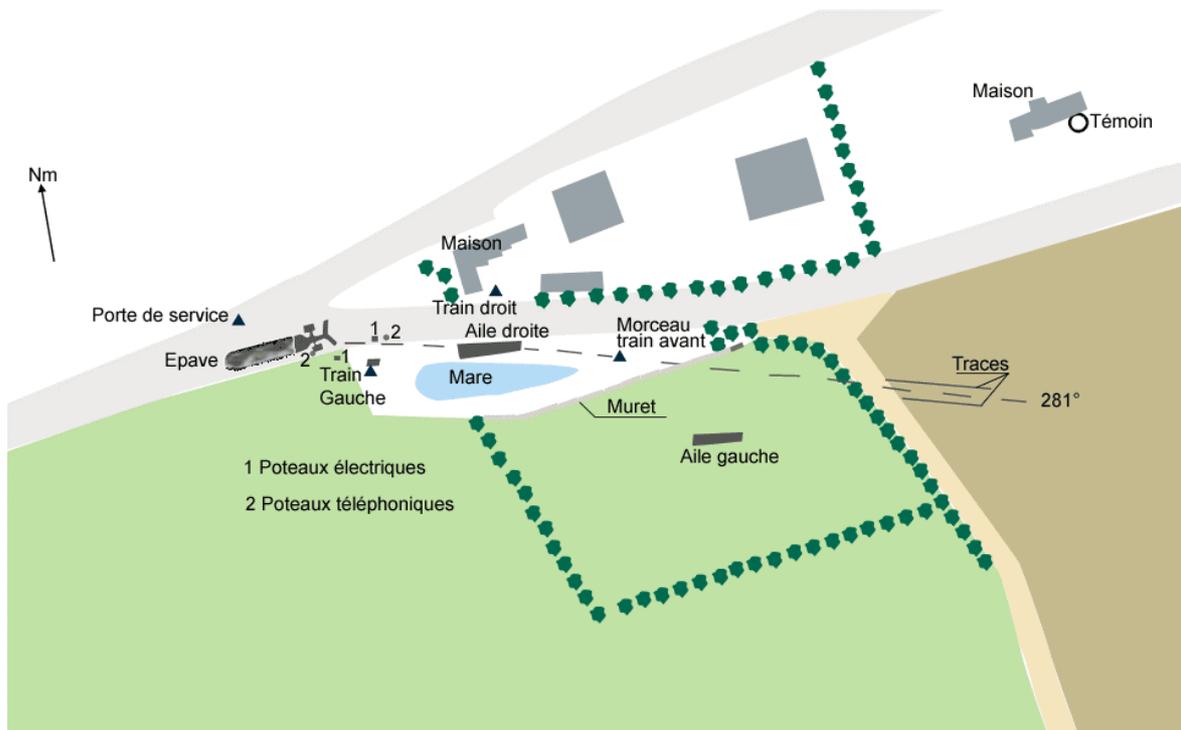
Remarque : les informations relatives au vent figurant dans le rapport préliminaire étaient issues de l'enregistreur de paramètres et ont été retirées de ce schéma en raison de leur faible précision (voir § 1.16.1).

## 1.12 Renseignements sur le site et l'épave

### 1.12.1 Description du site

L'accident s'est produit sur la commune de Guipavas, au lieu-dit Kéritin, à une altitude topographique de cent douze mètres (367 ft).





**Plan de répartition de l'épave**

Le premier contact avec le sol a eu lieu dans un champ de terre en légère déclivité (environ 3 %). Les roues du train principal ont laissé des traces orientées au cap 281°, sans empreinte marquée, ce qui indique que le contact s'est fait sans violence, avec une faible vitesse verticale.



**Traces laissées par les roues du train principal**

A trente-quatre mètres du début des traces laissées par le train principal gauche et à quarante et un mètres de celles laissées par le droit, l'avion a heurté un talus boisé d'environ un mètre cinquante de haut, orienté à 45° de la trajectoire. Sur le talus, les arbres ont été fauchés sur une largeur d'une vingtaine de mètres. On observe, au milieu de la zone endommagée, l'empreinte des deux trains principaux. Il n'y a pas de traces attribuables au train avant. L'extrémité de l'aile

gauche, sectionnée environ au tiers de sa longueur, a été retrouvée à environ trente-cinq mètres de là.



**Talus boisé**

Après le talus, l'avion a glissé dans un champ fauché. Celui-ci est noirci par le feu. Environ cinquante-cinq mètres après le talus, l'avion a heurté un muret de pierres d'environ soixante centimètres de haut.



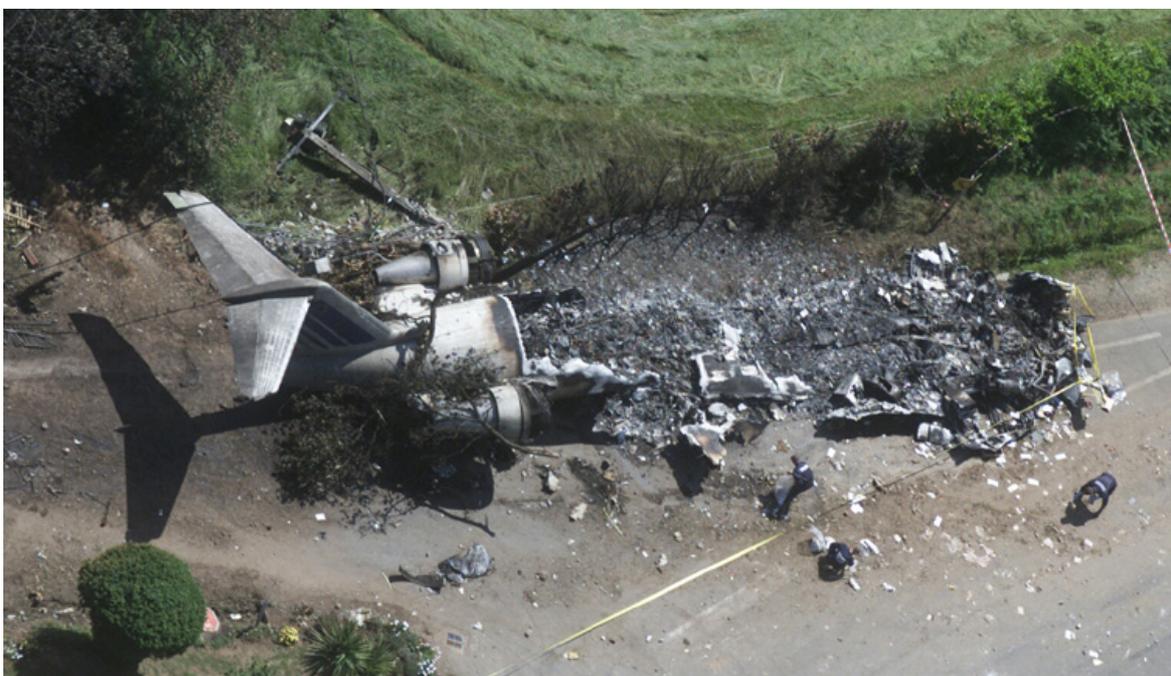
**Muret de pierres**

Quelques mètres après le muret, de gros arbres ont été endommagés. Le saumon de l'aile droite avec la penne, sectionné, repose au pied d'un arbre à environ six mètres d'une mare de faible profondeur. L'aile droite, des volets intérieurs à l'extrémité, repose à plat au bord droit de la mare par rapport à la trajectoire générale de l'avion.

L'emplanture de l'aile gauche et le train gauche se trouvent sur le côté opposé de la mare, au pied d'un arbre endommagé de fort diamètre. Les volets intérieurs sont retournés mais toujours attachés à leurs articulations.

L'épave principale est à plat au bord d'une route. A l'exception de la partie arrière, le fuselage, du poste de pilotage à la cloison de pressurisation arrière, a été détruit par le feu. Le train avant, couché, se trouve sous les débris.

Le train d'atterrissage droit a été sectionné au niveau du fût de l'amortisseur principal et de l'extrémité côté voilure du vérin de commande de mouvement. Il se trouve sur le bord de la route, à environ quinze mètres de l'aile droite.



### Epave

Sur le côté gauche de la route, deux poteaux, l'un en pin, l'autre en béton armé, sont couchés. Environ trente mètres plus loin, se trouvent les débris d'un second poteau en béton armé et un autre poteau en pin, endommagé et incliné, en contact avec l'entrée d'air du moteur gauche.

La porte de service avant droite se trouve à environ quinze mètres de l'avant droit du nez de l'avion.

### 1.12.2 Description de l'épave

Le bord d'attaque de l'aile gauche est marqué de plusieurs empreintes courbes. Le volet extérieur ne tient plus que par la charnière de l'articulation extérieure. Les tiges filetées des vérins mécaniques de commande des volets sont sorties d'environ 115 mm, ce qui correspond à une position proche de 45°.

L'aile droite porte des traces d'impacts moins profondes que celles observées sur l'aile gauche. Son emplanture a été détruite par le feu. Les volets extérieurs, toujours reliés à leurs articulations, sont sortis en position 45°. Les deux volets intérieurs, séparés de l'aile, ont été détruits par le feu.

#### Porte de service avant droite

La porte de service avant droite, toujours attachée à son cadre, est partiellement sectionnée sur son quart supérieur. La poignée de fermeture est en position verrouillée. Les doigts et le mécanisme de commande fonctionnent lorsque la poignée est sollicitée. La porte ne présente pas de traces de feu.



Porte de service avant droite

## Fuselage

Le fuselage, jusqu'à la cloison de pressurisation arrière, a été détruit par le feu, à l'exception de certains panneaux d'instruments, de commandes de vol et de calculateurs. Il n'a pas été retrouvé d'éléments du panneau supérieur.

Le nez de l'avion porte à l'avant gauche les marques d'un choc avec un gros tronc d'arbre. Des débris de bois ont été emprisonnés dans les tôles déformées.

La bandeau est brisé en deux morceaux. En dépit des dommages, on peut observer que :

- le coupe feu du moteur droit a été activé, le cache transparent est rabattu ;
- le coupe feu du moteur gauche a été activé, le cache transparent a disparu.

L'altimètre de secours est retrouvé calé sur 1009 hPa.

Remarque : l'altimètre de secours et les altimètres principaux étaient vraisemblablement calés sur 1008 hPa avant l'impact, comme l'indique l'écoute du CVR à 21 h 39 min 55 s.

La commande de train est retrouvée sur « sorti ». La commande des volets est retrouvée endommagée, libre de mouvements, dans une position intermédiaire entre « rentrés » et le premier cran.

Le bloc des manettes de commande des moteurs a été détruit. Aucune position pertinente des manettes n'a pu être relevée.

Un certain nombre de documents liés au vol se trouvent dans la partie avant de l'épave, en particulier le carton d'atterrissage sur lequel figure la vitesse de référence ( $V_{ref}$ ) à l'atterrissage retenue par l'équipage, soit 132 kt.

La porte d'accès passagers, située sur l'avant gauche, est en place dans son cadre, avec la poignée en position verrouillée. Elle est détruite par le feu. L'issue de secours située sur l'aile droite, calcinée, est légèrement sortie de son cadre. L'issue de secours située sur l'aile gauche n'a pas été retrouvée dans les débris, la partie de l'avion où elle était située est détruite par le feu.

La partie arrière du fuselage est peu endommagée. Les deux moteurs et l'empennage horizontal sont toujours en place. Les extrémités droite et gauche du plan horizontal et de la gouverne de profondeur sont endommagées.

Les deux bombonnes des systèmes d'extinction de feu moteur sont en place. La bombonne dédiée au moteur droit est vide, l'indicateur est sur 0. La bombonne dédiée au moteur gauche est encore sous pression, l'indication du manomètre est dans l'arc vert.

La balise de détresse est en place, sur son embase.

## **Moteurs**

L'entrée d'air du moteur gauche porte des traces d'impact avec un corps dur ; on y trouve des débris de béton. Environ un tiers des aubes de la soufflante sont rompues au niveau des pieds de pale, ce qui correspond à une sollicitation en flexion opposée au sens de rotation normal. Les aubes encore en place sont recourbées dans le sens opposé à la rotation. L'intérieur des capotages et carters est noirci par le feu. Le corps du moteur ne présente pas d'anomalie antérieure à l'impact. L'arrivée carburant du MFCU est en position fermée.

L'entrée d'air du moteur droit porte la marque de contacts multiples avec des arbres ; on y trouve des débris de bois, branches et feuilles mâchés. Le cône est rompu au niveau des fixations avec le disque du premier étage. Environ un tiers des aubes de la soufflante sont rompues au niveau des pieds de pale. Les aubes qui sont encore en place sont recourbées dans le sens contraire à la rotation. L'intérieur des capotages et carters est en bon état, sans traces appréciables de suie ou de fumée. Le corps du moteur ne présente pas d'anomalie antérieure à l'impact. L'arrivée carburant du MFCU est en position fermée.

### **1.13 Renseignements médicaux et pathologiques**

Le commandant de bord présentait des lésions traumatiques consécutives à l'accident. Ces lésions étaient suffisamment graves pour entraîner un décès instantané. Son autopsie n'a pas révélé d'anomalie antérieure à l'impact susceptible de provoquer une éventuelle incapacité.

### **1.14 Incendie**

Lors du premier contact avec le sol, l'avion avait à son bord mille huit cents kilogrammes de carburant, répartis dans les ailes, le réservoir central étant vide.

Les constatations au sol et les témoignages montrent que le carburant s'est enflammé lorsque l'avion a perdu une partie de l'aile gauche après avoir heurté le talus boisé. Lors de la course au sol de l'avion, l'incendie est resté localisé à l'extérieur du fuselage.

A l'arrêt de l'avion, le feu était intense à l'extérieur du fuselage autour des parties centrale et arrière, davantage à gauche qu'à droite. Quelques petits foyers d'incendie se sont déclarés à l'intérieur de la cabine passagers, le long de la paroi.

A peu près une minute plus tard, le feu avait gagné en intensité à l'intérieur de l'avion.

Lorsque les secours sont arrivés sur place, vingt-sept minutes après l'accident, le poste de pilotage et la cabine, entièrement détruits, étaient encore en feu. L'empennage arrière et les deux moteurs ne faisaient pas l'objet d'un feu important. L'incendie de l'avion et de la végétation environnante a été rapidement maîtrisé par les pompiers, équipés de véhicules à mousse.

## **1.15 Questions relatives à la survie des occupants**

### **1.15.1 Organisation des secours**

Les pompiers de l'aérodrome ont été prévenus à 21 h 53 min (soit deux minutes après l'accident) par la tour de contrôle qui les a informés que l'avion avait été perdu en contact radio et radar au niveau de la balise GU.

A 21 h 55 min, ils ont commencé les recherches dans la zone de l'aérodrome, sur l'axe d'approche de la piste 26 gauche. Ils ont été fortement gênés par un brouillard épais, limitant la visibilité à une vingtaine de mètres par endroits.

A 21 h 56 min, la tour de contrôle a alerté les pompiers de la ville de Brest.

A 21 h 57 min, le CODIS a reçu l'appel d'un passager par téléphone portable.

A 22 h 03 min, le lieu de l'accident était identifié par le CODIS au lieu-dit Kérintin et les secours y étaient envoyés.

Le premier véhicule des pompiers de la ville de Brest est arrivé à 22 h 18 min, rejoint vers 22 h 25 min par les autres véhicules de Brest (aérodrome et ville).

Aucun signal de balise de détresse n'a été reçu par le contrôle aérien de Brest ou le centre de détection de Toulouse (SARSAT).

### **1.15.2 Survie des occupants**

#### **1.15.2.1 L'accident**

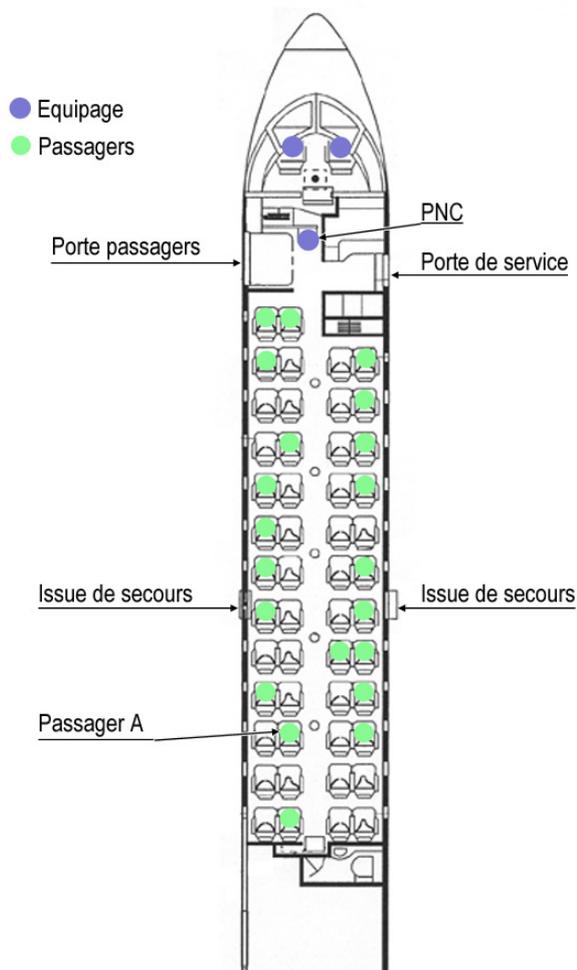
De l'ensemble des témoignages, il ressort qu'après un premier choc assez important les passagers, tous assis et attachés, ont été projetés vers l'avant. La décélération a été progressive, accompagnée de légères secousses. L'avion s'est embrasé une quarantaine de mètres après le toucher des roues, mais l'intérieur de la cabine a été préservé du feu jusqu'à l'arrêt.

Les passagers sont restés assis jusqu'à l'immobilisation de l'avion.

Le poste de pilotage a subi des dommages importants à la suite des chocs frontaux successifs avec les différents obstacles. En revanche, le fuselage a été peu endommagé. Seule la porte de service a été arrachée.

### 1.15.2.2 L'évacuation

La répartition des occupants de l'avion est indiquée sur le schéma suivant :



#### Répartition des passagers en cabine

Après l'immobilisation de l'avion, la navigante de cabine a ouvert la porte du poste de pilotage et a constaté d'importants dommages, notamment de grandes ouvertures. Elle a alors demandé aux passagers de sortir par l'ouverture correspondant à la porte de service arrachée, près de laquelle elle s'est placée pour aider à l'évacuation.

Les passagers des premiers rangs ont entendu l'annonce et sont sortis. Les autres se sont pour la plupart également dirigés vers l'avant. Quelques masques à oxygène étant tombés, une passagère, placée vers le milieu de la cabine, s'est équipée de son masque et est restée assise jusqu'à ce qu'un autre passager lui dise de sortir. Deux passagers se sont déplacés vers l'arrière de la cabine, jusqu'à ce que le passager du dernier rang leur dise qu'il n'y a pas d'issue de secours de ce côté. Par ailleurs, un passager (A), habitué du vol, a ouvert l'issue de secours gauche. Il a aperçu des flammes importantes par l'ouverture et a lâché la porte. Constatant que l'évacuation de l'avion était possible par l'avant, il s'est dirigé dans cette direction. Les flammes ont commencé à rentrer par l'issue ouverte.

Remarque : les informations écrites ou verbales sur l'ouverture des issues de secours ne mettent pas en garde les passagers contre les risques d'une ouverture précipitée. Quelques exploitants ont introduit des pictogrammes à cet effet dans les consignes de sécurité.

Devant la progression de l'incendie, la navigante de cabine est descendue de l'avion et a continué à assister les passagers de l'extérieur. De son côté, le copilote est sorti du poste de pilotage par les brèches. Il s'est éloigné de l'avion puis il a été aidé par la navigante de cabine.

Les derniers passagers à évacuer l'avion ont été gênés par les fumées qui s'installaient dans la cabine et ils ont dû se baisser pour mieux respirer. Certains ont effectué les derniers mètres en retenant leur respiration.

Il y avait une bonne luminosité due à l'éclairage de secours de la cabine et au feu à l'extérieur. Cela a permis aux passagers de s'orienter et de se diriger vers l'avant sans problème. Le plancher de la cabine était à cinquante centimètres environ du sol. L'évacuation s'est faite en moins d'une minute, calmement et sans bousculade.

### **1.15.2.3 L'attente des secours**

Une fois sortis, les occupants de l'avion s'en sont éloignés et se sont regroupés sur la route sous la conduite de la navigante de cabine. Ils souffraient tous un peu du dos mais pouvaient se déplacer. Seuls le copilote, blessé à la tête, et un passager, souffrant d'une fracture du bras, sont restés allongés. La navigante de cabine a appliqué au copilote une compresse qu'elle a fabriquée à l'aide de vêtements, la trousse de premier secours étant restée à l'intérieur de l'avion.

Un habitant d'une ferme proche est arrivé rapidement avec un extincteur et a essayé d'éteindre le feu à l'avant de l'avion, sans succès compte tenu de son intensité. Quelques passagers et la navigante de cabine ont contacté les services de secours ou leur famille au moyen de téléphones portables. Ils ont eu au début quelques difficultés avec les services de secours pour que leurs messages soient pris au sérieux.

Au cours de l'attente des secours, de nombreuses discussions ont eu lieu entre les passagers. Certains voulaient aller chercher eux-mêmes les secours, d'autres rejoindre directement l'aéroport.

### **1.15.2.4 La prise en charge par les secours**

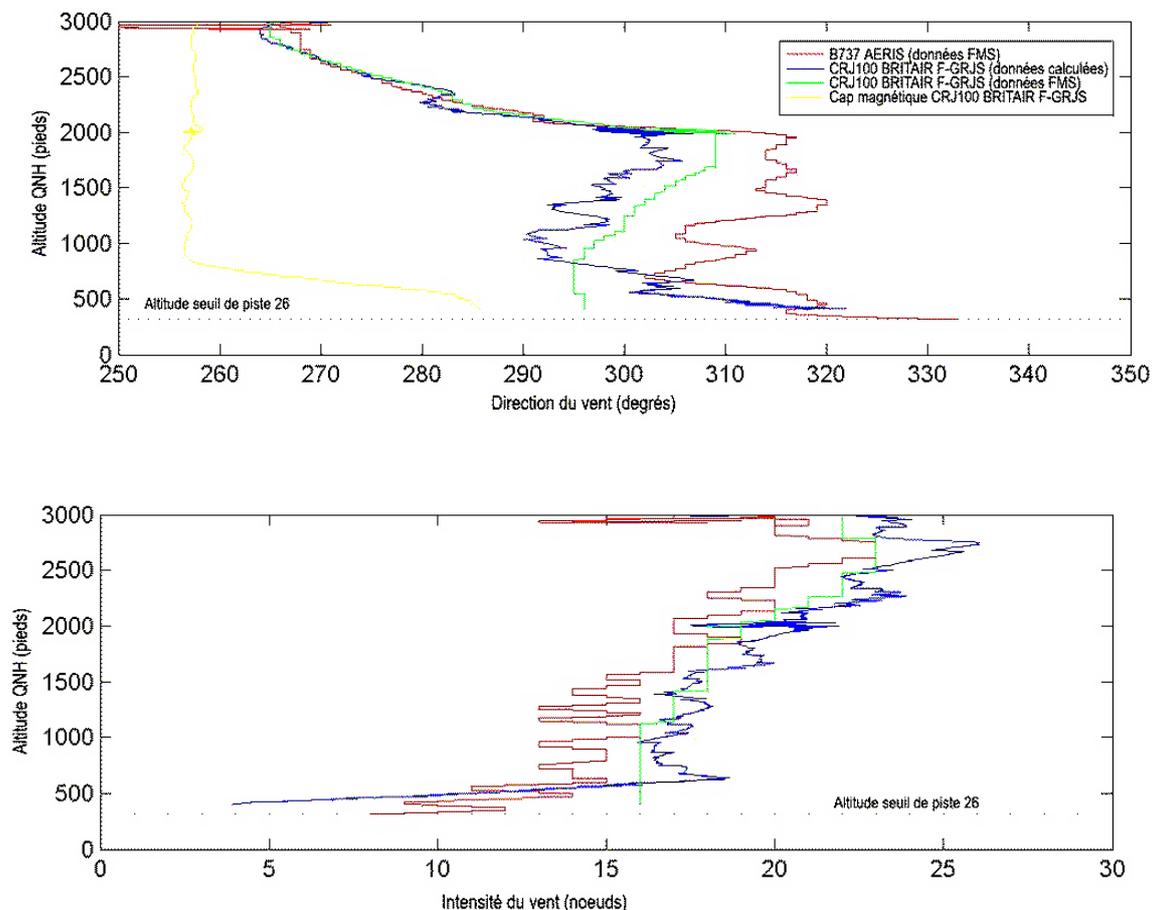
Lorsque le premier véhicule de secours est arrivé, un pompier s'est occupé des rescapés tandis que les autres commençaient à éteindre l'incendie. Le Service d'Aide Médicale Urgente (SAMU) est arrivé environ dix minutes plus tard. Le copilote et deux passagers ont été transportés à l'hôpital de Brest. Les autres rescapés ont été conduits en minibus à l'aérogare, où ils ont été examinés par un médecin. Certains ont été redirigés vers l'hôpital.

## 1.16 Essais et recherches

### 1.16.1 Calcul des caractéristiques du vent

Les paramètres d'intensité et de direction du vent, enregistrés toutes les quatre secondes, montrent une relative stabilité en dessous de trois mille pieds. Le FMS du CRJ-100 utilise différentes méthodes de calcul et de filtrage en fonction du mode de navigation de l'avion pour déterminer l'intensité et la direction du vent. Cependant, le F-GRJS n'étant pas équipé de GPS, la précision des calculs n'était pas bonne. Les enquêteurs ont donc recalculé l'intensité et la direction du vent à partir d'autres paramètres enregistrés (vitesse sol, altitude pression, dérive etc.).

Les résultats de ces calculs ont été rapprochés des autres enregistrements disponibles (FDR de l'avion précédent et ballon sonde météorologique envoyé à la verticale de l'aérodrome à 00 h 00, soit environ deux heures après l'accident). Ils sont représentés sur les schémas suivants :



Les différentes sources, malgré quelques disparités, montrent qu'un gradient de vent était présent entre mille pieds et le sol : l'intensité du vent passe d'une valeur comprise entre 15 et 20 kt à une valeur comprise entre 5 et 10 kt et la direction du vent s'oriente de l'ouest vers le nord.

## **1.16.2 Examens d'éléments de l'avion**

### **1.16.2.1 Volets**

La position des vérins à vis de commande des volets a été vérifiée et mesurée. Ces vérins sont tous en position pleine extension, ce qui correspond à une position des volets sortis à 45°, cohérente avec les données fournies par le FDR à l'arrêt de l'enregistrement.

### **1.16.2.2 Panneau de contrôle du vol**

Lors de l'examen du FCP sur le site, les boutons-poussoirs coupe-feu des moteurs gauche et droit et celui d'activation de l'extincteur du moteur droit ont été retrouvés enfoncés. Le pilote survivant et les différents intervenants sur le site de l'accident (pompiers et SAMU) ne se rappelaient pas les avoir actionnés. Aussi, il a été suggéré à la Brigade de Recherche de la Gendarmerie des Transports Aériens de rechercher d'éventuelles empreintes digitales sur ces boutons-poussoirs.

La révélation par poudre n'a pas mis en évidence de telles empreintes. En revanche, il a été observé des traces de liquides divers dont des produits d'extinction utilisés par les pompiers. Ces produits ont pu contribuer à la destruction d'éventuelles empreintes.

### **1.16.2.3 Chaîne de commande longitudinale**

#### **1.16.2.3.1 Examens visuels**

La vis sans fin du plan horizontal réglable ne présente ni dommage ni irrégularité de montage. La distance entre les points d'attache est comprise entre 207 et 209 mm ; ces valeurs correspondent à un angle d'incidence du PHR compris entre - 4,48° et - 4,62°, ce qui est cohérent avec la valeur des paramètres à la fin de l'enregistrement.

Le système de restitution d'efforts ne présente ni dommage ni irrégularité de montage, les deux vérins linéaires sont sur la même position, comprise entre 238 et 239 mm ; ces valeurs sont cohérentes avec celles des paramètres à la fin de l'enregistrement.

Les gouvernes de profondeur ne présentent ni dommage ni irrégularité de montage.

#### **1.16.2.3.2 Examens en atelier**

Le PFSU, le MCU, le HSTA, la servo primary et la servo mount ont été examinés en atelier en présence des enquêteurs. Les examens ont montré que ces systèmes étaient conformes à leurs spécifications.

#### **1.16.2.4 Balise de détresse**

Jusqu'à l'arrêt de l'enregistreur de paramètres, les accélérations subies par l'avion selon l'axe longitudinal ont été inférieures à un g, valeur prévue pour le déclenchement de la balise de détresse. L'avion ayant poursuivi sa course au sol après la fin de l'enregistrement, il n'est pas possible de déterminer s'il a subi alors des accélérations longitudinales supérieures à un g.

Remarque : il est à noter que le capteur de déclenchement de la balise est positionné pour détecter les accélérations longitudinales uniquement et que le signal se déclenche automatiquement en fonction de la combinaison du couple accélération longitudinale et durée de cette accélération. Les courbes de déclenchement en fonction de ce couple figurent en annexe 5.

Il a été procédé à un examen visuel des différents composants qui ont pu être retrouvés : le sélecteur situé sur la balise était positionné sur AUTO, conformément aux procédures, et le câble de connexion avec l'antenne était en bon état. Il n'a pas été possible d'examiner le circuit électrique, l'antenne, le boîtier électronique en soute et le boîtier de commande en poste de pilotage en raison de la destruction de ces composants par le feu.

Afin de déterminer si la balise aurait fonctionné pour des valeurs d'accélérations longitudinales supérieures à un g, les enquêteurs ont alors fait procéder à un test en émission réelle de la balise puis à son démontage et à l'examen de ses différents composants chez le fabricant. Il en ressort que la balise, lorsqu'elle est soumise à une accélération importante, émet le bon signal de détresse, mais qu'elle ne fonctionne pas pour les valeurs d'accélérations correspondant aux spécifications. L'écart est important, il n'a pas pu être établi quelle carte (électronique capteur ou électronique G-switch) présentait un dysfonctionnement.

Remarque : les tensions fournies par les packs piles des cartes radio et G-switch étaient conformes aux spécifications, mais la date de validité des packs piles (respectivement en décembre 2002 et en mars 2003) était dépassée.

#### **1.16.2.5 Boîtiers électroniques**

Les boîtiers électroniques disposant de mémoires non volatiles pouvaient contenir des informations non enregistrées dans le FDR (dégagement retenu et circuit d'attente programmé, entre autres). Les enquêteurs ont donc fait procéder à leur examen chez le constructeur ROCKWELL COLLINS. Il s'agissait des deux Air Data Computer (ADC), du Maintenance Diagnostic Computer (MDC) et des deux Flight management Computers (FMC). Compte tenu des très importantes dégradations dues à l'incendie, aucune information pertinente n'a pu être extraite de ces boîtiers.

#### **1.16.3 Recherches sur simulateur de vol**

Le 19 novembre 2003, le BEA a organisé une séance de travail sur simulateur de vol CRJ-100 au centre de formation ICARE. La séance s'est déroulée avec la contribution de deux commandants de bord instructeurs CRJ-100.

Quatre scénarios ont été préparés et exécutés ; la séance a été filmée par la caméra fixe du simulateur de vol, qui fournit une vision d'ensemble du poste de pilotage, et, pour les EFIS, par une caméra portative.

Les points abordés lors de la séance étaient l'observation, entre autres :

- des affichages du MFD et notamment de la matérialisation du circuit d'attente ;
- des changements de mode au FMA, du comportement du directeur de vol et de façon plus générale du PFD ;
- de la transition du mode NAV au mode APPR et des actions associées ;
- de l'armement du mode APPR à l'intérieur et à l'extérieur du faisceau de capture du LOC, ainsi que de l'interception du LOC et du glide par le mode APPR ;
- du comportement du simulateur de vol en remise de gaz (volets 8°) et lors d'une manœuvre d'évitement d'obstacles (volets 45°) - efforts aux commandes, perte d'altitude ;
- de la logique de fonctionnement des alarmes GPWS.

Les quatre scénarios ainsi que le résultat des recherches sont décrits en annexe 6. Il en ressort que :

- l'interception du LOC et du glide par le mode APPR s'est effectuée conformément aux spécifications du constructeur,
- les annonces GPWS émises par le simulateur ne sont pas totalement représentatives des annonces entendues en vol dans l'avion ; en particulier, l'annonce « Minimums » est entendue indifféremment, que l'équipage affiche une hauteur ou une altitude minimale de décision,
- les remises de gaz ou manœuvres d'évitement d'obstacles réalisées à quatre-vingt-dix pieds radiosonde, avec une poussée moteur proche de celle enregistrée au début de la remise de gaz, se sont effectuées sans contact avec le sol,
- le simulateur ne reproduit pas fidèlement les efforts au niveau des commandes (notamment lors des remises de gaz).

Remarque : il n'est pas possible de programmer dans le simulateur un vent qui change d'orientation de la gauche vers la droite alors que l'avion est en descente (ce sens de changement d'orientation est peu fréquent, mais c'était le cas le jour de l'accident).

## **1.16.4 Comportement du CRJ-100 en remise de gaz**

### ***1.16.4.1 Caractéristiques générales***

Bombardier indique que les caractéristiques du CRJ-100 et les actions de pilotage en remise de gaz standard, lorsque l'avion est à  $V_{ref}$  et à une poussée moteur de 60 à 70 % de N1 correspondant à une approche volets 45° sur une pente à 3°, sont les suivantes :

- la première action du pilote doit consister à tirer sur le manche de façon à cabrer l'avion ;

- pour cela, il doit appliquer une force d'environ 25 à 30 lbs (11,3 à 13,6 kg) sur le manche et le braquage de la gouverne de profondeur doit être augmenté de 6° en moins d'une seconde ;
- l'action sur les manettes de poussée doit être effectuée moins d'une seconde après l'action sur le manche ;
- la poussée maximale est atteinte en moins de trois secondes ;
- le moment de tangage cabreur généré par la gouverne de profondeur est environ trois fois plus important que le moment piqueur induit par la montée en puissance des moteurs ;
- la rétraction des volets doit s'opérer peu après l'augmentation du régime des moteurs, lorsque l'avion retrouve une pente ascendante. Une perte de portance ainsi qu'un moment cabreur sont associés à cette rétraction, entraînant momentanément une légère perte d'altitude ;
- la perte d'altitude est d'environ vingt-cinq pieds à partir de la première action sur le manche ;
- l'assiette de l'avion est en augmentation constante lors de la remise de gaz.

Remarque : le moment de tangage dû à la poussée des moteurs a deux composantes :

- la poussée nette des moteurs, qui induit un moment piqueur,
- un moment aérodynamique qui résulte de l'effet du souffle des moteurs sur l'empennage horizontal et au niveau des ailes et qui induit un moment cabreur.

La résultante en est un moment piqueur lors de la montée en puissance des moteurs.

#### **1.16.4.2 Comportement du CRJ-700 en remise de gaz**

Bombardier précise que, pour obtenir sur un CRJ-700 les mêmes caractéristiques en remise de gaz standard :

- le pilote doit appliquer une force d'environ 30 lbs (13,6 kg) sur le manche ;
- le braquage de la gouverne de profondeur doit être augmenté de 7° en trois secondes.

Il en ressort qu'en conditions standard, l'action à cabrer sur le manche doit être plus rapide sur un CRJ-100 que sur un CRJ-700.

#### **1.16.4.3 Dernières remises de gaz effectuées chez Brit Air**

Afin de compléter ces informations, les enquêteurs ont demandé au Service Analyse et Sécurité des vols de Brit Air de leur fournir les paramètres des cinq dernières remises de gaz (ou manœuvres d'évitement d'obstacles), volets 45°, effectuées sur CRJ-100 par des pilotes de la compagnie.

Le tableau suivant donne le régime des moteurs avant la remise de gaz et la perte d'altitude constatée :

Remise des gaz	N1 moteur 1	N1 moteur 2	Perte d'altitude (ft)
1	60	60	15
2	53	61	0
3	28	37	100 *
4	65	65	32
5	54	69	16

\* La perte d'altitude de cent pieds s'est produite dans des conditions de fort gradient de vent.

## 1.16.5 Simulation par Bombardier du comportement de l'avion avant l'accident

### 1.16.5.1 Méthode

A la demande des enquêteurs, et afin d'étudier le comportement de l'avion lors de la remise de gaz, Bombardier a procédé à l'analyse détaillée des cinquante dernières secondes du vol. Il s'agissait de comparer les données provenant du vol de l'accident et les résultats d'une simulation à partir d'un modèle numérique représentant un CRJ-100 nominal (Bombardier Level D flight simulation mathematical model). Des données du rapport préliminaire du BEA ainsi que du document *Minimum Approach Break-Off Height (MABH) for HGS certification* ont été utilisées pour réaliser ce travail.

Cette analyse montre qu'afin de faire correspondre les paramètres de vol du F-GRJS avec ceux de la simulation, il convient d'introduire un gradient de vent au-dessous de 570 ft QNH et d'augmenter la masse de l'avion utilisée pour la simulation de 17 940 kg à 18 852 kg, soit une augmentation d'environ 5 %.

Remarque : les travaux effectués sur les paramètres (voir § 1.16.1) ont permis de confirmer la présence d'un gradient de vent proche de celui trouvé par Bombardier.

Les enquêteurs ont alors demandé à Bombardier quels étaient les facteurs qui pourraient expliquer la présence d'une éventuelle masse supplémentaire pour le vol de l'accident. Bombardier a exploité les données FDR des sept vols précédant celui de l'accident et a constaté qu'il fallait également ajouter à ces vols une certaine masse pour faire correspondre les paramètres de l'avion nominal à ceux du F-GRJS. Cependant les valeurs de masse à ajouter étaient différentes selon les vols et sans corrélation apparente entre elles. Bombardier indique qu'après enregistrement des données d'un avion test pour les comparer avec celles du modèle numérique, des différences de masse sont également apparues. Pour Bombardier, ces différences ne peuvent être attribuées à une cause unique, mais résultent probablement d'une accumulation de petites erreurs dans les calculs du modèle numérique, ainsi que des imprécisions dans le calcul de la consommation de carburant et dans la détermination de la masse de l'avion au décollage <sup>(7)</sup>.

<sup>(7)</sup> Les mémos produits par Bombardier peuvent être consultés sur le site internet du BEA.

### 1.16.5.2 La remise de gaz

Bombardier a indiqué que l'amplitude de la variation de poussée des moteurs (de 45 % de N1 à 90 % de N1) entre 80 ft et 50 ft était très supérieure à celle d'une remise de gaz normale (de 65 % de N1 à 90 % de N1). A la vitesse qu'avait l'avion au moment de la remise de gaz, environ 115 kt, le moment piqueur engendré par la montée en poussée des moteurs est équivalent à une variation de 6° de la gouverne de profondeur. Le moment en tangage induit par la gouverne de profondeur et le moment en tangage induit par l'augmentation de poussée des moteurs ont donc été égaux et opposés, s'annulant ainsi l'un l'autre.

Bombardier a également indiqué qu'à la vitesse de 115 kt l'efficacité de la gouverne de profondeur était réduite d'environ 25 %.

Bombardier a déterminé que l'avion aurait décroché à la vitesse de 103 kt dans la configuration qu'il avait dans les dernières secondes de vol.

### 1.16.5.3 Influence de certains paramètres sur les dernières secondes du vol

Des simulations utilisant le modèle numérique et la masse augmentée ont été effectuées par Bombardier : il s'agissait de modifier certains paramètres de vol afin d'évaluer leur influence respective au cours des dernières secondes du vol.

Paramètre modifié	Méthode	Résultats
Gradient de vent	Le gradient de vent est remplacé en dessous de 150 ft par une composante de deux nœuds de face.	La vitesse diminue jusqu'à 120 kt. La trajectoire est moins incurvée. L'avion est 50 à 60 ft au dessus du sol au niveau du point d'impact, en vol quasiment horizontal.
Action sur les commandes de profondeur telle que préconisée	Les gouvernes de profondeur commencent à bouger une seconde avant l'application de la poussée de remise de gaz. Le braquage des gouvernes de profondeur est augmenté de six degrés en une seconde.	L'assiette maximale de l'avion augmente de 4° à 5°. La pente de la trajectoire est plus faible. Au niveau du point d'impact, l'avion est vingt pieds au-dessus du sol et descend ensuite à faible pente jusqu'au sol. Remarque : le résultat s'explique par la perte d'efficacité de la gouverne de profondeur due à la faible vitesse.
Actions sur les volets	Le pilote rentre les volets en même temps qu'il applique la puissance	La perte de portance conduit à un contact légèrement plus tôt avec le sol
Variation simultanée de tous les paramètres présentés ci-dessus		La vitesse minimale est de 120 kt. La trajectoire est moins incurvée. L'avion passe à 100 ft au-dessus du sol avec une trajectoire montante.
Action sur les commandes de profondeur telle que préconisée mais avec une amplitude supérieure.	Les gouvernes de profondeur commencent à bouger une seconde avant l'application de la poussée de remise de gaz. Le braquage des gouvernes de profondeur est augmenté de dix degrés en deux secondes.	L'avion ne touche pas le sol. Au niveau du point d'impact, il se trouve à 50 ft au-dessus du sol ; c'est le point le plus bas de la trajectoire. L'assiette atteint une valeur proche de celle de déclenchement du vibreur de manche.

### 1.16.6 Avertisseur de proximité du sol

Afin de vérifier le bon fonctionnement du GPWS, les enquêteurs ont demandé à Honeywell de conduire des simulations à partir des données du FDR. Ces simulations ont été conduites avec un GPWS similaire au modèle embarqué (GPWS Mark 5) puis avec un GPWS de nouvelle génération possédant en mémoire un modèle numérique du terrain (EGPWS Honeywell).

La simulation avec le GPWS Mark 5 a généré une séquence d'annonces sonores proche de celle entendue sur l'enregistrement du CVR.

Temps	Hauteur radiosonde	CVR	Simulation
21 h 50 min 58 s	486	500	500
21 h 50 min 59 s	482	Glideslope	Glideslope
21 h 51 min 02 s	381	Sinkrate x 2	Sinkrate x 2
21 h 51 min 05 s	291	300	
21 h 51 min 06 s	291	-	Pull up
21 h 51 min 07 s	234	Glideslope	Glideslope
21 h 51 min 08 s	210	Glideslope x 6	
21 h 51 min 09 s		-	200 - Glideslope x 5
21 h 51 min 15 s	107	100	
21 h 51 min 16 s	93		100 - Glideslope x 3
21 h 51 min 20 s	50	Sinkrate	50
21 h 51 min 21 s	32	Pull up	40
21 h 51 min 22 s	19		Pull up

Remarque : les différences entre les alarmes simulées et celles enregistrées dans le CVR, notamment l'alarme « Pull up » quinze secondes avant le contact avec le sol, proviennent de l'imprécision de la simulation due à l'échantillonnage des paramètres FDR.

Lors de la simulation avec l'EGPWS, une alerte « Too Low Terrain », répétée ensuite à quatre reprises, est entendue quinze secondes avant l'impact.

### 1.16.7 Simulation MSAW (Minimum Safe Altitude Warning)

#### 1.16.7.1 Généralités

Le système sol MSAW est un logiciel prédictif de conflit potentiel avec le relief. Si la trajectoire prédite d'un aéronef sort du volume d'évolution autorisé et si le logiciel détecte une possibilité de collision avec le sol, une alarme sonore et visuelle est transmise au contrôleur.

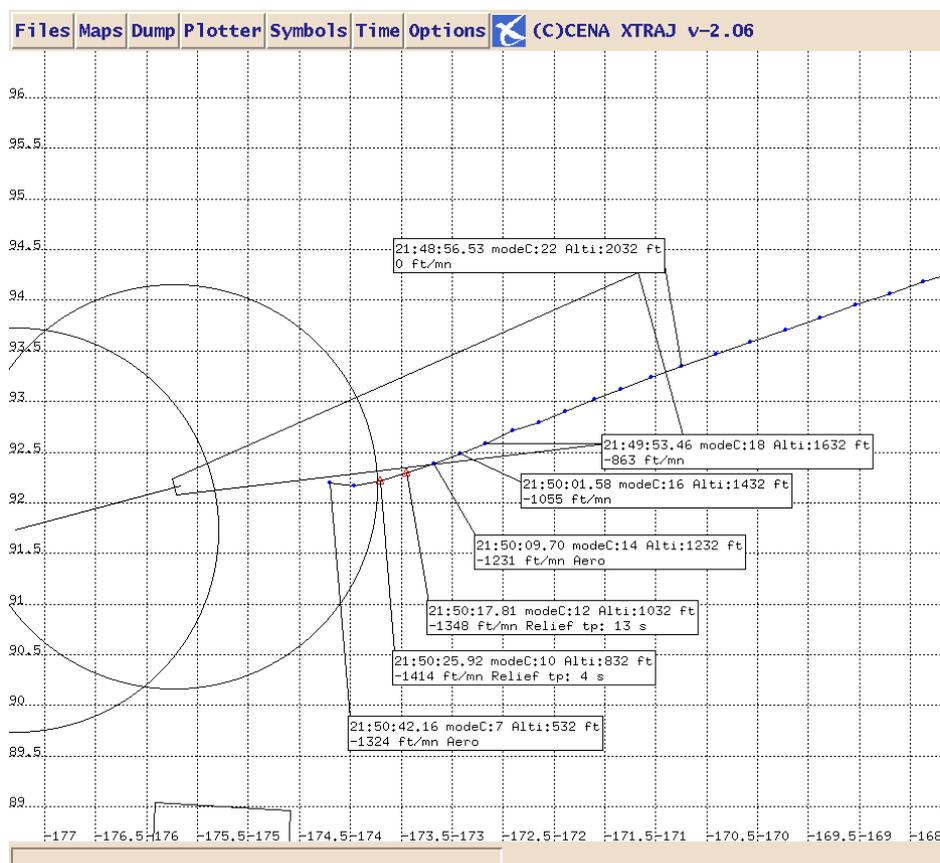
Remarque : le volume d'évolution autorisé est défini de manière standard mais peut être paramétré selon les spécificités de l'aérodrome.

Au moment de l'accident, le système MSAW était installé sur les aérodromes de Lyon, Marseille, Paris-Orly, Montpellier, Bâle-Mulhouse et Strasbourg ; il était en expérimentation sur les aérodromes de Paris Charles de Gaulle, Nice et Fort-de-France ; il était également prévu de l'installer sur les aérodromes de Nantes, Biarritz, Tarbes, Ajaccio, Bastia et Pointe-à-Pitre.

### 1.16.7.2 Simulation du vol de l'accident

A la demande des enquêteurs, le Centre d'Etudes de la Navigation Aérienne (DGAC) a effectué une simulation du fonctionnement du MSAW à partir de l'enregistrement radar fourni par le CRNA Ouest et de l'enregistrement des paramètres.

Cette simulation montre que le système aurait détecté que l'avion sortait du volume autorisé à 21 h 50 min 53 s. Le cycle de renouvellement de l'affichage du système de traitement radar étant asynchrone par rapport au radar du CRNA, il faut compter un retard de trois à onze secondes avant la transmission effective de l'alarme au contrôleur. Ainsi, celui-ci aurait eu une alarme MSAW entre 21 h 50 min 57 s et 21 h 51 min 05 s, c'est-à-dire seize à vingt-quatre secondes avant le contact de l'avion avec le sol. Il faut ensuite prendre en compte le temps de réaction du contrôleur, de transmission du message d'alerte à l'équipage et les temps de réaction de celui-ci et de l'avion.



Remarque : la référence horaire du radar est en avance de trente-six secondes sur celle du FDR.

## 1.16.8 Ergonomie du poste de pilotage

### 1.16.8.1 Affichage des informations localizer et glide

#### 1.16.8.1.1 Réglementation

La réglementation relative à l'ergonomie des affichages des indications ILS figure dans le JAR 25 (1329) pour les approches normales et de précision de catégorie I et dans les JARs 25 et AWO pour les approches de précision de catégories II et III. Le choix retenu par Bombardier et Rockwell Collins pour le CRJ-100 répond au règlement de certification.

#### 1.16.8.1.2 Affichage sur le PFD

Lorsqu'une fréquence ILS est sélectionnée par un des pilotes et que la source de navigation choisie est VOR, les déviations par rapport au plan de descente et par rapport à l'axe du localizer sont affichées sur le PFD de ce pilote.

L'information glide est matérialisée sur la partie droite de l'ADI par un losange de couleur cyan sur une échelle verticale graduée de - 2,5 à 2,5 points. Un triangle cyan apparaît en butée haute ou basse sur l'échelle lorsque la déviation excède ces valeurs.



L'information localizer est matérialisée sur le HSI par un segment vertical de couleur verte sur une échelle horizontale graduée de - 2,5 à 2,5 points. Lorsque la hauteur de l'avion est inférieure à six cents pieds sol, une représentation dilatée du localizer apparaît sur la partie basse de l'ADI sous la forme d'un losange cyan.

Remarque : le CRJ-100 n'est pas le seul avion pour lequel ces informations sont séparées quoique sur le même écran.

#### *1.16.8.1.3 Autres affichages*

Une représentation des informations ILS sur un même instrument est disponible sur le HGS et sur certaines fonctions du MD. Les pilotes de Brit Air utilisent généralement en approche le mode MAP qui fournit une représentation de la position géographique de l'avion sans représentation des informations ILS et utilisent le HGS pour les approches de précision de catégorie III.

#### **1.16.8.2 Réglage des sièges des pilotes**

Afin qu'un pilote ait accès à toutes les informations affichées, Bombardier préconise qu'il règle son siège de façon à voir alignés les indicateurs sphériques situés en partie supérieure du poste.

Transports Canada indique que le HSI peut être masqué partiellement par le volant lorsque le siège est réglé en position trop basse ou trop reculée ; lorsque le siège est réglé en position trop haute ou trop avancée, le FMA peut être partiellement masqué par l'auvent d'éclairage.

Plusieurs pilotes ont rapporté que la position préconisée leur paraissait relativement inconfortable et « haute », leur masquant la première ligne du texte sur les EICAS et qu'ils préféreraient baisser légèrement leur siège. Transports Canada précise que beaucoup de pilotes adoptent la position basse, ce qui leur masque entre dix et vingt pour cent du HSI.

Le copilote a indiqué dans son témoignage qu'étant PNF sur l'étape, il avait légèrement reculé son siège par rapport à la position préconisée afin d'avoir une vision plus générale du poste de pilotage. Le volant lui masquait la partie inférieure du HSI mais il pouvait voir l'indicateur de déviation du localizer.

Il n'a pas été possible de déterminer le réglage du siège du commandant de bord.

## **1.17 Renseignements sur les organismes et la gestion**

### **1.17.1 L'exploitant**

#### **1.17.1.1 Structure**

La compagnie Brit Air, basée à Morlaix (29), a été fondée en 1973. Elle est devenue filiale à part entière d'Air France en avril 2001. Elle dessert quarante destinations en France et en Europe et dispose d'une flotte de trente-huit avions : huit Fokker 100, vingt CRJ-100 et dix CRJ-700.

Elle emploie 367 PNT et 294 PNC et dispose de sept bases pour son personnel navigant : Lyon (environ la moitié), Paris, Rennes, Nantes, Brest (vingt-deux PNT basés), Strasbourg et Nice.

### **1.17.1.2 Service Analyse et Sécurité des Vols**

Le Service Analyse et Sécurité des Vols de Brit Air a été créé en 1998 et est rattaché hiérarchiquement à la Direction Générale depuis avril 2003. Auparavant il était rattaché à la Direction Qualité. Au moment de l'accident, ses locaux se trouvaient à Morlaix dans le bâtiment occupé par Icare. Ils ont été transférés en janvier 2004 dans le bâtiment où se trouve le service médical.

Le SASV emploie huit personnes, à temps plein ou partiel. Il est chargé de recueillir et de diffuser toutes les informations susceptibles d'améliorer la sécurité des vols.

En 2002, 850 Rapports Sécurité des Vols et 227 Rapports de Sécurité Cabine ont été transmis au SASV qui les a étudiés puis conservés dans une base de données anonyme. Parallèlement, 85 % des vols sont analysés automatiquement et les anomalies détectées sont archivées par immatriculation.

Le SASV produit trimestriellement un rapport d'analyses statistiques. Il diffuse trois fois par an une plaquette (Ciel Clair) qui rassemble les rapports traités et des analyses statistiques partielles et, une fois par an, un Bulletin Sécurité des Vols. Un BSV dont le thème principal était les CFIT était paru en novembre 2001.

Remarque : des bulletins de sécurité des vols d'autres compagnies (entre 180 et 200) sont également disponibles et consultables dans une bibliothèque située au sein du service.

Le SASV tient une réunion trimestrielle avec les responsables de l'encadrement et de la formation des PNT. Le but de cette réunion est l'information des différents intervenants du retour d'expérience et au besoin la modification de procédures ou de l'ECP (voir § 1.17.2.1.2).

La consultation des classeurs d'analyse des vols a montré qu'en proportion peu d'approches non stabilisées donnaient lieu à un compte rendu de l'équipage.

### **1.17.1.3 Autorité de surveillance**

La surveillance de Brit Air est exercée par la Direction de l'Aviation Civile Ouest à Brest. Sa division spécialisée « Transport aérien » comporte six agents : trois ingénieurs et trois techniciens supérieurs, contrôleurs d'exploitation.

Le dernier contrôle d'exploitation sur pièces, réalisé en vue du renouvellement du certificat de transport aérien, a eu lieu du 19 au 24 mars 2003. Il est apparu que l'exploitant « *a fourni des efforts importants pour se mettre en conformité par rapport à la réglementation OPS 1* ». Quelques anomalies mineures ont été détectées à cette occasion et, en conséquence, la DAC Ouest a renouvelé le certificat de transport aérien en 2003 pour une durée de deux ans.

Remarques :

- Aucune des anomalies détectées n'est en relation avec les circonstances de l'accident.
- Parmi les points relevés, l'autorité avait accepté le rattachement du SASV à la Direction Qualité.

Par ailleurs, l'organisme du contrôle en vol de la DGAC effectue des contrôles inopinés en vol et sur simulateur, environ cinq fois par an pour Brit Air. Les derniers contrôles en vol avant l'accident avaient toutefois eu lieu en octobre 2002 ; ils n'avaient pas mis d'éléments significatifs en évidence.

#### **1.17.1.4 Relations avec Air France**

Bien que la commercialisation des vols soit du ressort d'Air France, Brit Air est responsable de l'exploitation et est donc indépendante en termes de procédures de conduite des avions, de méthodes de travail et de formation. Dans le cadre de la circulaire DGAC sur le contrôle des compagnies affrétées, Air France effectue une visite de suivi tous les deux ans, à laquelle participent trois auditeurs, un commandant de bord, un spécialiste en maintenance et un spécialiste en exploitation sol. La dernière visite a eu lieu le 26 mars 2003. Le rapport de mission de suivi conclut : « *La compagnie Brit Air est en conformité avec les exigences JAR. Son Système Qualité est efficace. Visite très satisfaisante* ».

Remarque : le rattachement du SASV à la Direction Qualité est noté dans le rapport de mission de suivi.

### **1.17.2 Entraînement du personnel navigant**

#### **1.17.2.1 Personnel navigant de conduite**

##### *1.17.2.1.1 Généralités*

La formation et l'entraînement du personnel navigant de conduite est effectuée au sein d'Icare, organisme de formation (TRTO) appartenant à Brit Air, conformément aux arrêtés OPS1 et FCL. Icare a été créé en 1991 et la séparation avec Brit Air est devenue effective en 1999. Les instructeurs sont désignés sur une liste agréée par Brit Air et validée par le SFACT. Ils exercent par ailleurs une activité de navigant chez Brit Air, à l'exception de quelques SFI.

##### *1.17.2.1.2 Entraînements et contrôles périodiques*

Le responsable de la formation à Brit Air établit un programme de formation sur trois ans en collaboration avec les chefs de secteur et le SASV. Ce programme, appelé ECP (entraînements et contrôles périodiques) est soumis annuellement à l'approbation de la Direction de l'Aviation Civile Ouest et du Service de la Formation Aéronautique et du Contrôle Technique.

Brit Air répartit l'ensemble des modules d'entraînement et de contrôle périodiques des navigants de conduite en deux stages annuels, nommés « OPS 1 » et « OPS 1 et FCL », comprenant entre autres des séances de simulateur effectuées respectivement sur CRJ-700 et 100. Ces deux stages sont espacés de six mois en moyenne. Par ailleurs, les pilotes font l'objet d'un contrôle en vol une fois par an.

Remarques :

- L'entraînement aux approches de précision a lieu au cours du stage OPS 1 et les contrôles relatifs à ces approches ont lieu lors des deux stages.
- Le programme de formation n'inclut pas de sensibilisation à l'exécution de remises de gaz débutées à bas régime.

#### *1.17.2.1.3 Qualification de type*

Les CRJ-100 et 700 font l'objet d'une qualification unique. Pour qu'un pilote CRJ-100 puisse exercer sur CRJ-700 chez Brit Air, il faut qu'il ait réalisé deux cents heures de vol sur CRJ-100, qu'il ait suivi un cours sur les différences entre les deux avions, qu'il ait effectué une séance de simulateur puis, sous le contrôle d'un instructeur, un vol aller-retour.

#### *1.17.2.1.4 Formation CRM*

La formation à la gestion des ressources d'équipage est définie dans le document 022461 du 28 décembre 1998, élaboré par la société Dédale et déposé à la DAC Ouest. L'ECP de 2003 fait référence à ce document sans en reprendre le contenu. Le programme se déroule sur quatre ans : les cours théoriques sont dispensés par des instructeurs d'Icare à l'aide de manuels fournis par Dédale, les entraînements, d'une durée moyenne de deux heures, ont lieu tous les douze mois lors du stage « OPS 1 ». Des aspects CRM sont également présents en pratique au cours de toutes les séances de simulation et de contrôle en vol. Compte tenu de la nature de l'enseignement, il n'y a pas de contrôle spécifique mais une appréciation est portée par l'instructeur sur le dossier du pilote.

Remarques :

- Le contenu de la formation CRM a été explicité dans l'ECP 2004.
- Il n'existe pas de formation homologuée de formateurs CRM.
- Les instructeurs d'Icare qui dispensaient l'entraînement annuel de deux heures n'avaient pas reçu de formation spécifique à l'enseignement du CRM. Cet entraînement est maintenant effectué par un intervenant extérieur.

### **1.17.2.2 Personnel navigant de cabine**

#### *1.17.2.2.1 Formation initiale*

La formation initiale du personnel navigant de cabine comprend deux semaines de cours théoriques et sur simulateur de cabine. Au cours de ces séances de simulation, le PNC n'est pas spécifiquement entraîné à la gestion de situations d'urgence en conditions marginales, en particulier en présence de feu ou de fumée. Les postulants reçoivent ensuite une formation en vol avant d'être qualifiés hôtesse stewards (HST).

Les PNC effectuent également deux stages complémentaires de formation sous forme de cours théoriques (passagers indisciplinés, d'une durée de sept heures, et qualité).

Il faut avoir été HST au moins quatre ans avant de pouvoir devenir chef de cabine puis, éventuellement, instructeur.

#### *1.17.2.2 Maintien et contrôle des compétences*

Les PNC effectuent une fois par an un stage de maintien des compétences d'une durée de quatre jours et un recyclage de trois heures sur le thème des passagers indisciplinés. Ils sont également évalués en vol une fois par an par un instructeur PNC.

### **1.17.3 L'organisme de contrôle de Brest Guipavas**

#### **1.17.3.1 Généralités**

##### *1.17.3.1.1 FIR de Brest*

La *Lettre d'accord générale FIR Brest* du 20 avril 2000 définit les procédures générales entre les différents organismes du contrôle de la FIR : le Centre en Route de la Navigation Aérienne Ouest (désigné par Brest), la Région Maritime Atlantique (désignée par Landivisiau) et le Centre de Contrôle d'Approche centrale de Brest Guipavas (désigné par Iroise). Les paragraphes suivants en sont issus.

##### 1.17.3.1.1.1 Centre en Route de la Navigation Aérienne Ouest

*Brest assure la fourniture des services de la circulation aérienne dans les espaces aériens contrôlés de la FIR de Brest, sous l'indicatif d'appel BREST CONTROLE. Brest assure la fourniture du service d'information de vol dans la FIR BREST sous l'indicatif d'appel BREST INFO. Dans ces mêmes espaces, Brest assure les fonctions radar sous l'indicatif d'appel BREST RADAR.*

*Brest dispose d'une image radar primaire locale et d'une image multiradar traitée par le système de traitement radar (STR). Ce moyen radar permet soit d'assurer tout ou partie des fonctions radar, soit d'aider aux coordinations.*

##### 1.17.3.1.1.2 Région Maritime Atlantique

*Landivisiau assure la fourniture des services de la circulation aérienne au bénéfice des aéronefs de la circulation aérienne générale dans les espaces aériens contrôlés spécialisés sous l'indicatif d'appel LANDIVISIAU APPROCHE. Dans les espaces aériens contrôlés dont il est responsable, Landivisiau gère les aéronefs au départ et à l'arrivée de Guipavas, Landivisiau et Morlaix.*

*Landivisiau assure au bénéfice des aéronefs de la circulation aérienne générale les fonctions de surveillance, d'assistance et de guidage radar sous l'indicatif d'appel LANDIVISIAU RADAR. Landivisiau dispose d'un radar CENTAURE et reçoit le déport d'image STR de Brest.*

*Landivisiau informe Brest, Lanvéoc, Guipavas et Morlaix de ses heures réelles de début et de fin d'activité par téléphone et le confirme par message RSFTA. Landivisiau enclenche le répondeur automatique d'information (RAI) dès la fin de ses activités.*

#### 1.17.3.1.1.3 Centre de Contrôle d'Approche centrale de Brest Guipavas

*Iroise assure la fourniture des services de la circulation aérienne au bénéfice des aéronefs évoluant dans les espaces aériens décrits [...] en annexe 7, sous l'indicatif d'appel IROISE APPROCHE. Lorsque Landivisiau est fermé, Iroise gère les aéronefs au départ et à l'arrivée des aérodromes de Guipavas, Quimper, Landivisiau, Lanvéoc et Morlaix.*

*Iroise assure les fonctions de surveillance radar dans ces mêmes espaces sous l'indicatif d'appel IROISE RADAR. Iroise dispose de l'image radar fournie par le STR de Brest et visualisée au moyen du système IRMA.*

*Toutes les arrivées vers Guipavas font l'objet d'une coordination téléphonique. Brest communique à Iroise l'heure estimée d'arrivée au repère d'approche initial, Iroise délivre une clairance adaptée vers un niveau initial.*

#### 1.17.3.1.2 Documents de référence

Différents documents sont mis à la disposition du personnel de la tour de contrôle de Brest Guipavas. Ils sont regroupés sous la forme d'un manuel d'exploitation et d'un recueil de notes de service et de consignes permanentes.

Le manuel d'exploitation est un document général, jugé par les intervenants du contrôle aérien de Brest rencontrés par les enquêteurs comme inadéquat car n'étant pas mis à jour régulièrement.

Le recueil de notes de service et de consignes permanentes n'est pas organisé et ne couvre pas tous les points du manuel d'exploitation.

Au terme de l'enquête sur la collision de deux avions sur l'aérodrome de Paris Charles de Gaulle le 25 mai 2000, le BEA avait recommandé que la DGAC mette en place une définition précise et une procédure de contrôle des manuels d'exploitation en tour de contrôle. En effet, un document de référence précis, structuré et à jour renforce l'homogénéité dans les méthodes de travail et dans la phraséologie, et donc la sécurité. La DGAC a depuis défini un modèle de manuel d'exploitation auquel les organismes de contrôle devront se conformer avant le 1<sup>er</sup> janvier 2005. Elle a également mis en place une procédure de contrôle des manuels d'exploitation.

### **1.17.3.2 Positions de contrôle de nuit**

Deux contrôleurs prennent leurs fonctions à la tour de 18 h 00 au lendemain matin 6 h 00. Ils interviennent en équipe de 18 h 00 à 21 h 00 et de 4 h 00 à 6 h 00. Entre 21 h 00 et 4 h 00, intervalle durant lequel aucun vol régulier n'est programmé, ils se partagent le travail : à tour de rôle, un contrôleur est en fonction, l'autre se repose sur place, disponible en cas de besoin.

Au moment de l'accident, en accord avec ces dispositions, un seul contrôleur était en fonction dans la tour de contrôle.

### **1.17.3.3 Procédures et pratiques**

#### **1.17.3.3.1 Procédures et phraséologie**

Le Règlement de Circulation Aérienne et le manuel de formation à la phraséologie à l'usage de la circulation aérienne précisent dans les chapitres sur les procédures d'approche et d'attente les procédures et expressions qui doivent être utilisées.

Dans le cas d'une attente prévue, le contrôleur doit indiquer le repère d'attente, le niveau et éventuellement l'heure d'arrivée prévue ou la durée prévisible de l'attente.

Dans le cas d'une clairance d'approche, le contrôleur doit indiquer la procédure autorisée si celle-ci est différente de la procédure en service communiquée à l'aéronef lors du premier contact ou à l'aide de l'ATIS. La clairance est donnée avant l'IAF pour un aéronef autorisé à effectuer une procédure d'approche aux instruments complète. L'équipage est « autorisé approche » puis est « autorisé atterrissage ».

Dans le cas du vol France Charter 801, qui précédait le F-GRJS, le contrôleur d'approche a autorisé l'équipage à l'approche ILS 26 et lui a demandé de rappeler « établi sur le localizer »<sup>(8)</sup>. Lorsque l'équipage a rappelé, il a été autorisé à poursuivre l'approche et le contrôleur lui a demandé de rappeler passant l'Outer Marker. Il l'a finalement autorisé à l'atterrissage. La procédure autorisée a bien été indiquée et des points de report supplémentaires ont été utilisés (établi sur le localizer et Outer Marker).

Dans le cas du vol Brit Air 672 EC, le contrôleur d'approche a demandé à l'équipage d'effectuer un circuit d'attente. Le repère d'attente a été précisé (GU), ainsi que la durée prévisible de l'attente (un tour). La procédure autorisée n'a pas été rappelée et la clairance d'approche présentait une phraséologie non standard (*Britair Echo Charlie, le précédent est posé, vous poursuivez l'approche, rappelez l'Outer Marker*). L'équipage a ensuite été autorisé à l'atterrissage.

---

<sup>(8)</sup> Ce message est le message conventionnel destiné à signaler la fin du guidage radar (RCA3 § 10.7.3.3).

### 1.17.3.3.2 Utilisation du système de visualisation IRMA

Le système de visualisation IRMA permet de rendre les services de surveillance, d'assistance et de guidage radar pour les centres habilités. Le RCA 3 définit l'emploi du radar au chapitre X « *la surveillance radar consiste à utiliser le radar pour mieux connaître la position des aéronefs* » et « *l'assistance radar consiste à utiliser le radar pour fournir aux aéronefs des renseignements sur leur position ou sur les écarts par rapport à leur route* ». L'organisme du contrôle de Brest Guipavas n'est pas habilité à fournir le service de guidage radar. L'AIP indique « *Iroise radar utilise les fonctions de surveillance radar et d'assistance radar pour rendre les services de contrôle, d'information de vol et d'alerte* ».

Au paragraphe 4.3.1.2 du RCA 3, il est écrit que « *le pilote commandant de bord est responsable de la prévention des collisions avec le relief sauf s'il évolue sous guidage radar* ». Le contrôleur d'approche n'a donc pas l'obligation de surveiller au radar de manière continue la trajectoire de l'avion.

Un mode d'emploi technique de l'outil IRMA est disponible à Brest Guipavas. En revanche, il n'existe pas de procédures normalisées d'utilisation. Dans la pratique, les contrôleurs utilisent le système afin de s'assurer de la position des aéronefs et de leur espacement. Le contrôleur a la possibilité d'afficher différentes échelles sur l'écran. L'échelle la plus couramment utilisée à Brest Guipavas est l'échelle « dix nautiques » qui permet de visualiser la totalité de la région Bretagne.



### 1.17.3.3.3 Procédures d'exploitation par faible visibilité

#### Réglementation en vigueur

L'arrêté du 25 août 1997 relatif aux conditions d'homologation et aux procédures d'exploitation des aérodromes définit au chapitre VI, « piste utilisée pour les approches de précision de catégorie II ou III », les procédures d'exploitation par faible visibilité ou LVP. On note en particulier que :

*Les approches de précision de catégorie II et III ne sont possibles que si les procédures d'exploitation par faible visibilité sont en vigueur pour la piste concernée.*

*Ces procédures doivent assurer entre aéronefs se succédant à l'approche une séparation suffisante pour que le premier puisse normalement atterrir, dégager la piste et les aires sensibles de l'ILS avant que l'aéronef suivant ne parvienne à 2 NM du toucher. La distance exacte de séparation dépendra de la configuration de la piste et de ses points de sortie, mais l'on considèrera généralement comme adéquate une distance de 10 NM entre deux aéronefs qui se suivent.*

*Les autorisations d'atterrissage ne doivent être données à un appareil en approche que lorsque les aires sensibles ILS sont dégagées ; il faut également que cet aéronef soit situé à plus de 2 NM du toucher.*

*La mise en vigueur des LVP sera annoncée sur l'ATIS pour les aérodromes qui en sont dotés, sinon au premier contact avec l'avion sur la fréquence de contrôle appropriée.*

Remarques :

- dans le chapitre « piste utilisée pour les approches de catégorie I », il n'est pas fait mention des LVP. Si la RVR devient inférieure à 800 m, diverses mesures doivent être prises (balisage lumineux, mise en alerte des SSIS), mais il n'est pas fait mention d'une éventuelle augmentation de la séparation entre aéronefs à l'atterrissage comme dans le cas des LVP ;
- il n'est pas précisé dans l'arrêté du 25 août 1997 s'il est possible d'effectuer des approches de catégorie I lorsque l'aérodrome est en conditions LVP. L'arrêté a été modifié le 28 août 2003 et il a été ajouté, toujours dans le chapitre « piste utilisée pour les approches de précision de catégorie II ou III » : *lorsque les procédures LVP sont en vigueur, les approches de précision de catégorie I restent possibles dans la mesure où les minimums de catégorie I sont respectés.*

#### Consigne en vigueur à Brest

Le contrôleur en fonction a indiqué qu'au moment de l'accident, il avait mis en œuvre les procédures d'exploitation par faible visibilité. La consigne permanente du 29 avril 2003 « procédures LVP » fixe les conditions de leur mise en œuvre à Brest Guipavas. Elle figure en annexe 8. On note en particulier que :

*Les procédures LVP seront obligatoirement mises en œuvre par les conditions météorologiques suivantes : RVR mesurée la plus faible inférieure à 800 m ou base des nuages  $\leq 200$  ft.*

- *La mise en œuvre des LVP sera enregistrée sur l'ATIS.*
- *Balisage lumineux en fonctionnement.*

- *ILS verrouillé.*
- *Informers le SSLIA (service de sauvetage et de lutte contre l'incendie des aéronefs sur les aérodromes) : inspection de piste et dégagement des aires critiques et sensibles de l'ILS.*
- *Les RVR doivent être données aux pilotes.*
- *Respect des séparations entre deux aéronefs : à la suite d'une arrivée, le deuxième n'est autorisé à débuter son approche que lorsque la piste est dégagée.*
- *Le repoussage n'est autorisé que si l'aéronef peut décoller avant le début de l'approche CAT II ou CAT III de l'aéronef à l'arrivée.*

Cette dernière phrase paraît montrer que, pour les rédacteurs de la consigne, la mise en œuvre des LVP implique que les aéronefs effectuent des approches CAT II ou CAT III. Cette consigne découle de l'arrêté destiné à protéger les approches de précision de catégorie II et III. Brest permettant d'ordinaire ces approches, la consigne ne prévoit pas le cas où l'aérodrome serait restreint à la catégorie I.

#### **1.17.3.4 Formation des contrôleurs**

##### *1.17.3.4.1 Formation initiale à Brest Guipavas*

Les personnels de contrôle affectés à la tour de Brest Guipavas suivent une formation en deux étapes : ils reçoivent d'abord le certificat d'aérodrome puis la qualification de contrôleur d'approche. A chaque étape, ils suivent une formation théorique dispensée par l'instructeur régional et une formation pratique dispensée en tour de contrôle par des contrôleurs qualifiés de Brest Guipavas. L'évaluation de chaque étape est faite sous forme d'un examen oral par la commission locale et d'un examen pratique en tour de contrôle, toujours par des contrôleurs qualifiés.

La connaissance des techniques de conduite du vol est dispensée aux contrôleurs lors de leur formation initiale à l'Ecole Nationale de l'Aviation Civile ; elle ne fait pas partie des programmes de maintien des compétences.

##### *1.17.3.4.2 Maintien des compétences*

Les contrôleurs sont titulaires de qualifications dont l'autorisation d'exercice est à renouvellement triennal. La procédure de renouvellement se compose d'un stage de langue anglaise d'au moins deux semaines, d'un test de connaissances des procédures générales en navigation aérienne et des procédures particulières liées à l'aérodrome. Ces tests sont corrigés et validés par un jury composé de contrôleurs de l'aérodrome. Par ailleurs, il faut justifier d'un minimum de trois cents heures de contrôle dans l'année précédente. Le maintien des compétences est validé par un contrôleur responsable du renouvellement d'autorisation d'exercer.

## 1.18 Renseignements supplémentaires

### 1.18.1 Remises de gaz à bas régime

Une circulaire d'information de l'aviation commerciale et d'affaires a été émise par Transports Canada le 13 mai 1998 à la suite de l'accident d'un CRJ-100 à Fredericton (Canada) le 16 décembre 1997. Cette circulaire, qui vise à informer les pilotes et les exploitants aériens des dangers potentiels liés à un atterrissage interrompu ou à une remise des gaz à bas régime, n'est pas relative aux seuls CRJ-100.

Le régime d'atterrissage bas est défini comme suit par la circulaire :

- *les volets de l'aéronef et le train d'atterrissage sont en configuration d'atterrissage ;*
- *l'aéronef effectue une descente ;*
- *la poussée s'est stabilisée près de la position « ralenti vol » ;*
- *la vitesse diminue ;*
- *la hauteur de l'aéronef est de 50 ft ou moins au-dessus de l'altitude de piste (50 ft est une valeur représentative ; un aéronef donné peut atteindre le régime d'atterrissage bas au-dessus ou au-dessous de 50 ft conformément aux procédures d'atterrissage approuvées pour ce type).*

La circulaire précise que *la décision de mettre un aéronef en régime d'atterrissage bas est une décision qui commande l'atterrissage. Si un doute subsiste concernant la probabilité d'un atterrissage en toute sécurité, une remise des gaz ou un atterrissage interrompu doit être amorcé avant d'adopter ce régime. Tenter d'amorcer une remise des gaz ou un atterrissage interrompu en régime d'atterrissage bas est une manœuvre à risque élevé et qui n'a pas été mise à l'essai. Si cette mesure s'avérait nécessaire, les pilotes doivent savoir qu'il y a possibilité de contact avec le sol (c'est-à-dire qu'il y a un risque de perte de hauteur supérieure à celle d'une remise de gaz standard) et que toute tentative d'amorcer une montée avant que les moteurs aient atteint la poussée de remise des gaz peut aboutir à un décrochage.*

Cette circulaire a été distribuée aux exploitants canadiens et aux exploitants étrangers qui exploitent un service au Canada. Selon Transports Canada, il n'y a pas eu de diffusion plus générale de la circulaire, en particulier vers la France.

De son côté, Bombardier a intégré les atterrissages interrompus sur un avion en *régime d'atterrissage bas* (balked landing) dans son programme de formation. A cette époque, la formation des pilotes de Brit Air était déjà assurée exclusivement par Icare ; cet item ne figure pas dans son programme de formation.

Une procédure succincte appelée « atterrissage interrompu » figure dans le manuel d'exploitation de Brit Air. Elle ressemble à celle enseignée par Bombardier pour le « balked landing » ; aucune explication ne lui est associée.

## **1.18.2 Procédures en vigueur chez Brit Air**

Remarque : les informations présentées ci-après sont extraites du Manuel d'Exploitation Brit Air pour le CRJ-100, avec parfois un rapprochement avec le vol du 22 juin 2003. Les paragraphes en italiques sont des citations.

### **1.18.2.1 Changements de mode et affichages de valeur**

*Tout changement de mode ou affichage de valeur est de l'initiative exclusive du PF et fait l'objet d'une annonce par le PF et d'une vérification et d'une confirmation par le PNF.*

Remarque : peu de changements de mode ou d'affichages de valeur ont été clairement annoncés au cours du vol AF 5672.

### **1.18.2.2 Procédures relatives aux approches**

#### **1.18.2.2.1 Briefing avant descente**

Le briefing avant descente a pour but d'anticiper la préparation de l'approche et de permettre à l'équipage d'élaborer une stratégie commune pour l'approche. Les éléments suivants, entre autres, y sont rappelés :

- *début de descente et altitude de sécurité,*
- *type d'approche et piste en service,*
- *moyens radios affichés,*
- *distance de début de descente sur l'axe,*
- *altitude de passage de l'OM,*
- *minimums de la procédure,*
- *procédure de remise de gaz,*
- *rappels des points essentiels concernant l'approche (CAT I, II ou III),*
- *particularités (par exemple NOTAMs).*

Remarque : le briefing avant descente effectué par le PF était le suivant : « pour un standard ILS ... onze un trois cent trente-huit et cinq cent vingt affichés ». Il a ainsi précisé le numéro de carte d'approche (11.1), la fréquence de la radiobalise GU (338 MHz) et l'altitude de décision (520 ft).

### 1.18.2.2 Approche ILS de catégorie I

*Le mode HDG doit être utilisé avant la phase d'interception du localizer.*

<b>Phase de vol / Événement</b>	<b>PF</b>	<b>PNF</b>
Cap d'intersection et autorisation	Sélectionne ou commande le mode approche Annonce « LOC blanc, GS blanc »	Annonce « vérifié »
LOC actif puis capture LOC	Annonce « LOC vert »	Annonce « LOC actif » Annonce « vérifié »
A deux points du glide	Commandes relatives aux volets 20 et sélectionne la VT	Annonce « GS actif » puis annonces relatives aux volets et VT
A un point du glide	Commandes relatives aux trains	Annonces relatives aux trains
Sur le glide	Commandes relatives aux volets 30 et sélectionne la VT – 10	Annonces relatives aux volets et vitesse
Avant l'OM	Commandes relatives aux volets 45 et sélectionne la Vapp Commande la check-list avant atterrissage	Annonces relatives aux volets et vitesse Lit la check-list avant atterrissage

<b>Phase de vol / Événement</b>	<b>PF</b>	<b>PNF</b>
A l'OM	Contrôle de l'altitude de passage et annonce « OM XXX ft TOP »	Prend un TOP et annonce « vérifié »
Annonce GPWS « 500 »	Annonce « autorisé »	Répond « paré autorisé »
DA + 100	Recherche des références visuelles	Annonce « plus 100 »
DA et références visuelles acquises	Annonce : « contact »	Annonce « décision »
DA et références visuelles non acquises	Annonce « remise de gaz »	Annonce « décision »

*Les erreurs de jugement ou les écarts par rapport aux procédures standards doivent être portés immédiatement à l'attention de l'autre pilote. Les messages d'avertissement types en cours d'approche sont :*

- *LOC lorsque l'écart constaté dépasse un point de LOC sur un ILS standard,*
- *GLIDE lorsque l'écart constaté dépasse un point de GLIDE sur un ILS standard,*
- *VARIO lorsque la vitesse verticale dépasse 1 000 ft/min,*
- *VITESSE lorsque l'écart de vitesse par rapport à la valeur correcte est supérieur à + 10 / - 5 kt.*

Remarque : les écarts constatés lors de l'approche du vol AF 5672 n'ont pas été annoncés de façon standard. Les annonces de passage à l'OM, à 500 ft et à la DA + 100 ft ont été occultées.

Le manuel d'exploitation indique que *le plancher de stabilisation Brit Air tous avions IMC et VMC est fixé à 1 000 ft AAL*, mais certaines hétérogénéités apparaissent. Par exemple, les annonces LOC et GLIDE, mentionnées dans le chapitre sur la conduite de l'avion sous mille pieds sol et devant amener une remise de gaz, sont uniquement relatives aux écarts excessifs (clignotement en ambre sur le PFD de l'information LOC ou GLIDE). Or ces clignotements n'apparaissent que sous six cents pieds radio sonde. De même, l'altitude mentionnée pour la stabilisation est par endroits de cinq cents pieds (en cas de

références visuelles acquises ou lorsque les écarts concernent le taux de descente, l'inclinaison ou l'assiette).

Après l'accident, Brit Air a mis en place, entre autres, une nouvelle procédure relative au plancher de stabilisation : au passage des mille pieds sol, le PNF dit « mille pieds stable » ou « mille pieds non stable » et le PF doit répondre respectivement « on poursuit » ou « remise de gaz ».

### 1.18.2.3 Remise de gaz

*La remise de gaz doit être amorcée en appuyant sur le bouton GO Around (TOGA). Le PF doit suivre les ordres des barres FD manuellement, pour obtenir l'assiette de remise de gaz. Le FD ne donne qu'une indication d'assiette (dix degrés). Cette assiette ne garantit pas d'atteindre la vitesse de montée. En conséquence, il faut passer en mode SPEED (mode de maintien de vitesse) immédiatement après la prise d'assiette.*

La répartition des actions entre le PF et le PNF lors de la remise de gaz est décrite dans le tableau suivant :

<b>Phase de vol / Événement</b>	<b>PF</b>	<b>PNF</b>
<i>Interruption de l'approche</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Commande « remise de gaz »</li> <li>- Active les boutons-poussoirs GA, affiche l'assiette de remise de gaz et initialise la poussée GA.</li> <li>- Annonce « GA GA vert , affiche poussée remise de gaz, volets huit »</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vérifie le FMA et annonce « vérifié »</li> <li>- Vérifie que N1 est obtenu</li> <li>- Rentre les volets vers 8°.</li> <li>- Annonce « poussée remise de gaz affichée, volets huit »</li> </ul>
<i>Montée positive</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Commande « train sur rentré »</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Annonce « vario positif »</li> <li>- Commande de train sur « rentré »</li> <li>- Surveille l'assiette et la vitesse, contrôle la trajectoire</li> </ul>
<i>Établi en montée, V2GA + 10 mini</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Commande « affiche speed mode », affiche « heading mode »</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exécute les actions au FCP et annonce « speed mode, heading mode affiché »</li> </ul>

Le manuel d'exploitation comprend également des hétérogénéités dans les procédures relatives à la remise de gaz. Par exemple, le texte ci-dessus précise que *l'affichage de l'assiette doit être suivi immédiatement de l'activation du mode SPEED*, alors que dans le tableau ce mode doit être activé lorsque l'avion est *établi en montée à la vitesse de V2GA + 10 mini* ; sur un schéma situé plus loin dans le manuel d'exploitation, enfin, son activation est faite en montée à la vitesse de V2GA.

### 1.18.2.4 Procédures relatives aux alarmes GPWS

De nuit ou en IMC :

AURAL WARNING	ACTION			
	Automatismes	Assiette	Poussée	Configuration
<i>PULL UP TERRAIN TERRAIN TOO LOW TERRAIN</i>	<i>Déconnecter le pilote automatique.</i>	<i>Rotation à 3°/s vers une assiette objective de 20° jusqu'à la limite du stick shaker, puis maintenir l'assiette à la limite du stick shaker.</i>	<i>Poussée maximum.</i>	<i>Maintenir la configuration sauf les flight spoilers qui doivent être rentrés.</i>
<i>SINK RATE DON'T SINK TOO LOW GEAR TOO LOW FLAPS</i>	<i>Quand l'alarme correspondante retentit, appliquer l'action corrective. Note : l'alarme TOO LOW FLAPS peut être désactivée en mettant le sélecteur GPWS/FLAP OVRD sur OVRD pour des procédures approuvées avec une position volet autre que 45°.</i>			
<i>MINIMUMS</i>	<i>Quand l'alarme MINIMUMS retentit, confirmez la descente sous les minimums et appliquez l'action corrective.</i>			

Un compte rendu commandant de bord doit impérativement être rédigé lors de toute alarme GPWS ayant entraîné une manœuvre d'urgence GPWS.

### 1.18.3 Environnement réglementaire des approches

L'OPS 1, retranscrit dans la réglementation française par l'arrêté du 12 mai 1997, définit les aspects réglementaires pour les approches en transport public.

#### **Minimums pour la préparation des vols IFR**

*L'exploitant ne doit sélectionner un aéroport de destination et/ou un aéroport de décollage à destination que si les observations ou prévisions météorologiques, ou toute combinaison des deux, indiquent que, pour la période débutant une heure avant et se terminant une heure après l'heure estimée d'arrivée, les conditions météorologiques seront égales ou supérieures aux minimums applicables de préparation du vol suivant :*

*minimums de préparation du vol pour un aéroport de destination :*

- (i) RVR/Visibilité spécifiée conformément au MIN 1.225 (minimums opérationnels d'aéroport) ;*
- (ii) Et pour les approches classiques et manœuvres à vue, le plafond est égal ou supérieur à la MDH ;*

#### **Conditions lors de l'approche et l'atterrissage**

*Avant de débuter une approche en vue de l'atterrissage, le commandant de bord doit s'assurer que, compte tenu des informations dont il dispose, les conditions météorologiques régnant sur l'aéroport et l'état de la piste qu'il est envisagé d'utiliser n'empêchent pas d'effectuer une approche, un atterrissage ou une*

*approche interrompue en sécurité, eu égard aux informations sur les performances contenues dans le manuel d'exploitation.*

### **Commencement et poursuite de l'approche**

*Le commandant de bord ou le pilote auquel la conduite du vol a été déléguée peut commencer une approche aux instruments indépendamment de la RVR/Visibilité annoncée, mais il ne doit pas la poursuivre au-delà de la radioborne extérieure ou d'une position équivalente si la RVR/visibilité transmise est inférieure aux minimums applicables.*

*Si, après avoir passé la radioborne extérieure ou une position équivalente en accord avec le [paragraphe] ci-dessus, la RVR/visibilité transmise devient inférieure aux minimums applicables, le commandant de bord ou le pilote auquel la conduite du vol a été déléguée peut poursuivre l'approche jusqu'à l'altitude/hauteur de décision (DA/H) ou l'altitude/hauteur minimale de descente (MDA/H).*

*L'approche peut être poursuivie en dessous de la DA/H ou de la MDA/H jusqu'à l'atterrissage complet, à condition que les références visuelles requises soient acquises à la DA/H ou à la MDA/H et maintenues.*

## **1.18.4 Témoignages**

### **1.18.4.1 Membres de l'équipage survivants**

#### *1.18.4.1.1 Copilote*

La journée du dimanche 22 juin 2003 avait commencé par le briefing de l'équipage au bureau opérations vers 16 h 30 min locales, une heure avant l'heure estimée du décollage. Il s'agissait d'effectuer quatre étapes, Brest - Nantes, Nantes - Strasbourg, Strasbourg - Nantes, puis Nantes - Brest. En arrivant à Brest, l'équipage avait appris qu'il aurait à changer d'avion à Nantes. Il a effectué la première étape en CRJ-700. L'avion ayant eu un problème technique, le décollage s'est fait avec environ une heure de retard soit vers 18 h 30 min. A Nantes, première escale, l'avion a été remplacé par le CRJ-100 F-GRJS.

Tous les vols de la journée se sont bien déroulés, sans particularités autres que celles dues au retard et aux créneaux de décollage.

Sur le dernier trajet Nantes - Brest, le copilote était PNF comme prévu dès le départ. Peu après le décollage, constatant sur le radar météorologique de bord la présence d'orages ne lui permettant pas de suivre la route programmée dans le FMS, l'équipage a demandé au CRNA une route plus au nord et une altitude supérieure, ce qui a été accepté.

Pendant la montée, le copilote a pris l'information ATIS de Brest. Il se souvient avoir noté « 200 ft de plafond, 2 000 m de visibilité ». Lorsqu'il est entré en contact radio avec les contrôleurs de Brest Guipavas, il a noté la dernière information

météorologique « 800 m de visibilité et du brouillard ». A ce moment, les conditions météorologiques permettaient d'effectuer l'approche.

Quant il a reçu une annonce de prévision d'attente à GU, l'équipage a réduit la vitesse, a libéré 4 000 ft d'altitude pour se présenter au point BODIL à 3 000 ft. Le contrôleur l'a ensuite autorisé à descendre à 2 000 ft.

Entre BODIL et la balise GU, l'équipage a été informé qu'il n'y aurait plus d'attente et qu'il pouvait effectuer une approche directe s'il était prêt. Le copilote pense qu'à cet instant le pilote automatique était en mode HDG, enclenché par le commandant de bord pour faire l'attente. En accord avec celui-ci, il a répondu qu'ils allaient effectuer l'approche. L'approche a été conduite sans utiliser le HGS, conformément aux procédures de l'exploitant.

Ils ont été autorisés à atterrir lorsque l'avion a passé la radiobalise GU à 2 000 ft. Il lui semble que le commandant de bord est alors passé en mode APP. Constatant que l'avion ne suivait pas le plan de descente du glide, le commandant de bord est passé en mode HDG et V/S pour rattraper le plan de descente, mais il n'a pas maintenu l'avion sur l'axe. Le copilote le lui a indiqué et il lui a semblé que le commandant de bord répondait « je corrige ». Il se préparait à l'aider à effectuer une remise de gaz.

Il croit se souvenir que, lorsqu'il a entendu l'alarme « glide slope », il a répété l'annonce dans l'attente d'une remise des gaz, mais rien ne s'est passé. Il a regardé le commandant de bord. Celui-ci était assis dans une position normale, fixant ses instruments, les deux mains sur le manche.

Le copilote a alors agi lui-même sur le sélecteur TOGA tout en regardant le commandant de bord. Ce dernier avait le regard fixé sur les instruments, sans réponse devant les actions entreprises. Le copilote a tiré sur les commandes, qui lui ont semblé bloquées, et il a poussé les manettes des gaz vers l'avant sans pouvoir quantifier la poussée affichée. Il n'a pas prêté attention à la vitesse de l'avion à cet instant.

Il a ensuite vu les phares d'atterrissage éclairer un champ. Il a essayé de poser l'avion le mieux possible. Au premier contact avec le sol, il a adopté la position de sécurité, bras devant le visage.

Il a ressenti trois petits bonds lors de la course au sol. A l'arrêt de l'avion, il s'est détaché et est sorti. Il n'a effectué aucune action au tableau de bord (coupe-feu, extincteur ou autre).

Une fois à l'extérieur, quelqu'un lui a dit « tout le monde est sorti ». Il s'est allongé et on lui a mis une compresse sur la tête. Il a vu une personne équipée d'un extincteur tenter en vain d'éteindre le feu dans le poste de pilotage. Il a été évacué vers un hôpital par les secours.

Lors des séances de travail avec les enquêteurs, le copilote a éclairci plusieurs points : il a expliqué que pendant une grande partie de l'approche, il était sorti de la boucle de pilotage pour s'occuper de la radio et lire les check-lists. Il lui a été

difficile de revenir dans la boucle de pilotage. Ensuite, il a essayé d'analyser la situation et a réalisé que le mode APPR n'était pas armé. Lorsque ce mode a été armé, l'indication LOC en blanc sur le FMA lui a fait prendre conscience que l'avion n'était pas aligné sur le LOC. Il a ensuite regardé le HSI et vu que l'avion était à gauche de l'axe. Il n'a jamais été conscient de l'écart réel. Il pense que le directeur de vol centré en permanence a pu le conforter dans l'idée que l'avion était établi sur la bonne trajectoire.

L'annonce GPWS « one hundred » lui a fait prendre conscience de la proximité du sol et a motivé sa phrase « j'ai rien devant », pour suggérer au commandant de bord de remettre les gaz.

Il explique également que son action sur les manettes de poussée, extrêmement rapide, a été faite avec la paume de la main, sans les saisir.

Le copilote a indiqué que, lors d'un des premiers vols qu'ils avaient effectués ensemble, le commandant de bord lui avait précisé que son rôle de SFI ne devait pas interférer avec ses fonctions de copilote. Lors de la rotation, il était soucieux de maintenir une bonne entente avec le commandant de bord, il avait confiance dans les capacités de pilotage de celui-ci.

#### *1.18.4.1.2 Navigante de cabine*

La navigante de cabine a pris son service une heure avant l'heure prévue du premier décollage. Les trois premiers vols se sont déroulés sans anomalie ni problème.

Pour elle, l'étape Nantes - Brest s'est déroulée normalement jusqu'à l'accident. Il n'y avait pas de service commercial, étant donné la faible durée du vol.

Peu de temps avant l'atterrissage, les consignes ont été appliquées et elle a transmis l'information « la cabine est parée » au commandant de bord qui lui a répondu. Elle s'est alors installée sur son siège et a mis son harnais de sécurité.

Elle a entendu à sept reprises une alarme en provenance du cockpit. Ces alarmes lui ont paru inhabituelles et d'un volume sonore important. Puis la cabine qui était jusqu'alors en éclairage « diminué » s'est éteinte. Presque immédiatement, il y a eu un fort bruit de frottement. De nombreuses étincelles sont apparues sur les parois de la cabine. La décélération, avec des secousses importantes, a duré une vingtaine de secondes environ. Pendant la course au sol de l'avion, la porte avant droite s'est arrachée.

Lorsque l'avion s'est immobilisé, elle s'est détachée et a ouvert la porte du poste de pilotage. Le poste, éclairé par un feu extérieur, était très endommagé et les sièges se trouvaient plus bas qu'elle. Le commandant de bord était éjecté en avant de son siège, il lui a semblé que le copilote était en place, penché en avant.

Croyant que les pilotes étaient morts, elle a refermé la porte et a demandé aux passagers d'évacuer l'avion par la porte de service. Compte tenu de la situation, elle a estimé qu'elle ne pourrait ni demander à des passagers de l'aider ni utiliser le Public Address. Elle n'a pas pensé à utiliser le mégaphone.

Une dizaine de passagers sont sortis de l'avion. Elle a vu une boule de feu traverser l'avion en sa direction et, la chaleur et le feu devenant insupportables, elle est sortie à son tour de l'avion. Elle s'est alors placée au pied de la porte de service pour continuer à faire sortir les passagers encore à l'intérieur. Le feu était très important et enrobait tout le fuselage jusqu'aux issues de secours situées au niveau des ailes.

Comme plus personne ne sortait, elle s'est dirigée vers les passagers qui avaient gagné une petite route située à proximité lorsqu'elle a entendu le copilote qui l'appelait. Elle est revenue sur ses pas et l'a aidé à rejoindre le groupe rassemblé à une vingtaine de mètres de l'avion. A la lumière de l'avion en feu elle a constaté qu'il avait une plaie importante à la tête. N'ayant pas de trousse de premier secours et ne pouvant récupérer celle de l'avion en flamme, elle lui a confectionné une compresse avec des morceaux de vêtements. Elle se souvient que le copilote lui a dit « Je voulais faire une remise des gaz mais il n'a pas voulu ».

Elle a ensuite demandé à une passagère de compter les passagers. Cette dernière lui a annoncé « seize ». Toutefois, elle ne se rappelait plus du nombre de passagers embarqués et elle ne pouvait retourner vers l'avion pour vérifier si tous les passagers étaient bien sortis, compte tenu du feu qui embrasait maintenant entièrement l'avion.

Elle a vu quelqu'un qui vidait un extincteur sur l'avant de l'appareil.

Les passagers étaient fortement choqués. Certains voulaient aller chercher les secours. Elle a eu des difficultés pour leur faire comprendre qu'il était préférable qu'ils restent tous ensemble près de l'avion. N'ayant pas de téléphone portable, elle a demandé à un passager qui en avait un de composer le numéro des secours. Elle a décrit la situation mais son message n'a pas été pris au sérieux. Peu de temps après, elle a renouvelé l'opération, de nouveau sans être prise au sérieux. Elle ne sait pas avec qui elle avait été mise en communication.

Environ dix minutes après l'accident, un habitant du voisinage est arrivé. Il lui a précisé le lieu de l'accident (Kérintin). Elle a alors demandé à un passager de composer le numéro de l'aéroport. Elle a transmis la position de l'avion et a indiqué l'urgence de la situation.

Quinze minutes environ après l'accident, un camping car puis une voiture sont arrivés. Les deux chauffeurs leur ont fourni des couvertures en laine, une couverture de survie, des lampes torches et quelques vêtements. Ensuite, plusieurs passagers ont à nouveau voulu chercher du secours. Il était de plus en plus difficile de les raisonner pour qu'ils restent sur place.

Trente minutes environ après l'accident, deux camions de pompiers sont arrivés. Ceux-ci se sont immédiatement attaqués au feu, prenant d'abord les passagers pour des habitants du voisinage. Une dizaine de minutes après, les autres véhicules de secours et les ambulances sont arrivés et les passagers, le copilote et elle-même ont été évacués.

#### **1.18.4.2 Contrôleur**

Le contrôleur a pris ses fonctions avec un collègue le soir de l'accident à 18 h 00. Conformément aux consignes, ils ont assuré leur fonction en double jusqu'à 21 h 00. Ils étaient assistés d'un contrôleur stagiaire. Les conditions météorologiques s'étant dégradées, ils ont mis en œuvre les LVP. La mise en œuvre des LVP n'était normalement pas possible compte tenu de la présence d'engins de travaux dans les aires critiques, mais ils l'ont fait afin de garantir un niveau de sécurité supplémentaire aux aéronefs à destination de l'aérodrome.

A 21 h 00, le stagiaire a enregistré l'ATIS en oubliant de signaler l'activation des LVP. Il l'a signalé peu après au contrôleur qui lui a répondu qu'il le ferait lors des premiers contacts radio avec les avions. Le contrôleur est ensuite resté seul en poste.

Il a reçu du CRNA l'information que deux avions à destination de Brest arrivaient l'un derrière l'autre. Lors des premiers contacts avec ces avions, il a oublié de préciser que les LVP étaient en vigueur. Il a autorisé le premier, France Charter 801, à l'approche ILS 26 et lui a demandé de rappeler établi sur le LOC et de maintenir une vitesse élevée jusqu'à BODIL.

Il a ensuite demandé au Brit Air, numéro deux, de prévoir un tour d'attente à GU. Il a estimé que l'espacement entre les deux avions lors du transfert était trop réduit pour pouvoir les faire atterrir l'un derrière l'autre, d'autant plus que les LVP étaient en vigueur, donc les normes de séparation accrues. L'équipage lui disant qu'il réduisait la vitesse de l'avion, il lui a demandé de réduire au « mini en lisse », au cas où l'espacement deviendrait suffisant pour permettre d'éviter le tour d'attente.

Le France Charter 801 rappelant établi sur le LOC, le contrôleur l'a autorisé à poursuivre son approche. Le brouillard étant alors retombé sur l'aérodrome, il a pensé qu'il ne pourrait pas maintenir de contact visuel avec l'avion une fois celui-ci posé. Par ailleurs, le seul taxiway éclairé étant le taxiway Charlie, l'avion devait effectuer un demi-tour et remonter la piste pour le rejoindre, ce qui rallongeait d'autant le temps nécessaire au dégagement de la piste. Aussi, le contrôleur a demandé au Brit Air de faire le tour d'attente, en précisant que le brouillard était retombé. Il lui a ensuite demandé de descendre à deux mille pieds pour effectuer l'attente, car il voulait garder l'altitude de trois mille pieds libre pour une éventuelle remise de gaz du France Charter 801.

Le contrôleur a vu le France Charter 801 atterrir et a entendu ses inverseurs de poussée. Il a vu que l'avion allait pouvoir dégager la piste au taxiway Charlie. Il a alors regardé la position du Brit Air sur l'écran IRMA et l'a vu sur l'axe du localiser entre BODIL et GU, donc avant le circuit d'attente. Il l'a cru établi, c'est-à-dire

suivant l'axe du localizer et il a estimé que l'espacement entre les deux avions était suffisant pour que la piste soit dégagée avant que le Brit Air ne se présente en finale. Il a également estimé que l'équipage disposait des trente secondes de vol stabilisé réglementaires nécessaires à la configuration de l'avion. Par ailleurs la visibilité était suffisante pour lui permettre de vérifier visuellement le dégagement de la piste. Aussi, il a dit au Brit Air de poursuivre l'approche. N'obtenant pas de réponse, il lui a demandé s'il était prêt pour l'approche et, sur sa réponse affirmative, il lui a demandé de rappeler à l'Outer Marker.

Le contrôleur s'est ensuite occupé de guider le France Charter 801 au sol. Il a regardé à plusieurs reprises l'écran radar et n'a plus vu le Brit Air. Ceci ne l'a pas surpris, car c'est une zone habituelle de perte de contact radar. Une fois la piste dégagée, il a autorisé le Brit Air à atterrir. Il a entendu le collationnement. Il n'a plus regardé l'écran IRMA car il s'est occupé du guidage au sol du premier avion. Plus tard, ne voyant pas l'avion atterrir, il l'a appelé à plusieurs reprises et, en l'absence de réponse, il a demandé aux secours de se diriger vers le seuil de piste, où il pensait que l'avion se trouvait.

Le contrôleur indique n'avoir jamais vu que l'avion n'était pas aligné sur l'axe du localizer.

#### **1.18.4.3 Synthèse de témoignages d'instructeurs**

Les enquêteurs se sont entretenus avec plusieurs instructeurs en fonction chez ICARE qui avaient participé à la formation des deux pilotes. Le commandant de bord a été décrit comme rigoureux, professionnel, calme, courtois et assez peu expansif. Le copilote a été décrit comme rigoureux, professionnel, avec un fort caractère. Ils disposaient tous deux d'une bonne technique de pilotage.

Les instructeurs ont également été questionnés sur leur perception des différences de comportement entre les CRJ-100 et 700. Il ressort de ces entretiens que le CRJ-700 a une assiette plus à cabrer en finale. Lors de la déconnexion du PA en finale sur CRJ-100, il faut systématiquement actionner à cabrer le compensateur de la gouverne de profondeur, ce qui n'est pas le cas pour le CRJ-700. Par ailleurs, l'amplitude de l'action à cabrer sur le manche doit être plus importante sur CRJ-100 que sur CRJ-700 pour obtenir un résultat équivalent.

## **2 - ANALYSE**

### **2.1 Scénario de l'accident**

#### **2.1.1 Décollage, montée et vol en croisière**

Les conditions météorologiques figurant dans le dossier de vol reçu à Nantes étaient égales ou supérieures aux minimums applicables de préparation du vol. L'équipage pouvait donc entreprendre le vol.

C'est en vol qu'il apprend la présence de brouillard à l'arrivée. Jusque là, il n'avait pas conscience de la dégradation des conditions de visibilité. On peut toutefois noter que les visibilités mesurées qui lui ont été transmises en vol, y compris lors de l'approche, étaient supérieures aux minimums requis et n'amenait donc aucune obligation réglementaire de se dérouter. Pendant les treize minutes suivantes, son attention est presque exclusivement portée sur l'évitement des cumulonimbus.

Environ cinq minutes avant la mise en descente, le copilote dit : « les vitesses sont rentrées », ce qui indique un début de préparation de l'approche. La croisière a duré onze minutes.

#### **2.1.2 Gestion de la descente, préparation de l'attente et de l'approche**

Le briefing arrivée incomplet, avant l'exécution de la check-list « début de descente », peut dénoter l'apparition d'un phénomène de routine (équipage revenant sur sa base, quatrième vol de la journée).

A 21 h 44 min 21 s, devant la dégradation de la visibilité, le contrôleur prend la décision qu'il avait repoussée jusqu'alors et demande au Brit Air d'effectuer le circuit d'attente. A ce moment du vol, le projet d'action des deux pilotes est commun : ils s'apprêtent à effectuer au pilote automatique le circuit d'attente programmé dans le FMS. Pendant les minutes qui suivent, ils configurent l'avion afin d'effectuer l'attente. Le pilote automatique est toujours couplé au mode NAV, source FMS.

#### **2.1.3 Autorisation à l'approche – non armement du mode approche**

A 21 h 48 m 01 s, alors que l'avion est à 9,5 NM DME en début de descente de 3 000 ft vers 2 000 ft QNH, le contrôleur analyse la position de l'autre avion, qui vient d'atterrir, et change de stratégie. Son message et la phraséologie employée « vous poursuivez l'approche » sont bien compris par l'équipage comme une autorisation d'effectuer l'approche. Ce dernier change son projet d'action. Son objectif devient de préparer l'approche et de configurer l'avion en vue de l'atterrissage.



Cette séquence très rapide (vingt-cinq secondes) peut se résumer dans le tableau suivant :

Temps	Commandant de bord	Message ATC	Copilote
48 min 01 s		« Echo Charlie le précédent est posé, vous poursuivez l'approche, rappelez l'Outer Marker »	
48 min 04 s	HDG actif		
48 min 07 s		<i>Remarque : message non reçu par le contrôleur</i>	« (OK) on rappellera l'Outer Marker et on poursuit dans l'axe Echo Charlie »
48 min 09 s	ILS 1 actif		
48 min 15 s	Mode source VOR		
48 min 18 s		« Echo Charlie ? »	
48 min 19 s			« Oui Echo Charlie »
48 min 21 s		« Vous êtes prêts pour l'approche ? »	
48 min 22 s			« Affirmatif »
48 min 23 s		« Rappelez l'Outer Marker »	
48 min 24 s			« On rappelle l'Outer Marker Echo Charlie »
48 min 26 s	« Elle a pas reçu »		

Le passage par le mode HDG, le changement de la source de navigation vers VOR et l'activation de la fréquence de l'ILS correspondent aux actions préalables à l'armement du mode APPR. Or, à l'issue de cette séquence, ce mode n'a pas été armé. En effet, son armement à cet instant aurait conduit à la capture immédiate du localizer. Il n'y a en outre aucune annonce verbale relative à l'action sur le bouton-poussoir ou à l'affichage du mode sur les FMA. Deux explications peuvent être proposées au non-armement du mode : le commandant de bord a pu oublier de le faire à ce moment en raison de la quantité d'actions qu'il devait faire en peu de temps et, peut-être, de l'attention qu'il a portée aux échanges avec le contrôleur, ou il attendait que l'avion soit stable à 2 000 ft et, son attention étant mobilisée par la gestion de la descente, il a ensuite oublié. Toutefois, et bien que cela soit peu probable, on ne peut pas non plus exclure une action rapide sur le bouton-poussoir non prise en compte par le système. De son côté, le copilote n'a pas vérifié si le mode APPR était armé. Il a pu être également perturbé par la répétition des messages.

L'avion commence à dériver vers la gauche, en mode HDG, à cause du vent qui tourne progressivement lors de la descente. A 21 h 48 min 51 s, il sort du faisceau de capture forcée du localizer.

#### 2.1.4 Traversée du glide - correction de la trajectoire dans le plan vertical

A l'issue de la check-list avant atterrissage, l'avion arrive au travers de la radiobalise GU, le contrôleur autorise l'atterrissage en piste 26 gauche et donne les informations météorologiques. L'équipage collationne la clairance.

L'avion traverse le glide puis passe au-dessus durant ces échanges. Pendant cette période où la charge de travail est très importante, l'équipage ne détecte pas la dérive de l'avion. De son côté, le contrôleur a indiqué après l'accident qu'il avait regardé son écran à plusieurs reprises sans voir l'avion, probablement parce que celui-ci se trouvait dans une zone connue de perte de contact radar.



Immédiatement après la fin de ces échanges, seize secondes après que l'avion a traversé le glide, le copilote dit « (...) on n'a pas (\*) approche (\*) ». Ces paroles sont très difficilement audibles et il n'a pas été possible de reconstituer la phrase complète. Le copilote a indiqué aux enquêteurs qu'il était sorti de la boucle de pilotage pendant la lecture de la check-list, la configuration de l'avion et les échanges avec le contrôleur ; ces paroles peuvent signifier qu'il essaie d'analyser la situation et l'allusion à l'approche qu'il prend conscience que le mode APPR n'est pas armé. A cet instant, l'affichage du LOC atteint la butée droite sur le HSI. Il restera dans cette position jusqu'au contact avec le sol.

Entre 21 h 50 min 00 s et 21 h 50 min 12 s, le commandant de bord, voyant que l'avion est passé au-dessus du plan du glide, tente de le faire descendre en mode VS. Les modes suivants sont successivement enregistrés : ALT CAP, VS, de nouveau ALT CAP et enfin VS à 21 h 50 min 12 s. Cette succession d'ordres s'explique par le fait que l'avion étant alors en palier à 2 000 ft et le sélecteur d'altitude très probablement calé sur 2 000 ft, dernière altitude autorisée, le

premier ordre n'a pas été pris en compte par le pilote automatique. Il fallait changer l'altitude cible pour faire descendre l'avion ; c'est sans doute ce qu'a fait le commandant de bord lors de la deuxième tentative. L'exclamation du copilote à 21 h 50 min 09 s ainsi que la remarque du commandant de bord « on l'a pas pris ? » correspondent probablement à cette difficulté et, pendant les douze secondes de la séquence, l'attention de l'équipage est monopolisée par la mise en descente. La déviation par rapport au plan du glide a atteint la valeur maximale de 2,1 points.

Lorsque l'avion passe au niveau de l'Outer Marker, d'après les paramètres enregistrés, il est probable que le symbole OM ne s'est pas affiché sur le PFD. L'équipage ne fait pas l'annonce relative au passage de l'Outer Marker et ne rappelle pas le contrôle. La fréquence est d'ailleurs occupée par des échanges entre le contrôle et l'avion au sol.



A 21 h 50 min 14 s, le commandant de bord dit « quinze cents, dix-sept cents, c'est bon », puis cinq secondes plus tard « (Seize) cents pieds, c'est bon ». Ces chiffres représentent probablement les valeurs sélectionnées des vitesses verticales du mode VS. A ce moment, les deux pilotes sont focalisés sur la gestion de la trajectoire de l'avion dans le plan vertical. Les mots prononcés par le commandant de bord « heading, VS » montrent qu'il est conscient d'être en mode HDG. L'écart par rapport au localizer n'a pas encore été détecté.

A 21 h 50 min 21 s, alors que l'écart glide diminue (+ 1,75 points) et que l'écart par rapport au localiser continue d'augmenter, le copilote demande « T'es en train de reprendre le truc, tu veux que je te mette approche ? ». La première partie de la phrase montre que son attention demeure focalisée sur le rattrapage du plan du glide. Le commandant de bord décline la proposition. Toujours préoccupé par la gestion de la descente, il n'a visiblement pas conscience de la position de l'avion dans le plan horizontal car il ne corrige pas le cap.

A 21 h 50 min 32 s, un des pilotes dit « Voilà, ça rentre », une remarque qui se rapporte clairement au rapprochement du plan du glide.

Pendant toute cette phase de l'approche, le directeur de vol, qui reste centré puisque le pilote automatique est en mode HDG-VS, a pu conforter l'équipage dans l'idée qu'il était sur la bonne trajectoire dans le plan horizontal.

A 21 h 50 min 45 s, l'avion rejoint le plan du glide et le commandant de bord annonce « L'approche est sélectionnée loc et glide ». Il vient donc d'armer le mode APPR mais, l'avion étant en dehors du faisceau de capture du localiser, celle-ci ne s'effectue pas. A cet instant, alors que le contact radar est rétabli, le contrôleur indique qu'il ne regarde plus l'écran car il s'occupe de l'avion au roulage et a déjà autorisé le Brit Air à l'atterrissage. L'avion passe et restera sous le plan du glide jusqu'au contact avec le sol.



## 2.1.5 Correction de la trajectoire dans le plan horizontal

Entre 21 h 50 min 52 s et 56 s, le copilote dit « (\*) viennes à droite » à deux reprises, ce qui correspond clairement à une demande de correction de la trajectoire vers la droite, donc à une prise de conscience de la position de l'avion dans le plan horizontal. La réponse du commandant de bord semble être un acquiescement. Le copilote a indiqué dans son témoignage que c'est la visualisation du LOC blanc au FMA qui lui avait fait comprendre que l'avion n'était pas sur l'axe du localizer. La visualisation du LOC en butée à droite sur le HSI lui a indiqué que l'avion était à gauche de la trajectoire prévue, sans qu'il réalise l'écart réel. La représentation dilatée de l'écart par rapport à l'axe du localizer, qui apparaît à six cents pieds radiosonde, aux environs de 21 h 50 min 55 s, a pu également contribuer à cette prise de conscience de la position de l'avion.



Après l'annonce GPWS « Five hundred », de nombreuses annonces « Glide slope » et « Sink rate » sont entendues. Parallèlement, l'avion commence à virer à droite, ce qui montre que le commandant de bord a, lui aussi, pris conscience de la position de l'avion dans le plan horizontal.

A la hauteur de trois cent trente pieds, le pilote automatique est déconnecté et, immédiatement après, le commandant de bord actionne à cabrer le compensateur de profondeur, ce qui est une action usuelle lorsqu'on reprend l'avion en pilotage manuel. L'action sur le compensateur de profondeur ayant été effectuée par le commandant de bord, il est clair que c'est lui qui a déconnecté le pilote automatique. A partir de là, l'assiette, auparavant autour de  $-5^\circ$ , augmente jusqu'à atteindre  $+0,6$  à 21 h 51 min 11 s. Ce changement d'assiette semble être une

action corrective due à la perception des alarmes GPWS. La poussée moteur est plus faible que pour une approche normale : 26 % de N1 entre quatre cent cinquante et quatre cents pieds puis 45 % en dessous de deux cents pieds, la poussée normale en approche étant d'environ 65 %. L'action corrective sur l'assiette n'est donc pas accompagnée d'un ajustement adéquat de la poussée, ce qui entraîne une perte d'énergie significative de l'avion : en raison du faible régime moteur et de l'assiette qui augmente, la vitesse diminue (130 kt à 400 ft, 120 kt à 100 ft pour une Vref de 132 kt). Le gradient de vent dans les basses couches (dix nœuds entre deux cent cinquante pieds et le sol) contribue également à la diminution de la vitesse de l'avion. La déviation sous le plan du glide continuant d'augmenter, il semble que l'attention de l'équipage soit maintenant focalisée sur la gestion de la trajectoire latérale, au détriment de la gestion du plan vertical et de l'énergie de l'avion.

Entre 21 h 51 min 11 s et 21 h 51 min 14 s, le copilote dit à deux reprises « passe à droite ». Le commandant de bord semble à nouveau acquiescer. Lors de ses entretiens avec les enquêteurs, le copilote a expliqué cette intervention comme une proposition de reprendre les commandes. Cela semble toutefois peu probable, compte tenu de la phraséologie employée et du faible niveau de stress dans ces annonces. Il est plutôt probable que cette annonce était relative à la trajectoire. Le copilote peut avoir une vision altérée des dernières secondes de vol, à cause de la difficulté, en général, de se souvenir avec précision de la chronologie d'une succession d'actions et à cause des traumatismes physique et psychologique qu'il a subis.

### **2.1.6 Remise de gaz**

L'annonce du commandant de bord « Remise de gaz » à 21 h 51 min 16 s intervient alors que l'avion arrive à l'altitude de décision, juste après l'annonce GPWS « One hundred » et l'annonce du copilote « J'ai rien devant ».

Une seconde après, les paramètres moteurs commencent à augmenter : il y a donc bien eu une action immédiate sur les manettes de poussée à la suite de l'annonce. Le premier mouvement à cabrer significatif de la gouverne de profondeur intervient trois secondes après le début d'augmentation de la poussée. Compte tenu du moment piqueur engendré par l'augmentation de la poussée et de la perte d'efficacité de la gouverne de profondeur en raison de la faible vitesse, l'amplitude de l'action à cabrer n'est pas suffisante pour donner à l'avion une trajectoire ascendante. L'assiette de l'avion diminue de 0° à - 5° ; c'est alors qu'on entend le premier bruit d'impact, à 21 h 51 min 22 s. Les volets et le train d'atterrissage sont restés dans la même configuration.

Il est difficile de savoir ce qui s'est passé précisément dans le poste de pilotage pendant cette séquence. Le copilote a indiqué qu'ayant l'impression que le commandant de bord était passif, il avait appuyé sur le bouton TOGA, actionné les manettes de poussée et tenté de modifier l'assiette de l'avion en tirant sur le manche. Le copilote est très probablement intervenu sur les commandes, mais certainement plus tard que dans son souvenir. Il a indiqué qu'il avait eu une action rapide sur les manettes de poussée après avoir actionné le mode TOGA. Or ce

mode a été activé environ quatre secondes après le début de l'augmentation de la poussée. Il est donc probable que l'action sur les manettes de poussée a été effectuée par le commandant de bord, partiellement ou complètement, et que le copilote, lorsqu'il est intervenu, a pu achever le mouvement ou avoir l'impression de pousser des manettes qui étaient déjà en position pleine poussée.

Le copilote a indiqué qu'il n'avait pas conscience de la faible vitesse de l'avion. Il a voulu tirer sur le manche, conscient de la proximité du sol. La faible amplitude du mouvement de la gouverne de profondeur et la sensation de blocage du manche qu'il a ressentie et attribuée au commandant de bord peuvent avoir plusieurs explications. La plus vraisemblable est que les pilotes n'avaient pas leur attention portée sur les mêmes paramètres : le commandant de bord pouvait surveiller la vitesse (qui a diminué jusqu'à 115 kt) et retarder volontairement l'action à cabrer, non conscient de la hauteur de l'avion, afin d'éviter le décrochage. Le fait qu'il ait débuté la remise de gaz à l'altitude de décision montre que son attention était probablement plus portée sur l'altitude que sur la hauteur de l'avion. Il est vraisemblable qu'il s'était fixé l'altitude de décision comme butée, considérant que cette altitude, qui place normalement l'avion à deux cents pieds au-dessus du sol, donnait une marge de sécurité suffisante d'autant qu'une remise de gaz standard sur CRJ-100 n'induit qu'une faible perte d'altitude. Or, l'avion, décalé de l'axe, était en réalité à une hauteur de quatre-vingt-treize pieds. Le fait qu'il ait suivi ses derniers entraînements à la remise de gaz sur CRJ-700, avion plus réactif à cabrer que le CRJ-100, pouvait avoir conforté le commandant de bord dans une telle démarche.

### **2.1.7 Course de l'avion au sol**

Le premier bruit d'impact correspond probablement au choc des trains principaux avec le talus boisé. En effet, les traces laissées dans le champ sont très superficielles et ne peuvent expliquer la force du bruit entendu. Le talus étant orienté à 45° de la trajectoire, l'avion a été déséquilibré, l'aile gauche a heurté le sol et a été sectionnée au tiers de sa longueur. Le feu a pris à cet instant, comme le montrent les traces au sol, ce qui explique les étincelles vues de l'intérieur.

Le train avant a ensuite heurté le muret et s'est brisé puis l'avion a glissé dans un fossé et a heurté des arbres qui ont arraché la totalité de l'aile droite, l'emplanture de l'aile gauche et les trains gauche et droit. C'est probablement ce choc qui a causé l'arrêt des enregistreurs de vol. L'avion a ensuite heurté des poteaux, ces nouveaux chocs paraissant à l'origine du fort endommagement du poste de pilotage et des blessures des pilotes. Enfin, l'avion a poursuivi sa course sur la route asphaltée où il s'est arrêté.

La position des MFCU montre que les manettes de poussée avaient été amenées en position réduite. Par ailleurs, les boutons-poussoirs coupe-feu et celui de l'extincteur droit avaient été actionnés. Il est peu probable que ces actions soient consécutives aux chocs qu'a subis l'avion, compte tenu du fait que le cache d'un des deux boutons-poussoirs coupe-feu a été retrouvé en place et rabattu. Ces actions paraissent résulter d'une action volontaire. Les différents intervenants sur le site de l'accident ayant affirmé ne pas avoir touché cette partie du poste de

pilotage, il est très probable que ces actions ont été effectuées par l'équipage lors de la course au sol de l'avion, entre l'arrêt de l'enregistrement et les chocs avec les poteaux qui ont rendu impossible toute action sur les boutons-poussoirs coupe-feu et les extincteurs et ont rompu la liaison entre les manettes de poussée et les MFCU.

Le copilote a indiqué qu'il avait adopté une attitude de protection pendant la course au sol de l'avion, les deux bras devant le visage et il ne se souvient pas avoir effectué ces actions. C'est donc probablement le commandant de bord qui a ramené les manettes de poussée vers l'arrière puis a actionné les différents boutons-poussoirs lors de la course de l'avion au sol.

## **2.2 Décisions relatives à l'approche**

### **2.2.1 Contexte des décisions**

Les décisions relatives à l'approche doivent être considérées en tenant compte de plusieurs facteurs. Tout d'abord l'équipage, basé à Brest, connaissait très bien l'aérodrome et ses procédures et il a pu estimer qu'un circuit d'attente ne lui était pas nécessaire pour préparer l'avion. Ensuite, la composition de l'équipage, un commandant de bord expérimenté sur CRJ-100 et un copilote SFI avec un fort passé aéronautique, a pu entraîner une forme d'excès de confiance, d'autant plus que les deux hommes avaient l'habitude de voler ensemble. Par ailleurs, l'équipage avait pu accumuler une certaine tension due au retard de l'avion et à l'évitement des cumulonimbus ; il pouvait être fatigué même s'il n'en était pas conscient : il était tard dans la nuit, il s'agissait du quatrième et dernier vol de la rotation et le commandant de bord s'était levé très tôt la veille pour effectuer une rotation. Un circuit d'attente ou une remise de gaz pouvaient signifier l'impossibilité d'atterrir à Brest, les conditions météorologiques se dégradant.

### **2.2.2 Décision de commencement de l'approche**

Alors que l'équipage s'attendait à effectuer un circuit d'attente associé dans les messages du contrôleur aux conditions de visibilité, le mode HDG a été sélectionné immédiatement après le collationnement de la clairance « poursuivez l'approche », ce qui montre que la décision a été prise très rapidement. Il n'y a pas eu communication verbale entre les pilotes mais il est possible qu'ils aient confirmé leur accord par un geste.

L'atterrissage de l'avion qui les précédait, montrant que l'atterrissage était possible, a également pu agir comme une incitation à entreprendre l'approche.

### **2.2.3 Décision de poursuite de l'approche après la traversée du glide**

Après la traversée du glide, les pilotes n'ont pas décidé d'interrompre l'approche et ils ont mis l'avion en descente. Il est clair qu'ils ont considéré qu'ils pouvaient rattraper le plan avec une marge de sécurité suffisante, compte tenu de l'altitude

de l'avion à cet instant. Toutefois, cette manœuvre, non standard, a augmenté leur charge de travail et a rendu plus difficile la recherche d'une approche stabilisée.

#### **2.2.4 Décision de poursuite de l'approche sous mille pieds sol**

L'éventualité d'une remise de gaz n'a pas été mentionnée avant l'altitude de décision ; le commandant de bord n'a pas pris de décision de remise de gaz, le copilote ne l'a pas suggérée.

Dans un premier temps, entre mille pieds, plancher de stabilisation, et six cents pieds sol, la focalisation de l'attention de l'équipage sur la recherche du glide s'est probablement ajoutée aux facteurs cités plus haut pour ne pas interrompre l'approche. L'équipage avait cependant conscience pendant cette phase que l'avion n'était pas établi sur le glide et que la vitesse verticale n'était pas celle d'une approche stabilisée. Il est possible qu'il ait considéré qu'il avait encore le temps de rattraper le plan et de stabiliser l'approche, compte tenu de la hauteur de l'avion.

Entre six cents pieds sol et l'altitude de décision, soit pendant dix-huit secondes, la focalisation de l'attention des pilotes sur la gestion de la trajectoire dans le plan horizontal, la quantité d'informations inhabituelles qui leur étaient transmises et la recherche des références visuelles extérieures ont pu altérer leurs capacités de compréhension et de jugement et leur faire occulter les alarmes GPWS. C'est alors que le commandant de bord a pu considérer l'altitude de décision comme ultime barrière. Les annonces non standards du copilote relatives à la trajectoire et l'omission, à cinq cents pieds, par le commandant de bord de l'annonce compagnie « autorisé » n'ont pas aidé l'équipage à s'affranchir de sa focalisation sur l'écart latéral.

### **2.3 Environnement de travail**

#### **2.3.1 Travail en équipage**

Les deux pilotes étaient rigoureux et disposaient d'une bonne technique de pilotage, comme l'indiquent les fiches d'évaluation et les témoignages de divers instructeurs. Cependant, leur travail en équipage a montré des dysfonctionnements pendant le vol et, plus particulièrement, pendant les phases de descente et d'approche.

Pendant le vol, ils ont très peu communiqué. Les projets d'action du commandant de bord n'ont pas été annoncés explicitement, le copilote n'a pas demandé d'explications. Il en a été de même pour les procédures et les annonces standards, qui permettent à chaque pilote de savoir ce que l'autre fait.

En l'absence de cette coordination et de communication, les pilotes sont restés pendant toute l'approche d'abord isolés dans leur travail respectif, puis apparemment focalisés sur une même tâche sans qu'il n'y ait de projet d'action commun clairement défini.

Les facteurs énoncés au paragraphe 2.2.1 (fatigue, stress et routine) peuvent expliquer partiellement ce manque de communication et de coordination. Deux explications complémentaires peuvent être proposées pour comprendre certains dysfonctionnements :

- a) La formation des pilotes leur donnait des barrières de sécurité qui n'ont pas fonctionné. Ceci montre les limites des différents contrôles en ligne et hors ligne : elles ne peuvent empêcher certaines dérives par rapport aux méthodes de travail enseignées. Ces dérives peuvent paraître insignifiantes au quotidien mais elles diminuent l'efficacité du travail en équipage.
- b) La fonction SFI du copilote, qui lui conférait un statut particulier, peut être un des facteurs explicatifs de la faible communication en poste de pilotage. Les implications sur le fonctionnement de l'équipage d'une fonction d'instruction ou d'encadrement confiée à un copilote sont peu évoquées lors de la formation CRM.

### **2.3.2 Procédures de l'exploitant**

#### Plancher de stabilisation

Le plancher de stabilisation défini par Brit Air est à mille pieds sol sans qu'il soit prévu, à l'époque de l'accident, d'annonce relative au passage de cette hauteur. Une telle annonce, notamment si elle avait relevé du PNF, aurait permis à l'équipage de formaliser une décision quant à la poursuite de l'approche. L'annonce à cinq cents pieds utilisée par l'exploitant pouvait, de plus, apparaître comme une incitation à prendre une certaine liberté par rapport aux mille pieds.

La faible proportion d'approches non stabilisées donnant lieu à compte rendu (§ 1.17.1.2) tendrait à montrer la faible sensibilisation collective à l'importance, pour la sécurité, de cette stabilisation.

Une annonce au plancher de stabilisation a maintenant été introduite par l'exploitant. Cette annonce est confiée au PNF.

#### Gestion des alarmes GPWS

Les nombreuses alarmes GPWS « glide slope » et « sink rate » après le passage des mille pieds en descente indiquaient que l'approche n'était pas stabilisée et impliquaient donc de l'interrompre. On peut toutefois observer que la documentation ne rapproche pas les consignes générales relatives à ces alarmes, qui sont de corriger la trajectoire, et celles relatives à la non-stabilisation, qui sont de remettre les gaz.

De plus, les annonces GPWS générées par le simulateur de vol ne sont pas identiques à celles générées dans l'avion. Des différences dans ces annonces peuvent induire en vol des différences de comportement avec l'entraînement. En particulier, pour le cas de l'accident, il a été constaté que le simulateur fournissait une annonce « Minimums » au passage de l'altitude de décision, alors qu'une telle

annonce n'apparaît que si l'équipage a sélectionné une hauteur de décision. Ce point n'apparaît toutefois pas contributif à l'accident du 22 juin 2003, le commandant de bord ayant débuté la remise de gaz à l'altitude de décision.

### **2.3.3 Sensibilisation aux caractéristiques du CRJ-100 à bas régime**

Les recherches sur simulateur de vol réalisées chez Icare paraissent montrer que le contact avec le sol était évitable, même en débutant la remise de gaz à 90 ft sol. Toutefois, il convient de prendre en compte d'une part que les pilotes qui participaient à ces séances connaissaient déjà l'événement, d'autre part que le gradient de vent n'était pas simulé.

Les simulations effectuées par Bombardier montrent que le contact avec le sol était évitable, mais au moyen d'une technique atypique (voir § 1.16.5.3), qui aurait pratiquement amené l'avion au déclenchement du vibreur de manche. La marge de manœuvre de l'équipage était donc particulièrement étroite.

Comme l'environnement de la remise de gaz ne correspondait pas strictement à celui d'un bailed landing, il n'est pas certain que cette technique, si elle avait été enseignée par Icare, aurait permis d'éviter l'accident. Il est cependant vraisemblable qu'elle y aurait contribué par la sensibilisation aux caractéristiques du CRJ-100 à basse vitesse qu'elle aurait apportée. Cette sensibilisation aurait pu permettre à l'équipage de mieux comprendre la situation au moment de la remise de gaz.

En outre, il existe des différences de comportement en remise de gaz entre CRJ-100 et 700, notamment pour le contrôle longitudinal. Ces points ne sont pas spécifiquement abordés lors du cours sur les différences CRJ-100 / CRJ-700, alors que les pilotes sont amenés à voler indifféremment sur les deux modèles.

### **2.3.4 Analyse et sécurité des vols**

La structure multibase de la compagnie et l'emplacement du Service d'Analyse et de Sécurité des Vols rendent difficile la circulation spontanée des informations entre les pilotes et le SASV. Par ailleurs, du fait de la structure éclatée, les équipages sont majoritairement constitués de pilotes basés sur un même site, lesquels volent donc très souvent ensemble dans les bases à petit nombre de pilotes. Cela peut provoquer un phénomène d'habitude ou d'excès de confiance. La sensibilisation des pilotes sur l'intérêt du retour d'expérience n'en est donc que plus importante.

## **2.4 Affichage des informations LOC et GLIDE**

La dérive de l'avion n'a pas été détectée par l'équipage pendant environ deux minutes. Le choix retenu pour l'affichage des informations LOC et GLIDE sur le PFD n'est pas propre aux CRJ-100 et 700 et il répond aux exigences du règlement de certification. Cependant, la séparation des deux informations, même

à l'intérieur d'un écran unique, élargit le circuit visuel que doivent effectuer les pilotes pendant la réalisation de l'approche et facilite la focalisation sur une d'entre elles. Il est possible que l'équipage eût détecté la dérive de l'avion plus tôt si les deux informations avaient été présentées de façon liée.

## **2.5 Interface équipage contrôle**

### **2.5.1 Phraséologie utilisée**

Bien qu'elle n'ait pas engendré d'ambiguïtés entre le contrôleur et les équipages quant à la compréhension de leurs intentions respectives, la phraséologie utilisée n'a pas été la même pour les deux avions à l'arrivée. En outre, la clairance d'approche a été donnée au Brit Air sans qu'il y ait eu annulation de l'attente et elle n'avait pas la forme standard « autorisé approche », forme qui implique que la décision relève bien de l'équipage. Il est vraisemblable que dans cette hypothèse, l'équipage aurait quand même pris la décision de débiter l'approche, mais la forme employée a pu l'influencer.

Le contrôleur a demandé au France Charter 801 de rappeler établi sur le localizer. Le contrôleur ne l'a pas demandé au F-GRJS parce qu'il croyait l'avion déjà établi sur le localizer. Cette annonce, utilisée en fin de guidage radar, n'est pas prévue par la réglementation en dehors de ce cas. Cependant, si elle avait été également utilisée avec le F-GRJS, elle aurait pu permettre à son équipage de prendre conscience de l'absence de capture du localizer.

### **2.5.2 Stratégie de gestion de l'approche**

Le report de la prise de décision relative au circuit d'attente puis le changement de stratégie du contrôleur après l'atterrissage du France Charter 801 ont été motivés par le même souci de permettre à l'avion d'atterrir sans délai inutile, d'autant plus qu'il était tard et que le vol avait du retard. Le contrôleur a donc essayé de lui éviter l'attente à GU, tout en maintenant les normes de sécurité qu'il estimait suffisantes. Un autre facteur a visiblement contribué à sa décision : apercevant l'avion sur l'axe BODIL-GU, il l'a cru établi sur le localizer, c'est-à-dire, dans la vision du contrôleur, que l'avion était en train de suivre cet axe dont il ne pouvait plus s'écarter autrement que volontairement. Le laisser continuer sur l'axe pouvait alors lui apparaître comme l'option la moins contraignante pour la conduite du vol, d'autant plus que le circuit d'attente, qui découlait de l'espacement imposé par la consigne LVP, l'avion précédant n'ayant pas encore libéré la piste, était justifié par la seule protection des approches de précision de catégorie II ou III, ce qui n'était pas le cas de ce vol. C'est pourquoi le contrôleur a dit à l'équipage de « poursuivre » une approche pour laquelle il le croyait correctement axé, privilégiant le changement de stratégie à la modification de la trajectoire.

L'équipage a accepté immédiatement la clairance du contrôleur, ce qui n'a pas permis à ce dernier de prendre conscience des difficultés que pourrait présenter l'approche. Il s'est donc consacré à la gestion de l'avion qui était au roulage. Le

changement de stratégie, destiné à faciliter le travail de l'équipage, a paradoxalement contribué à augmenter la charge de travail de celui-ci.

Remarque : l'échelle utilisée et la présence d'une zone habituelle de perte de contact ne permettent pas de rendre la fonction de surveillance radar efficace en approche finale. L'absence de procédures associées à l'utilisation du système ne permet pas non plus une bonne exécution de cette fonction.

## **2.6 Avertisseur de proximité du sol et MSAW**

La simulation effectuée avec l'EGPWS Honeywell montre qu'une alarme « Too low terrain » aurait été générée quinze secondes avant l'impact. Les équipages étant entraînés à remettre les gaz en entendant cette alarme, l'EGPWS aurait vraisemblablement conduit à débiter la remise de gaz plus tôt, soit à une hauteur d'environ deux cent trente pieds.

La simulation MSAW montre qu'avec le paramétrage standard utilisé, le contrôleur aurait été alerté seize à vingt-quatre secondes avant l'impact. Compte tenu des temps de transmission de cette alarme (cf. § 1.16.7.2), elle n'aurait vraisemblablement pas permis à l'équipage d'effectuer plus tôt la remise de gaz.

## **2.7 Evacuation**

Lors de l'évacuation, certains passagers se sont dirigés vers l'arrière de la cabine alors que les démonstrations de sécurité avant décollage et les consignes de sécurité indiquent bien que le CRJ-100 n'est pas pourvu d'issues à l'arrière. L'ouverture par un passager d'une issue d'aile, sans s'être assuré au préalable que cela pouvait se faire sans danger, a eu pour conséquence de faire rentrer brutalement le feu au milieu de la cabine, dégradant immédiatement les conditions de l'évacuation. Seul le petit nombre de passagers, en particulier en arrière de cette issue, a permis d'éviter que certains se retrouvent de ce fait prisonniers de l'incendie. Ces erreurs peuvent s'expliquer par la situation particulière, mais aussi par le fait que peu de passagers suivent attentivement les démonstrations de sécurité et lisent les consignes de sécurité.

La navigante de cabine a géré l'évacuation des passagers, mais elle ne se souvenait pas de leur nombre exact et n'a donc pas pu s'assurer que tous étaient bien sortis de l'avion. Par ailleurs, elle n'a pas pensé à utiliser le mégaphone et à prendre la trousse de premiers secours en quittant l'avion. Ces oublis n'ont pas eu de conséquences lors de cet accident, mais ils auraient pu en avoir dans d'autres circonstances. Elle les a attribués au stress de l'accident et à l'extrême urgence de la situation. On peut observer que la formation des navigants de cabine de Brit Air, bien qu'elle soit essentiellement destinée à les préparer à faire face à ce type de situation, ne prévoit pas de mise en situation proche du réel, ce qui aurait peut-être pu lui permettre d'optimiser la gestion de ses ressources.

## 3 - CONCLUSIONS

### 3.1 Faits établis

- L'équipage et le contrôleur possédaient les licences et qualifications requises et en état de validité.
- L'avion avait un certificat de navigabilité en état de validité.
- L'équipage effectuait le vol Nantes-Brest, dernière étape d'une rotation Brest-Nantes-Strasbourg-Nantes-Brest.
- L'équipage était basé à Brest et connaissait les procédures relatives à l'aérodrome.
- L'avion a décollé de Nantes à 21 h 16 min avec vingt et un passagers. Il avait une cinquantaine de minutes de retard, retard pris au départ de la première étape.
- Le commandant de bord était pilote en fonction.
- Les conditions météorologiques se sont dégradées à Brest peu avant le décollage de Nantes. L'équipage a appris en vol la dégradation de la visibilité à l'arrivée.
- Un NOTAM indiquait que les approches de catégories II et III étaient indisponibles à Brest Guipavas du 2 juin au 31 juillet 2003 ; l'équipage en avait connaissance.
- Les visibilités mesurées obtenues avant le décollage, au cours du vol et pendant l'approche étaient toutes supérieures aux minimums requis pour une approche de catégorie I.
- Les moyens radioélectriques de l'aérodrome étaient en état de fonctionnement.
- Le briefing avant descente a été effectué de façon incomplète.
- Les pilotes ont peu communiqué entre eux lors de l'approche, des annonces ont été omises.
- L'avion était « numéro deux » à l'arrivée.
- Le contrôleur d'approche a demandé à l'équipage de descendre à quatre mille puis à trois mille pieds et de faire un circuit d'attente. Il a ensuite autorisé la descente à deux mille pieds.
- L'équipage a conduit l'approche au PFD, sans utiliser le collimateur tête haute, conformément aux procédures de l'exploitant.

- L'avion précédent ayant atterri, le contrôleur, voyant au radar le F-GRJS sur l'axe du localizer et le croyant établi, lui a demandé de poursuivre l'approche avant qu'il n'ait commencé le circuit d'attente.
- L'équipage a commencé l'approche après cette clairance qu'il a collationnée.
- Le collationnement n'a pas été reçu par le contrôleur.
- Le mode APPR du système de contrôle automatique du vol n'a jamais été actif. Le début de l'approche a été effectué en modes HDG et VS.
- Le vent, qui tournait progressivement au nord-ouest puis nord lors de la descente, a fait dériver l'avion vers la gauche ; cette dérive n'a pas été détectée par l'équipage.
- L'avion est sorti du faisceau de capture automatique du localizer.
- L'avion est passé au-dessus du plan de descente et le pilote a sélectionné le mode VS pour rattraper ce plan. L'attention de l'équipage s'est focalisée sur la gestion de la trajectoire dans le plan vertical. Pendant ce temps, l'avion a continué à s'écarter à gauche de l'axe du localizer.
- L'avion a rattrapé par le haut le plan de descente et l'attention de l'équipage s'est alors focalisée sur la trajectoire horizontale. L'avion a traversé le plan de descente et est resté dessous jusqu'au contact avec le sol.
- Le commandant de bord a débuté un virage vers la droite et a déconnecté le pilote automatique.
- De nombreuses alarmes « Glide slope » et « Sink rate » ont été émises sans que l'équipage réagisse de façon significative.
- Le commandant de bord a débuté la remise de gaz à l'altitude de décision. L'avion, décalé à gauche de l'axe, était alors à une centaine de pieds du sol. Sa vitesse était faible (entre 115 et 120 kt).
- La première action significative à cabrer sur les gouvernes de profondeur a été enregistrée quatre secondes après la mise en poussée.
- L'avion a continué à descendre, a touché le sol sans violence, a roulé puis a heurté plusieurs obstacles qui ont fortement endommagé le poste de pilotage. Il s'est arrêté après environ cent cinquante mètres.
- La balise de détresse n'a pas fonctionné.
- Le feu a pris pendant la course au sol de l'avion ; il est resté localisé à l'extérieur de la cabine.

- La navigante de cabine a fait procéder à l'évacuation des passagers avant que l'incendie ne détruise la cabine.
- Pendant l'évacuation, un passager a ouvert une issue d'aile ; le feu a alors pénétré dans la cabine.
- Les examens des différents composants de la chaîne de contrôle longitudinal n'ont pas révélé d'anomalies.
- Les secours ont eu des difficultés à localiser l'épave. Ils sont arrivés vingt-sept minutes après l'accident.

### **3.2 Causes de l'accident**

L'accident est dû :

- à l'omission de la sélection du mode APPR au début de l'approche, ce qui a conduit à la non capture du localizer puis du glide ;
- à la détection partielle des écarts de trajectoire due à la focalisation de l'équipage successivement sur la navigation verticale puis sur la navigation horizontale ;
- à la poursuite jusqu'à l'altitude de décision d'une approche non stabilisée.

L'insuffisance de communication et de coordination en poste de pilotage et le changement de stratégie du contrôleur dans la gestion de l'avion ont constitué des facteurs contributifs.

## 4 - RECOMMANDATIONS DE SECURITE

### 4.1 Procédures en vigueur

Au moment de l'accident, les procédures de Brit Air ne prévoyaient pas d'annonce au passage du plancher de stabilisation. Une telle annonce incite un équipage à établir une stratégie commune de poursuite ou d'interruption de l'approche. De plus, si elle relève du PNF, elle incite celui-ci le cas échéant à proposer la remise de gaz. L'enquête a également montré que le manuel d'exploitation de Brit Air ne rapprochait pas les consignes relatives aux alarmes GPWS et celles relatives au plancher de stabilisation.

En conséquence, le BEA recommande que

- **la DGAC étudie l'opportunité de généraliser une procédure relative au passage du plancher de stabilisation, cohérente avec les procédures relatives aux alarmes GPWS.**

Le manuel d'exploitation de Brit Air présente certaines hétérogénéités, notamment en ce qui concerne la hauteur du plancher de stabilisation et les actions de remise de gaz.

En conséquence, le BEA recommande que

- **Brit Air s'assure de l'homogénéité du contenu de son manuel d'exploitation.**

### 4.2 Formation des personnels navigants

L'enquête a montré l'absence de sensibilisation des pilotes de Brit Air aux caractéristiques du CRJ-100 lorsqu'il est à bas régime. Une constatation similaire avait déjà été faite au Canada à la suite d'un accident de décembre 1997. Bombardier a mis en place un programme de formation (balked landing), mais celui-ci ne constitue qu'une réponse partielle à ce besoin de sensibilisation.

En conséquence, le BEA recommande que

- **la DGAC introduise dans les programmes de formation et d'entraînement une sensibilisation aux caractéristiques à bas régime du CRJ-100 et des avions présentant des caractéristiques comparables en remise de gaz ;**
- **la DGAC informe de cette recommandation les autorités de réglementation à l'étranger.**

L'enquête a montré que la formation des formateurs CRM n'était pas soumise à une homologation spécifique de la DGAC et que les aptitudes à l'issue n'étaient pas contrôlées.

En conséquence, le BEA recommande que

- **la DGAC, en liaison avec ses homologues à l'étranger, mette en place une homologation de la formation des formateurs CRM.**

Les fonctions de SFI du copilote et le petit nombre de pilotes basés à Brest ont pu contribuer à l'insuffisance de communication et de coordination au sein de l'équipage.

En conséquence, le BEA recommande que

- **la DGAC s'assure de la prise en compte de ces facteurs dans les formations CRM.**

### **4.3 Affichage des informations LOC et GLIDE**

Le choix retenu par Bombardier et Rockwell Collins pour l'affichage des informations localizer et glide sur le PFD du CRJ-100 a été de présenter les deux informations sur un même écran mais sur deux instruments séparés, comme le permet la réglementation. L'utilisation d'un instrument tel le HGS regroupant les deux informations aurait pu permettre à l'équipage de détecter plus tôt la non-capture du localizer.

En conséquence, le BEA recommande que

- **l'AESA étudie l'opportunité d'imposer le regroupement des informations localizer et glide sur les instruments utilisés pour l'approche.**

### **4.4 Interface équipage contrôle**

L'enquête a mis en évidence que le contrôleur, par volonté de rendre service à l'équipage, avait changé de stratégie et autorisé tardivement l'approche. Ceci a pu contribuer à la précipitation en poste de pilotage lors de la préparation de l'avion et du début de l'approche.

Il serait donc souhaitable qu'un groupe de réflexion multidisciplinaire évalue les conséquences opérationnelles pour les pilotes des propositions du contrôle et que les résultats de cette réflexion soient dispensés aux contrôleurs. Le BEA a récemment recommandé que « **la DGAC introduise des notions de gestion des ressources sol/bord dans la formation et l'entraînement des contrôleurs et des pilotes. Les données du retour d'expérience pourraient être utilisées efficacement à cette fin** ». Il apparaît que cette recommandation répond à la préoccupation ci-dessus.

Une annonce du type « rappelez établi sur le localizer » aurait pu permettre à l'équipage de prendre conscience de l'absence de capture du localizer. De même, des procédures associées à l'utilisation du radar auraient peut-être permis au contrôleur de prendre conscience que la phase finale de l'approche ne se déroulait pas normalement.

En conséquence, le BEA recommande que

- **la DGAC étudie l'opportunité d'étendre aux approches de précision, non précédées d'un guidage radar, la consigne de rappel lorsque l'avion est établi sur sa trajectoire d'approche finale ;**
- **la DGAC s'attache à clarifier le cadre d'utilisation du radar et ses limitations, en particulier pour la fonction de surveillance.**

## 4.5 Evacuation

Du fait du stress lié à l'accident, la navigante de cabine n'a pas pensé à utiliser le mégaphone lors de l'évacuation et a oublié de prendre la trousse de premiers secours en quittant l'avion. Elle ne se souvenait plus du nombre de passagers à bord et n'a pu s'assurer que tous étaient bien sortis.

En conséquence, le BEA recommande que

- **la DGAC étudie l'introduction de mises en situation proches du réel dans la formation et l'entraînement des navigants de cabine.**

Par ailleurs, l'emport d'un mégaphone à bord du CRJ-100 n'est pas imposé par la réglementation.

En conséquence, le BEA recommande que

- **la DGAC impose l'emport d'un mégaphone lorsque la présence d'un navigant de cabine est prévue par la réglementation.**

Lors de l'évacuation, un passager a ouvert une issue d'aile. Le feu a alors pénétré dans la cabine. L'ouverture d'une issue de secours, sans s'assurer au préalable d'éventuels dangers extérieurs, peut dans certains cas s'avérer préjudiciable au bon déroulement de l'évacuation.

En conséquence, le BEA recommande que

- **la DGAC étudie l'opportunité de faire préciser les vérifications à faire avant l'ouverture d'une issue de secours, par exemple à l'aide de pictogrammes sur les issues elles-mêmes ou sur les consignes de sécurité disponibles en cabine, de façon à éviter leur ouverture en cas de danger extérieur.**

## 4.6 Enregistreurs de vol

Les échanges en poste de pilotage ont été enregistrés uniquement sur le microphone d'ambiance. La mauvaise qualité de cet enregistrement n'a pas permis de reconstituer l'intégralité des communications en poste de pilotage.

En conséquence, le BEA recommande que

- **la DGAC impose l'utilisation des microphones de tête en phases de montée et de descente, ou tout au moins en dessous du niveau ou de l'altitude de transition, conformément au paragraphe 6.20 de l'Annexe 6 à la Convention relative à l'aviation civile internationale.**

# *Liste des annexes*

## **ANNEXE 1**

Carte TEMSI France de 18 h 00  
Carte TEMSI Euroc de 21 h 00  
Transcription de l'ATIS de Brest de 21 h 00

## **ANNEXE 2**

Carte terrain Jeppesen de Brest Guipavas

## **ANNEXE 3**

Transcription du CVR

## **ANNEXE 4**

Courbes FDR

## **ANNEXE 5**

Courbes de déclenchement de la balise de détresse

## **ANNEXE 6**

Scénarios de séances de simulation

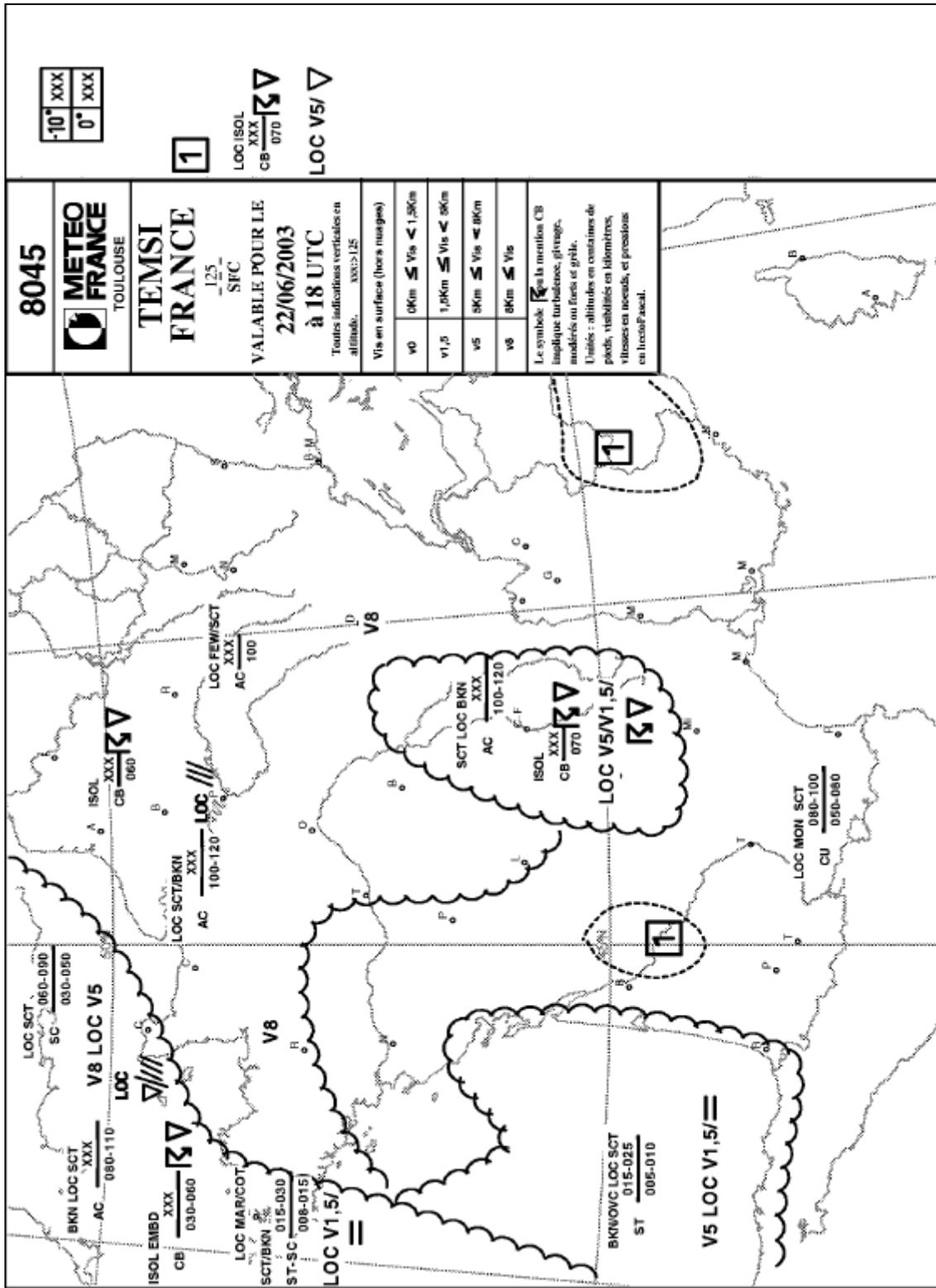
## **ANNEXE 7**

Espaces aériens de Brest Guipavas

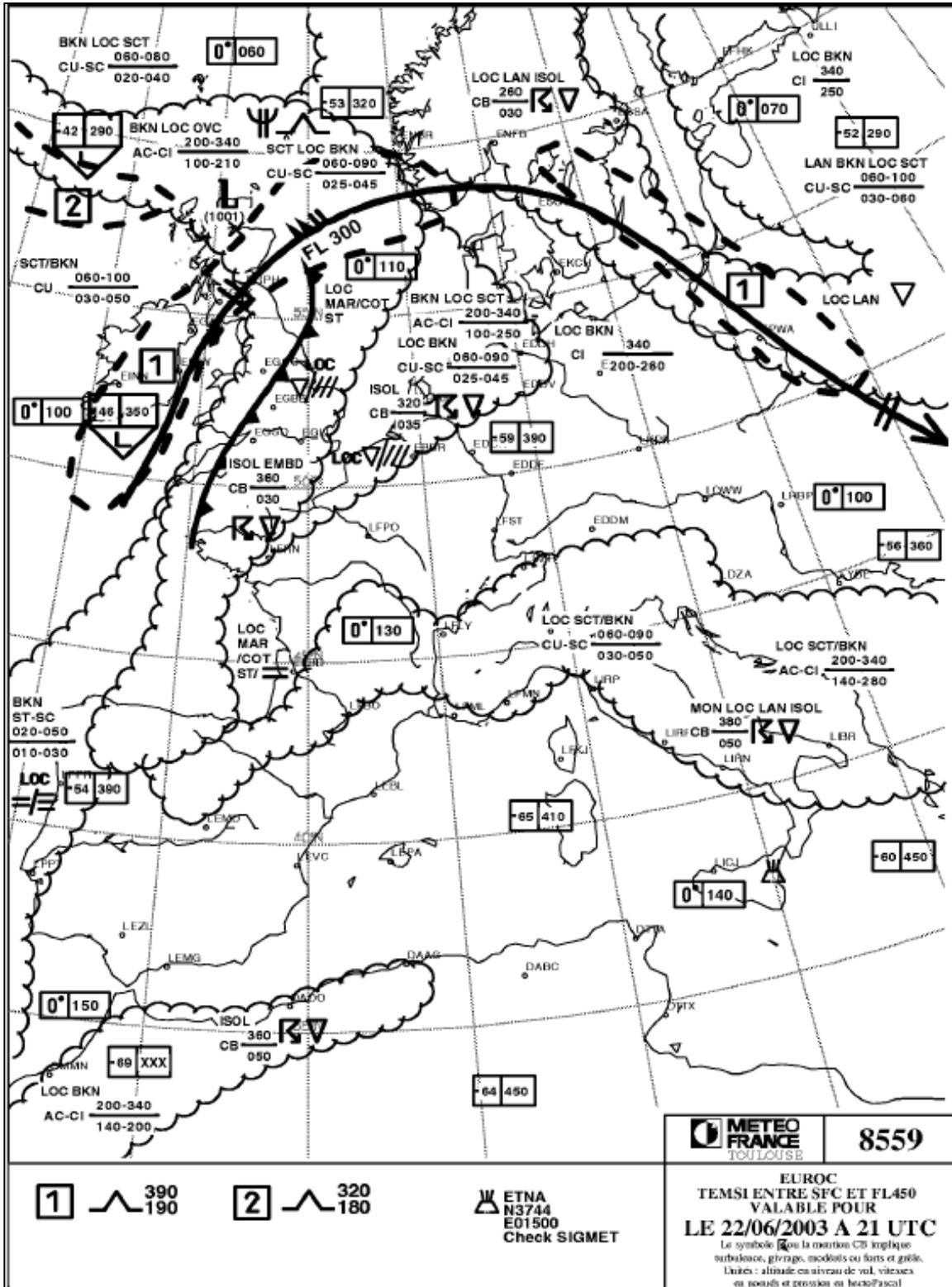
## **ANNEXE 8**

Note relative aux LVP à Brest Guipavas

# Carte TEMSI France de 18 h



# Carte TEMSI Euroc de 21 h



## Transcription de l'Atis de Brest de 21 h

Transcription de l'ATIS du 22 juin 2003

Début de l'enregistrement à 21 h 03 min 04 s

(illisible) Brest Guipavas information Tango enregistrée

Approche I L S 26 gauche.

Piste en service 26 gauche.

Niveau de transition 6 0.

Approche de précision CAT 2 et CAT 3 hors service.

Piste secondaire fermée.

Vent 320 degrés 7 nœuds

Visibilité 800 mètres

Temps présent brouillard

Nuages Broken à 200 pieds

Scattered Cumulonimbus à 2 000 pieds

Température Plus 1 6 degrés

Point de rosée Plus 1 5 degrés

Q N H 1 0 0 7

Q F E 9 9 5

Informez Brest Guipavas dès le premier contact que vous avez reçu l'information Tango

21 h 03 min 36 s

This is Brest Guipavas information Tango recorded at 2 1 0 0 U T C time

I L S Approach 2 6 Left

Runway in use 2 6 Left

Transition Level 6 0

Caution; Precision approach CAT 2 and CAT 3 unserviceable

Secondary runway closed

Wind at 3 2 0 degrees 7 knots

Visibility 8 hundred metres

Present weather fog

Clouds Broken 2 hundred feet

Scattered C B at 2 thousand feet

Temperature Plus 1 6 degrees

Dew Point Plus 1 5 degrees

Q N H 1 0 0 7

Q F E 9 9 5

Inform Brest Guipavas on first contact you've received information Tango

Fin de l'enregistrement à 21 h 04 min 10 s

# Carte terrain Jeppesen de Brest Guipavas

**LFRB**

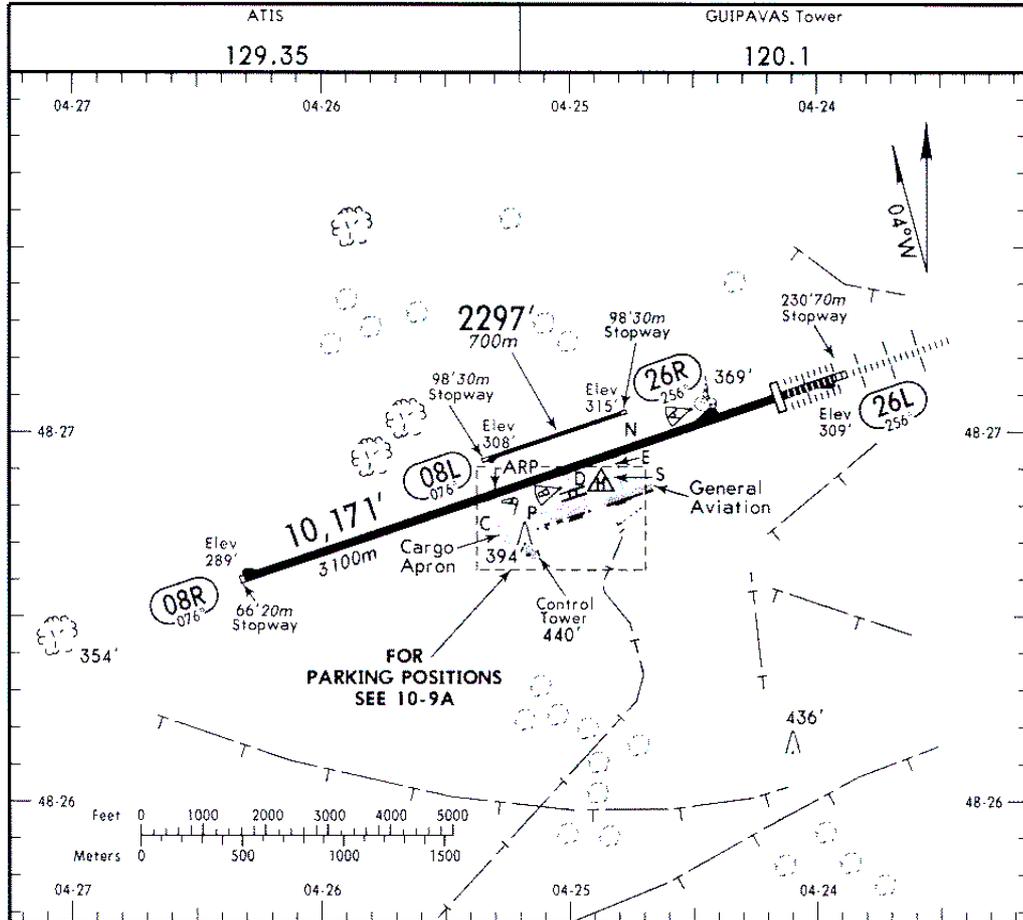
Apt Elev **325'**  
346.2°/30.9 from QPR 117.8

**JEPPESSEN**

12 JUL 02 **(10-9)**

**BREST, FRANCE**  
**GUIPAVAS**

N48 26.8 W004 25.3



**GENERAL**

Rwy 26L is approved for CAT II/III operations, special aircrew and aircraft certification required.  
180° turns on rwy for acft with length exceeding 131' (40m) permitted on turning pads only.  
Rwys 26L & 26R right-hand circuit.

**ADDITIONAL RUNWAY INFORMATION**

RWY	USABLE LENGTHS				WIDTH
	LANDING BEYOND		TAKE-OFF		
	Threshold	Glide Slope			
08L 26R					59' 18m
08R	HIRL (60m); CL (15m) REIL PAPI-L (3.0°) VIBAL				148'
26L	HIRL (60m); CL (15m) HIALS TDZ PAPI-L (3.0°) RVR				45m

**PREFERENTIAL RUNWAY SYSTEM:** If not directed otherwise and wind speed is less than 2 m/sec, use rwy 26L or 26R.

**JAR-OPS**

**TAKE-OFF I**

	Rwy 26L LVP must be in Force	Rwy 08R/26L LVP must be in Force				
	Approved Operators HIRL, CL & mult. RVR req	RL, CL & mult. RVR req	RL & CL	RCLM (DAY only) or RL	RCLM (DAY only) or RL	NIL (DAY only)
A						
B	125m	150m	200m	250m	400m	500m
C						
D	150m	200m	250m	300m		

**I** Operators applying U.S. Ops Specs: CL required below 300m; approved guidance system required below 150m.

CHANGES: Variation.

© JEPPESSEN SANDERSON, INC., 1998, 2002. ALL RIGHTS RESERVED.

## Transcription du CVR

### Avertissement

Ce qui suit représente la transcription des éléments qui ont pu être compris au cours de l'exploitation de l'enregistreur phonique (CVR). Cette transcription comprend les échanges entre les membres de l'équipage, les messages de radiotéléphonie et des bruits divers correspondant par exemple à des manœuvres de sélecteurs ou à des alarmes.

L'attention du lecteur est attirée sur le fait que l'enregistrement et la transcription d'un CVR ne constituent qu'un reflet partiel des événements et de l'atmosphère d'un poste de pilotage. En conséquence, l'interprétation d'un tel document requiert la plus extrême prudence.

Les voix des membres d'équipage sont entendues par l'intermédiaire du microphone d'ambiance. Elles sont placées dans des colonnes séparées par souci de clarté. Deux autres colonnes sont dédiées aux autres voix, bruits et alarmes également entendus par l'intermédiaire du microphone d'ambiance.

### Glossaire

Temps UTC	Temps UTC enregistré sur le CVR par l'intermédiaire du signal FSK
CAM	Microphone d'ambiance.
Contrôle	Contrôleur de la fréquence utilisée. Dans la même colonne sont présentés les messages ATIS [ATIS:], les communications du mécanicien sol [sol:] et celles en provenance d'un autre aéronef [Charter 801:].
PF	Pilote en fonction
PNF	Pilote non en fonction
CdB	Commandant de bord
OPL	Officier pilote de ligne
PNC	Personnel navigant de cabine
VS	Voix synthétique de l'aéronef
➔	Communication en direction du contrôle, du sol ou du PNC par l'interphone
( ? )	Communication qu'il n'a pas été possible d'attribuer à un des membres d'équipage
(...)	Mots ou conversations ne concernant pas la conduite du vol
( )	Les mots ou groupes de mots placés entre parenthèses n'ont pu être établis avec certitude
(*)	Mot ou groupe de mots non compris

Temps UTC	PF (CdB)	PNF (OPL)	Contrôle	Autres
20 h 48 min 02 s	<b>Début de l'enregistrement</b>			
20 h 48 min 07 s				Single Chime
20 h 49 min				Débarquement des passagers
20 h 52 min				Bruits en poste, discussion inaudible
21 h 02 min 15 s	On a eu le plan de vol (*) trois soixante-neuf avec deux cent vingt-trois			
21 h 02 min 20 s		Oui		
21 h 02 min 24 s	La clairance (*) ... (*) niveaux			
21 h 02 min 28 s	(Onze cents) la ZAC			
21 h 02 min 31 s	(?) (*)			
21 h 02 min 36 s				Bruit de sélecteur suivi d'un gong cabine
21 h 02 min 40 s		(?) (On passe en deuxième)		
21 h 02 min 44 s		(?) (Donc là) (*)		
21 h 02 min 47 s		(?) (*)		
21 h 02 min 52 s		F min S		
21 h 02 min 53 s		(?) (*)		
21 h 02 min 53 s		Vérification départ		
21 h 02 min 54 s	Effectuée			
21 h 02 min 55 s		Landing elevation		
21 h 02 min 57 s	Trois cent quarante pieds			
21 h 02 min 58 s				
21 h 03 min 08 s		(?) (One Zero Zero Five) (*)		ATIS : Temperature plus Two Zero dew point One Eight Q N H One Zero Zero Five Q F E One Zero Zero Two (*) threshold Zero Three One Zero Zero Three (*) Information Romeo. Ici Nantes information Romeo enregistrée à vingt et une heure... Piste en service zéro trois procédure N D B I L S

Temps UTC	PF (CdB)	PNF (OPL)	Contrôle	Autres
			... Niveau de transition soixante... vent cent quatre-vingt-dix degrés cinq nœuds visibilité dix kilomètres nuages rares mille cent pieds... Température vingt point de rosée dix-huit Q N H mille cinq unité zéro zéro cinq Q F E mille deux unité zéro zéro deux Q F E zéro trois mille trois unité	
21 h 03 min 57 s	On va peut-être garder ça			
21 h 03 min 58 s		D'accord		
21 h 03 min 59 s	Ouais ouais			
21 h 04 min 00 s		(?) (T'as une heure) (*)		
21 h 04 min 01 s		(?) (D'accord)		
21 h 04 min 03 s		(?) (T'as dû t'approcher trop de l'alim)		
21 h 04 min 44 s				PNC : On peut embarquer ?
21 h 04 min 44 s	Ouais... Ouais ouais			
21 h 05 min 03 s	(?) (Bon tu as vu comment il faut se placer quoi... par rapport au sept quatre sept)			Embarquement des passagers
21 h 05 min 11 s	(?) (*) (Avance... impeccable)			
21 h 05 min 54 s		(?) (*)		
21 h 06 min 04 s	Oh je vais pas aller vite comme ça on aura... des (*) et puis on aura deux... deux A (J) R			
21 h 06 min 09 s		(?) (*)		
21 h 06 min 22 s		Et donc on a deux A (J) R		
21 h 06 min 52 s		Le temps que (*) ou que je l'aie pas (*)		
21 h 06 min 55 s		(?) (*)		
21 h 06 min 57 s		Ouais		
21 h 07 min 00 s		(?) (*)		
21 h 07 min 06 s				PNC : On pourrait partir
21 h 07 min 07 s		(?) (*)		
21 h 07 min 10 s		(...)		

Temps UTC	PF (CdB)	PNF (OPL)	Contrôle	Autres
21 h 07 min 16 s	Alors on en a... vingt et un			
21 h 07 min 20 s	Dix-huit tonnes neuf cent quarante-cinq			
21 h 07 min 25 s	Avec un (panne Take Off) (sept)... et il n'y a pas de particularités			
21 h 07 min 32 s		Ok		
21 h 08 min 01 s		Il y a un push là ?		
21 h 08 min 02 s	Oui...	Oui		
21 h 08 min 04 s		(...)		
21 h 08 min 11 s		→ Nantes Bonsoir Brit Air six cent soixante-douze Echo Charlie poste six avec l'information... Romeo et la mise en route sur Brest		
21 h 08 min 21 s		(?) (Elle est...)		
21 h 08 min 22 s			Echo Charlie mise en route approuvée rappelez pour repousser prévoyez un (*) euh... vous voulez la vingt et une ?	
21 h 08 min 31 s		→ Oui s'il vous plaît		
21 h 08 min 32 s			Oui alors je vais vous donner la vingt et une alors RIMON neuf Sierra rappelez pour pousser	
21 h 08 min 37 s		→ Ok merci beaucoup pour RIMON neuf Sierra et on rappelle pour pousser Brit Air euh... Echo Charlie		
21 h 08 min 41 s	Elle croit que tu (*) Mise en route ?			
21 h 08 min 43 s		Euh mille euh...		
21 h 08 min 45 s		(?) (On fait les essais mise en route ?)		
21 h 08 min 46 s	(Obtenu)			
21 h 08 min 47 s		Papiers ?		
21 h 08 min 47 s	A bord			
21 h 08 min 47 s		Paramètres décollage ?		

Temps UTC	PF (CdB)	PNF (OPL)	Contrôle	Autres
21 h 08 min 48 s	Affichés			
21 h 08 min 49 s		Pompe hydraulique ?		
21 h 08 min 49 s	Auto ON			
21 h 08 min 50 s		Frein de parc ?		
21 h 08 min 51 s	OFF			
21 h 08 min 51 s		Beacon ?		
21 h 08 min 52 s	(ON)			
21 h 08 min 53 s		Pompe carburant (gravity) X flow quantité		
21 h 08 min 54 s	Testé ON (*)			
21 h 08 min 56 s		Portes		
21 h 08 min 56 s	Fermées			
21 h 08 min 57 s		Pack et bleed		
21 h 08 min 57 s	OFF			
21 h 08 min 58 s		Et ignition		
21 h 08 min 59 s	ON			
21 h 09 min 03 s		→ (Et bien) Brit Air Echo Charlie on est paré pour le ... repoussage		
21 h 09 min 06 s			Repoussage approuvé rappelez pour rouler vingt et une	
21 h 09 min 09 s		→ On repousse et on rappelle pour rouler vingt et une		
21 h 09 min 11 s	→ (*) Bonsoir portes fermées soute fermée avion dégagé ?			
21 h 09 min 14 s			Sol : Affirmatif	
21 h 09 min 17 s			Sol : Les portes sont fermées les poignées dans le logement le (*) est en place	
21 h 09 min 21 s	→ Le parc est desserré on peut repousser pour			
21 h 09 min 23 s	euh... on peut repousser		Sol : (*) desserré je lance le repoussage	
21 h 09 min 26 s	→ Paré pour la mise en route du deux ?			
21 h 09 min 28 s			Sol : Affirmatif c'est paré au deux	

Temps UTC	PF (CdB)	PNF (OPL)	Contrôle	Autres
21 h 09 min 31 s		Ah... (*)		
21 h 09 min 34 s		(*)		
21 h 09 min 35 s			Sol : (*) positive	
21 h 09 min 37 s	(Tu maintiens une) zéro six toi ?			
21 h 09 min 39 s		(?) (Hein)		
21 h 09 min 39 s		J'ai huit moi		
21 h 09 min 40 s		(?) (Oui)		
21 h 09 min 42 s	Zéro cinq ?			
21 h 09 min 43 s		Ouais ouais		
21 h 09 min 46 s	Et ouverture... (*)			Bruit similaire à la mise en route d'un moteur
21 h 09 min 46 s		(?) (*)		
21 h 09 min 55 s		(?) (*)		
21 h 09 min 57 s	Top			
21 h 10 min 00 s		Start OFF		
21 h 10 min 00 s	→ Paré pour la mise en route du un (?)			
21 h 10 min 02 s			Sol : Paré pour le un	
21 h 10 min 05 s		Ignition (un)		
21 h 10 min 06 s		Et left start		
21 h 10 min 07 s	N deux ?			
21 h 10 min 09 s			Sol : Fan positif	
21 h 10 min 13 s	N un			
21 h 10 min 19 s	Ouverture			Bruit similaire à la mise en route d'un moteur
21 h 10 min 30 s	Cinquante-cinq			
21 h 10 min 30 s		Et les start OFF		
21 h 10 min 32 s	(*)	(*)		
21 h 11 min 09 s			Sol : le repoussage est terminé	
21 h 11 min 11 s	→ Le parc est serré			
21 h 11 min 12 s			Sol : Frein de parc positif on décroche	
21 h 11 min 15 s	Oui annonce	Gen circuit électrique		
21 h 11 min 16 s	On vérifie			
21 h 11 min 17 s		Ignition		

Temps UTC	PF (CdB)	PNF (OPL)	Contrôle	Autres
21 h 11 min 18 s	OFF			
21 h 11 min 18 s		A P U		
21 h 11 min 18 s	ON			
21 h 11 min 19 s		Pack		
21 h 11 min 19 s	ON			
21 h 11 min 20 s		Anti Ice		
21 h 11 min 20 s	(Testé OFF)			
21 h 11 min 21 s		(Probes)		
21 h 11 min 21 s	ON			
21 h 11 min 21 s		A D G		
21 h 11 min 22 s	(Testé)			
21 h 11 min 22 s		Commandes de vol		
21 h 11 min 23 s	(*) débattues			
21 h 11 min 23 s		A droite il te restera nose wheel steering et abords dégagés		
21 h 11 min 34 s	→ Les opérations du Juliette Sierra vers Nantes vers Brest			
21 h 11 min 37 s			Sol : La barre est décrochée le compas est dans l'axe	
21 h 11 min 40 s	→ Merci bonne soirée à la prochaine		Ops : Je vous écoute	
21 h 11 min 41 s			Sol : De même et bon vol	
21 h 11 min 44 s	→ Bloc zéro cinq... vingt et une heure zéro cinq avec cinquante minutes en quatre- vingt-treize			
21 h 11 min 49 s			Ops : C'est bien ça bon vol à bientôt	
21 h 11 min 51 s	→ A bientôt			
21 h 11 min 54 s	Et le steering est armé			
21 h 11 min 59 s	OK une seconde... oh p... (*)	C'est dégagé		
21 h 12 min 04 s		(?) (On va ouvrir)		
21 h 12 min 07 s		→ Euh Brit Air Echo Charlie on est paré pour rouler pour la piste vingt et une		
21 h 12 min 16 s		(?) (Il y a un tombant vertical)		

Temps UTC	PF (CdB)	PNF (OPL)	Contrôle	Autres
21 h 12 min 19 s			Echo Charlie roulez point d'arrêt Fox vingt et une	
21 h 12 min 23 s		→ On roule point d'arrêt Fox vingt et une		
21 h 12 min 32 s		Le bloc est passé		
21 h 12 min 35 s	On prépare le briefing ?			
21 h 12 min 36 s		Oui		
21 h 12 min 37 s	On va décoller à la masse retenue vingt heu dix-neuf tonnes ... (Vitesse de cent quatre-vingt-dix) Volets vingt			
21 h 12 min 43 s		Oui		
21 h 12 min 44 s	On (*) problème après V un (*) cent dix-neuf (*) ce sera V deux cent trente-trois  (On montera) standard niveau soixante (et si on a) un problème radar retour zéro trois (*)			Fort bruit parasite
21 h 12 min 53 s		Oui		
21 h 12 min 54 s	Décollage N un réduit A P U OFF			
21 h 12 min 55 s		Pas de particularités		
21 h 12 min 56 s	D'accord			
21 h 12 min 58 s	(*)	(*)		
21 h 12 min 59 s		Volets		
21 h 13 min 00 s	Vingt			
21 h 13 min 00 s		Trims		
21 h 13 min 01 s	Deux verts à (trim)			
21 h 13 min 02 s		Reverses		
21 h 13 min 03 s	Armées			
21 h 13 min 03 s		(B T M S)		
21 h 13 min 03 s	Vérifié			
21 h 13 min 04 s		(Instruments de vol)		
21 h 13 min 06 s	Vérifiés			
21 h 13 min 07 s		Et briefing décollage		

Temps UTC	PF (CdB)	PNF (OPL)	Contrôle	Autres
21 h 13 min 08 s	Effectué			
21 h 13 min 15 s		→ Un transpondeur s'il vous plaît pour Brit Air Echo Charlie ?		
21 h 13 min 22 s			Brit Air Echo Charlie affichez cinquante et un zéro un	
21 h 13 min 28 s		→ Cinquante et un zéro un et pour le RIMON neuf Sierra euh Echo Charlie		
21 h 13 min 33 s			C'est correct et rappelez moi prêt cent dix-huit soixante-cinq	
21 h 13 min 37 s		→ On rappelle prêt dix-huit soixante-cinq Echo Charlie		
21 h 13 min 50 s				Sifflements
21 h 14 min 02 s	Mesdames Messieurs bonsoir bienvenue à bord décollage pour Brest du temps nuageux sur le parcours seize degrés prévus à l'arrivée environ trente minutes de vol merci et bon vol et désolé pour le retard... Bonne soirée			
21 h 14 min 18 s		(?) (*) (C'est bon hein ?)		
21 h 14 min 21 s		(?) Mmm ?		
21 h 14 min 21 s		(?) (*)		
21 h 14 min 25 s		(?) Ouais... (*)		
21 h 14 min 26 s		(?) (*)		
21 h 14 min 27 s	(*) zéro cinq	(*)		
21 h 14 min 30 s		La (...) gauche qui a... qui est trop lourde		
21 h 14 min 33 s	Ah ouais il y a quelque chose			
21 h 14 min 34 s		Mmm...		
21 h 14 min 35 s	C'est bizarre			
21 h 14 min 48 s				PNC : (*) cabine prête
21 h 14 min 49 s	Merci			
21 h 14 min 50 s		→ Brit Air Echo Charlie		

Temps UTC	PF (CdB)	PNF (OPL)	Contrôle	Autres
21 h 14 min 55 s		sur euh dix-huit soixante-cinq on est prêt		
21 h 15 min 03 s		→ On s'aligne et on décolle piste vingt et une Echo Charlie	Brit Air Echo Charlie autorisé alignement et décollage en piste vingt et une... cent cinquante degrés cinq nœuds	
21 h 15 min 08 s		Compte rendu PNC		
21 h 15 min 09 s	Obtenu			
21 h 15 min 10 s		Transpondeur		
21 h 15 min 11 s	Alt			
21 h 15 min 12 s		Radar		
21 h 15 min 13 s	OFF			
21 h 15 min 13 s		Phares et strobes		
21 h 15 min 14 s	ON			
21 h 15 min 15 s		X flow auto override		
21 h 15 min 16 s	Manuel			
21 h 15 min 17 s		Le CAS		
21 h 15 min 17 s	Vérifié	(*)		
21 h 15 min 20 s		(?) (*)		
21 h 15 min 25 s				Fort bruit parasite
21 h 15 min 26 s		On est autorisé		
21 h 15 min 27 s	Take off completed (*) à V un			
21 h 15 min 29 s		(?) (*)		
21 h 15 min 30 s	(Cent dix-neuf et il est quinze)			
21 h 15 min 40 s	(On est paré au décollage ?)			
21 h 15 min 41 s		Oui		
21 h 15 min 47 s		(?) (*)		
21 h 15 min 53 s		Flex affiché les paramètres dans le vert (A P armed)		
21 h 15 min 57 s		Quatre-vingt nœuds...		
21 h 15 min 58 s		Top		

Temps UTC	PF (CdB)	PNF (OPL)	Contrôle	Autres
21 h 15 min 58 s	C'est vérifié			
21 h 16 min 07 s		V un		
21 h 16 min 08 s		V R		
21 h 16 min 13 s		Vario positif		
21 h 16 min 14 s	Train sur rentré			
21 h 16 min 16 s		(?) (*)		
21 h 16 min 17 s		(?) (*)		
21 h 16 min 29 s		(?) (*) (PNC)		
21 h 16 min 30 s		(?) Oui		
21 h 16 min 43 s	La ZAC (effacée)			
21 h 16 min 44 s		(?) (*)		
21 h 16 min 54 s		Le flex est confirmé		
21 h 16 min 56 s	Vu			
21 h 16 min 59 s	Ah... on va peut-être mettre le radar quand même il y a l'air d'y avoir des...			
		D'accord		
21 h 17 min 02 s	Il y a l'air d'y avoir des paparazzi dans le coin			
21 h 17 min 11 s				Signal fortement atténué pendant environ une minute
21 h 17 min 25 s		(?) Ah ouais y a une belle ligne hein		
21 h 17 min 28 s		(?) (Mais bon) (*)		
21 h 17 min 32 s		→ Monte niveau cent dix Echo Charlie		
21 h 17 min 35 s		(?) (Elle a amené au cent dix) (*)		
21 h 17 min 40 s	Oui... voilà			
21 h 17 min 40 s	(V T) les volets vers (*)			
21 h 17 min 44 s		(?) (*) les volets vers huit		
21 h 17 min 49 s		(?) (Les) volets vers zéro		
21 h 17 min 52 s		(?) (*) Standard ?		
21 h 17 min 53 s		(?) Oui		
21 h 17 min 53 s		(?) (*) (trente-sept)		
21 h 17 min 57 s	Top			

Temps UTC	PF (CdB)	PNF (OPL)	Contrôle	Autres
21 h 17 min 58 s		(C'est le un)		
21 h 18 min 00 s		(*)		
21 h 18 min 01 s	Ouais			
21 h 18 min 02 s		Je t'ai mis le time...		
21 h 18 min 03 s	Oui			
21 h 18 min 11 s		Le train		
21 h 18 min 12 s	Rentré			
21 h 18 min 13 s		Les volets		
21 h 18 min 13 s	Zéro			
21 h 18 min 14 s		Altimètres		
21 h 18 min 15 s	Vérifiés comparés standards			
21 h 18 min 16 s		Reverse		
21 h 18 min 17 s	OFF			
21 h 18 min 17 s		X flow auto override		
21 h 18 min 18 s	Auto			
21 h 18 min 18 s		Bleed A P U		
21 h 18 min 19 s	Bleed (ON) A P U OFF			
21 h 18 min 21 s		No smoking		
21 h 18 min 22 s	Auto			
21 h 18 min 23 s		et le CAS		
21 h 18 min 23 s	(Il est) vérifié			
21 h 19 min 27 s			Brit Air Echo Charlie contactez Brest cent dix-huit décimale trente-cinq au revoir	
21 h 19 min 31 s		→ Dix-huit trente-cinq bonne nuit		
21 h 19 min 38 s		→ Brest bonsoir Brit Air six cent soixante-douze Echo Charlie montez cent dix initial		
21 h 19 min 44 s			Euh Echo Charlie... bonsoir montez niveau cent quatre-vingts direct BODIL	
21 h 19 min 49 s		→ Cent quatre-vingts direct BODIL		
21 h 19 min 54 s	Cent quatre-vingts c'est vu			
21 h 20 min 04 s		T'as BODIL		

Temps UTC	PF (CdB)	PNF (OPL)	Contrôle	Autres
21 h 20 min 05 s	BODIL c'est vu			
21 h 20 min 08 s	La cent en montée			
21 h 20 min 09 s		Ouais		
21 h 20 min 11 s		On les laisse attachés ?		
21 h 20 min 12 s	Oh... Ouais (ça va)			
21 h 21 min 04 s		Tu gardes la une ?		
21 h 21 min 05 s	J'ai la une			
21 h 21 min 15 s				ATIS : (*) one six degrees dew point one five degrees Q N H one zero zero seven Q F E nine nine five... (*) information Tango. (*) Information Tango enregistrée à vingt et une heure U T C. Approche I L S vingt-six gauche piste en service vingt-six gauche. Niveau de transition six zéro. Approches de précision Cat deux et Cat trois hors service. Piste secondaire fermée. Vent trois cent vingt degrés sept nœuds. Visibilité huit cents mètres. Temps présent brouillard. Nuages broken à deux cents pieds scattered cumulonimbus à deux mille pieds. Température plus seize degrés point de rosée plus quinze degrés Q N H unité zéro zéro sept Q F E neuf neuf cinq. Informez Brest Guipavas dès le premier contact que vous avez reçu l'information
21 h 21 min 58 s		Entendu ?		
21 h 21 min 59 s	Non			
21 h 22 min 03 s		C'est revenu		
21 h 22 min 04 s	Rien de nouveau			

Temps UTC	PF (CdB)	PNF (OPL)	Contrôle	Autres
21 h 22 min 05 s		Donc... I L S vingt-six gauche		
21 h 22 min 07 s	Ouais			
21 h 22 min 09 s		Huit cents mètres de visi		
21 h 22 min 10 s	Ah bon			
21 h 22 min 11 s		Brouillard... Broken deux cents		
21 h 22 min 13 s	Bon			
21 h 22 min 15 s	Bizarre ce temps-là			
21 h 22 min 16 s		Du cunimb au dessus... mille sept		
21 h 22 min 21 s	(Ouais)			
21 h 22 min 38 s	On va peut-être démarrer un peu plus haut pour euh... être au-dessus des paquets (là) (?) deux vingt ?			
21 h 22 min 42 s	On sera bien	D'accord		
21 h 22 min 45 s		→ Brest de Brit Air Echo Charlie est-ce qu'on pourrait avoir deux vingt pour être au-dessus des cunimb ?		
21 h 22 min 50 s			Affirm Echo Charlie montez niveau deux cent vingt	
21 h 22 min 53 s		→ Deux cent vingt on monte Echo Charlie merci		
21 h 22 min 56 s	Deux vingt vérifié merci	Voilà		
21 h 23 min 10 s				Sifflotement
21 h 23 min 29 s		→ Et... Brit Air Echo Charlie on peut avoir liberté de manœuvre pour le... le cap ?		
21 h 23 min 34 s			Euh Affirm Echo Charlie	
21 h 23 min 36 s		Merci		
21 h 24 min 38 s				Chantonnement
21 h 24 min 45 s	Auto pilote engagé speed deux... dix			

Temps UTC	PF (CdB)	PNF (OPL)	Contrôle	Autres
21 h 24 min 47 s		Ouais		
21 h 25 min 13 s				Altitude Alert
21 h 25 min 29 s		Sous la merde encore		
21 h 25 min 32 s	Ah ouais c'est des paquets isolés hein			
21 h 25 min 33 s		Ouais		
21 h 25 min 52 s	Airspeed deux quatre-vingts affiché			
21 h 25 min 54 s		Vu		
21 h 26 min 03 s		Faudrait peut-être aller à droite hein ?		
21 h 26 min 08 s	Oh y a rien hein sur le...			
		Ah y a eu détection là		
21 h 26 min 12 s	(?) (D'accord ?)			
21 h 26 min 30 s		(*)		
21 h 27 min 28 s	D'ici là (*)			
21 h 27 min 29 s		Ouais		
21 h 27 min 59 s			Charter 801 : Brest euh... pour Charter huit cent un bonjour	
21 h 28 min 01 s	C'est l'info de quelle heure ça ?			
21 h 28 min 02 s			France Charter huit cent un bonjour direct BODIL... et	
21 h 28 min 03 s		Vingt et une heure	descendez niveau deux cent trente initial	
21 h 28 min 04 s	(*)			
21 h 28 min 10 s			Charter 801 : deux cent trente initial France Charter huit cent un	
21 h 29 min 42 s			France Charter huit cent un descendez niveau soixante-dix	
21 h 29 min 49 s			Charter 801 : Vers soixante-dix huit cent un	
21 h 30 min 05 s			Charter 801 : Huit cent un on souhaiterait faire euh quarante degrés à droite pour éviter	

Temps UTC	PF (CdB)	PNF (OPL)	Contrôle	Autres
21 h 30 min 09 s			(*) Reçu allez-y huit cent un	
21 h 32 min 06 s	Ouais			
21 h 32 min 06 s		Les vitesses sont rentrées		
21 h 32 min 20 s		On va pouvoir passer le VOR		
21 h 32 min 25 s	Là y a la piste			
21 h 32 min 25 s	(Oh je fais le tour maintenant j'en parle plus)			
21 h 32 min 33 s	Là-bas on va être dedans			
21 h 32 min 35 s		Ouais		
21 h 32 min 42 s		→ Euh... Brit Air Echo Charlie on est euh... au cap trois cent cinquante donc on évite une barrière de cunimb		
21 h 32 min 48 s			OK pas de problème Echo Charlie	
21 h 32 min 58 s		C'est quoi déjà le R P ?		
21 h 33 min 00 s	Rayon			
21 h 33 min 01 s			France Charter huit cent un descendez niveau soixante	
21 h 33 min 04 s			Charter 801 : (Pour) soixante huit cent un	
21 h 33 min 10 s	(Ah...)			
21 h 33 min 11 s	Une belle barrière (là)			
21 h 33 min 12 s		Oui		
21 h 33 min 29 s		Ils montent pas très haut ici hein		
21 h 33 min 32 s	Non			
21 h 33 min 33 s	Parce qu'ils étaient prévus au trois quatre-vingts là-bas... plus loin			
21 h 33 min 35 s		Ouais		
21 h 34 min 29 s			Charter 801 : (*) Charter huit cent un on vous met le cap sur BODIL	

Temps UTC	PF (CdB)	PNF (OPL)	Contrôle	Autres
21 h 34 min 32 s			Oui reçu France Charter huit cent un. Et bien vous pouvez contacter Iroise cent trente-cinq quatre-vingt-deux au revoir	
21 h 35 min 24 s		(*) passe l'approche ?		
21 h 35 min 26 s	Ouais faudrait faire l'approche ?	Hein		
21 h 36 min 16 s	On pourra demander la descente			
21 h 36 min 17 s		Oui		
21 h 36 min 17 s	Pour un standard I L S (*) onze un			
21 h 36 min 19 s	Trois cent trente-huit et cinq cent vingt affiché			
21 h 36 min 22 s		Oui		
21 h 36 min 24 s		→ Brit Air Echo Charlie on souhaite débiter la descente		
21 h 36 min 27 s			Oui Brit Air Echo Charlie descendez vers le niveau cent cinquante	
21 h 36 min 32 s		→ Descend niveau cent cinquante euh... Echo Charlie		
21 h 36 min 36 s		Briefing arrivée		
21 h 36 min 37 s	Effectué			
21 h 36 min 40 s		Donc les paramètres je t'ai rentré la V T la V deux min D A cinq cent vingt à droite		
21 h 36 min 43 s			Euh Brit Air Echo Charlie vous pouvez réduire la vitesse ? vous êtes numéro deux derrière un France Charter euh qui passe le cent trente en descente pour Guipavas	
21 h 36 min 52 s		→ D'accord on réduit euh on va réduire à deux cent...enfin on v... en réduction lente vers deux cent cinquante noeuds		
21 h 37 min 00 s			D'accord merci	

Temps UTC	PF (CdB)	PNF (OPL)	Contrôle	Autres
21 h 37 min 02 s		Pressu ?		
21 h 37 min 03 s	(Elle est) vérifiée			
21 h 37 min 05 s		Le CAS ?		
21 h 37 min 05 s	Vérifié			
21 h 37 min 09 s		Altimètre central ?		
21 h 37 min 10 s	Vérifié (de) mille sept			
21 h 37 min 12 s		Le H C P		
21 h 37 min 15 s	Trois cent douze trois degrés vérifié			
21 h 37 min 16 s		Ouais		
21 h 37 min 24 s		Bon je fais un petit coucou derrière pour le mettre en descente ?		
21 h 37 min 31 s		Mesdames messieurs début de descente vers Brest. A Brest du brouillard avec une température de seize degrés actuellement en évitement des orages ... bonne fin de vol merci		
21 h 38 min 48 s		C'est dingue ça parce que tu vois le sol là...		
21 h 38 min 50 s	Ouais			
21 h 38 min 51 s		Et à Brest y a du brouillard		
21 h 38 min 52 s	(*) c'est vraiment un drôle de temps			
21 h 38 min 59 s			Euh... Brit Air Echo Charlie (*) avec Iroise cent trente-cinq quatre-vingt-deux bonsoir	
21 h 39 min 04 s		→ Trente-cinq quatre-vingt-deux bonne nuit		
21 h 39 min 05 s			Pardon c'est zéro sept zéro	
21 h 39 min 08 s		→ Vous pourriez répéter pour Echo Charlie ?		
21 h 39 min 10 s			Oui alors Brit Air Echo Charlie descendez niveau soixante-dix sept zéro et avec Iroise cent trente-cinq	

Temps UTC	PF (CdB)	PNF (OPL)	Contrôle	Autres
21 h 39 min 17 s		→ (*) cent trente-cinq quatre-vingt-deux vers le niveau soixante-dix bonne nuit	quatre-vingt-deux au revoir	
21 h 39 min 23 s		→ Iroise bonsoir Brit Air six cent soixante-douze Echo Charlie descente niveau soixante-dix euh... vers BODIL en évitant les orages		
21 h 39 min 31 s			Brit Air Echo Charlie descendez quatre mille pieds Q N H mille huit numéro deux à l'approche prévoyez un tour d'attente à Golf Uniform	
21 h 39 min 41 s		→ Oui et bien euh... on va réduire un petit peu et donc on prévoit un tour d'attente on descend à quatre mille pieds Q N H mille huit euh... pour Echo Charlie.		
21 h 39 min 51 s			C'est correct	
21 h 39 min 55 s		(Mille huit)		
21 h 39 min 55 s	(*) quatre mille donc euh affiché mille huit au central tu vas lire quatorze mille...			
21 h 40 min 05 s	Top			
21 h 40 min 06 s		Elle est vérifiée c'est correct treize mille huit... Top		
21 h 40 min 10 s	C'est vérifié			
21 h 40 min 11 s		Altimètre ?		
21 h 40 min 12 s	Réglé comparé Q N H			
21 h 40 min 13 s		Landing elevation ?		
21 h 40 min 14 s	Vérifié trois cent quarante (*)			
21 h 40 min 21 s		Tu veux faire la cent tranquillement hein ?		
21 h 40 min 41 s	Deux cent cinquante-six (qu'est dedans)			

Temps UTC	PF (CdB)	PNF (OPL)	Contrôle	Autres
21 h 40 min 45 s		C'est vu		
21 h 40 min 47 s	Une minute			
21 h 40 min 51 s		Oui		
21 h 40 min 52 s	(*)	(*)		
21 h 41 min 04 s	(Mode heading en actif) mode Nav sélectionné			
21 h 41 min 07 s		Oui (*)		
21 h 41 min 12 s		Ah ... début du brouillard		
21 h 41 min 16 s		On va arriver Morlaix		
21 h 41 min 31 s		C'est dingue ça... Il peut faire trente degrés... et deux heures après y a du brouillard		
21 h 41 min 38 s		(?) (*)		
21 h 41 min 40 s	Ah c'est très... rapide			
21 h 41 min 42 s		Ouais ouais		
21 h 41 min 45 s			Brit Air Echo Charlie réduisez vitesse mini en lisse	
21 h 41 min 49 s		→ OK on réduit vitesse mini en lisse euh... Brit Air Echo Charlie		
21 h 41 min 53 s		(Il doit être à)... dix nautiques devant nous		
21 h 41 min 57 s		Il peut pas avancer le... c'est quoi comme avion		
21 h 42 min 01 s	Un charter (* un) trente-sept			
21 h 42 min 02 s		Ouais mais euh... il avance pas (le sept trente-sept)		
21 h 43 min 00 s	(Vitesse min) cent quatre-vingts			
21 h 43 min 03 s		Oui		
21 h 43 min 32 s		On prépare la cinq mille ?		
21 h 43 min 35 s	On peut			
21 h 43 min 35 s				Bruit de sélecteur suivi du gong cabine

Temps UTC	PF (CdB)	PNF (OPL)	Contrôle	Autres
21 h 43 min 39 s				Bruit de sélecteur
21 h 43 min 43 s			Charter 801 : Etabli sur le Loc euh... France Charter huit cent un	
21 h 43 min 46 s			Cent un poursuivez l'approche rappelez passant l'Outer Marker	
21 h 43 min 49 s			Charter 801 : Rappelle l'Outer huit cent un	
21 h 43 min 52 s		(...)		
21 h 44 min 21 s			(Brit Air) Echo Charlie vous descendez trois mille pieds Q N H mille huit et faites un tour d'attente le brouillard est retombé sur la plateforme je vais pas vous faire je vais pas pouvoir vous faire approcher tout de suite	
21 h 44 min 33 s		→ D'accord bon alors on se met en attente donc euh... on descend à trois mille pieds... pour Echo Charlie		
21 h 44 min 41 s			C'est correct	
21 h 44 min 41 s				Bruit de sélecteur
21 h 44 min 42 s	Trois mille affiché			
21 h 44 min 43 s		Ouais		
21 h 44 min 44 s	(*)			
21 h 44 min 48 s	Bon ben dans ce cas là y faut assurer on va faire une Cat deux hein ?			
21 h 44 min 49 s				Bruit de sélecteur
21 h 44 min 52 s		La Cat deux et Cat trois est interdite		
21 h 44 min 54 s	Ah oui c'est vrai qu'y a plus de Cat deux Cat trois			
21 h 44 min 56 s		Oui		
21 h 44 min 58 s	Ouais c'était juste pour			

Temps UTC	PF (CdB)	PNF (OPL)	Contrôle	Autres
21 h 44 min 59 s	le... le plafond			Bruit
21 h 45 min 01 s	Ouais c'est de nuit de toute façon... on verra bien			
21 h 45 min 03 s		Ouais		
21 h 45 min 05 s		Exactement		
21 h 45 min 15 s	Trois cent vingt-sept nœuds			
21 h 45 min 24 s				Altitude Alert
21 h 45 min 26 s	Mille			
21 h 45 min 27 s		Mille avant		
21 h 45 min 30 s				Bruit de sélecteur
21 h 45 min 38 s	(?) (*)			
21 h 45 min 42 s			Charter huit cent un autorisé atterrissage en vingt-six gauche trois cent dix degrés neuf à quinze nœuds la piste est mouillée la base des nuages deux cents pieds	
21 h 45 min 50 s		On a une heure d'attente		
21 h 45 min 51 s			Charter 801 : On atterrit vingt-six gauche France Charter huit cent un	
21 h 45 min 54 s	Base des nuages deux cents		RVR entrée de piste mille trois cents mètres à mi-piste huit cents mètres	
21 h 45 min 58 s			Charter 801 : Reçu	
21 h 45 min 59 s		Un jeu		
21 h 46 min 05 s				Bruit
21 h 46 min 06 s		Un jeu de mon neveu		
21 h 46 min 14 s				Bruit similaire à l'ouverture de la porte du poste
21 h 46 min 15 s				PNC : La cabine est parée hein
21 h 46 min 17 s	Seize degrés			
21 h 46 min 18 s				PNC : OK

Temps UTC	PF (CdB)	PNF (OPL)	Contrôle	Autres
21 h 46 min 18 s	On fait un petit tour			
21 h 46 min 19 s				PNC : On fait un petit tour ?
21 h 46 min 20 s		Ouais		
21 h 46 min 20 s	Un avion devant ouais			
21 h 46 min 24 s				Bruits similaires à des bruits de porte
21 h 46 min 26 s				
21 h 46 min 35 s				Augmentation du bruit de fond
21 h 46 min 40 s		Flight spoilers sont bien rentrés oui		
21 h 47 min 07 s	(Deux cents) les volets vers huit pour le confort			
21 h 47 min 09 s		Ouais		
21 h 47 min 11 s		Volets vers huit		Bruit similaire au déplacement de la commande des volets
21 h 47 min 40 s			Echo Charlie descendez deux mille pieds Q N H mille huit	
21 h 47 min 43s		→ On descend deux mille pieds Q N H mille... huit euh... Echo Charlie		
21 h 47 min 49s				Bruit
21 h 47 min 51 s				Altitude alert
21 h 47 min 53 s	Deux mille mille huit			
21 h 47 min 54 s		Ouais		Réduction du bruit de fond
21 h 48 min 01 s			Brit Air Echo Charlie le précédent est posé vous poursuivez l'approche rappelez l'Outer Marker	
21 h 48 min 07s		→ (OK) on rappellera l'Outer Marker euh... et on poursuit dans l'axe Echo Charlie		
21 h 48 min 12 s				Bruit
21 h 48 min 13 s	Donc je suis passé en mode VOR			
21 h 48 min 15 s		Oui		

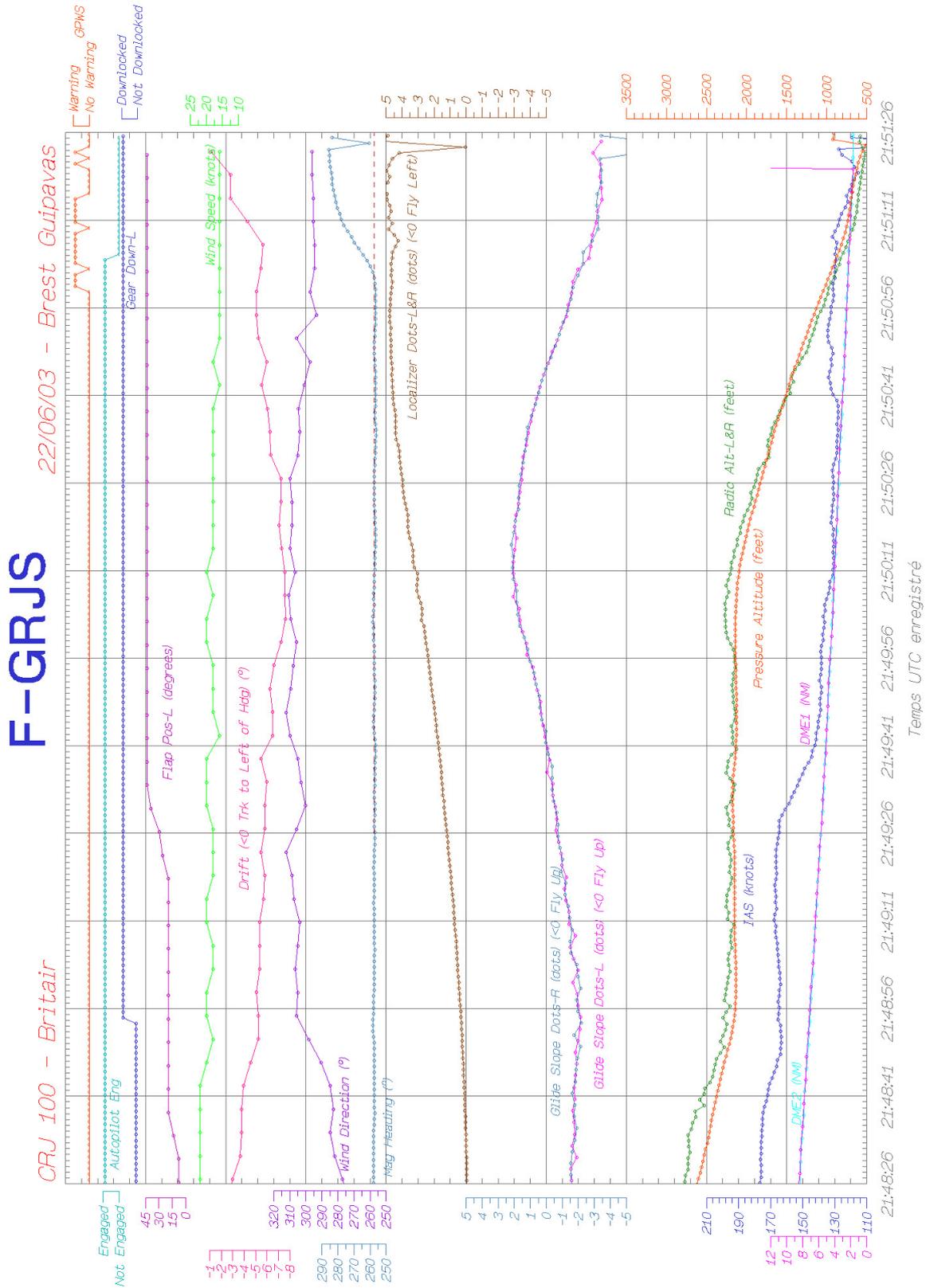
Temps UTC	PF (CdB)	PNF (OPL)	Contrôle	Autres
21 h 48 min 16 s	(Peccable)			
21 h 48 min 17 s		Oui		
21 h 48 min 18 s			Echo Charlie ?	
21 h 48 min 19 s		→ Oui Echo Charlie		
21 h 48 min 21 s			Vous êtes prêts pour l'approche ?	
21 h 48 min 22s		→ Affirmatif		
21 h 48 min 23 s			Rappelez l'Outer Marker	
21 h 48 min 24 s		→ On rappelle l'Outer Marker Echo Charlie		
21 h 48 min 26 s	Elle a pas reçu			
21 h 48 min 29 s	Alors vitesse les volets vers vingt			
21 h 48 min 31 s		Oui oui les volets vers vingt		Bruit similaire au déplacement de la commande des volets
21 h 48 min 34 s			(*) cent un sortie Charlie puis Papa	
21 h 48 min 38 s	Vitesse le train sur sorti			
21 h 48 min 40 s		Oui... le train vers sorti		
21 h 48 min 40 s				Bruit similaire à la sortie du train suivi d'une augmentation du bruit de fond
21 h 48 min 42 s			Charter huit cent un ce sera la prochaine à droite	
21 h 49 min 00 s	ALT S CAP			
21 h 49 min 02 s		Ouais... Vu		
21 h 49 min 14 s	La vitesse les volets vers trente			
21 h 49 min 17 s		Inférieur à cent quatre-vingt-cinq les volets vers trente		
21 h 49 min 19 s				Bruit similaire à la commande des volets
21 h 49 min 23 s	Les volets vers quarante-cinq et à l'issue la check (approche)			

Temps UTC	PF (CdB)	PNF (OPL)	Contrôle	Autres
21 h 49 min 26s		Les volets vers quarante-cinq euh... compte-rendu P N C		
21 h 49 min 28 s	Obtenu			
21 h 49 min 29 s		Altitude de remise des gaz ?		
21 h 49 min 31 s	Deux mille affiché			
21 h 49 min 31 s		Train ?		
21 h 49 min 32 s	Sorti trois vertes			
21 h 49 min 33 s		Volets ?		
21 h 49 min 33 s	Quarante-cinq			
21 h 49 min 34 s		Reverses ?		
21 h 49 min 35 s	Armées			
21 h 49 min 35 s			Brit Air Echo Charlie autorisé atterrissage en vingt-six gauche trois cent vingt degrés huit à quinze nœuds base des nuages maintenant inférieure à cent pieds	
21 h 49 min 45 s		→ Reçu donc euh... on atterrit piste vingt-six gauche euh Echo Charlie		
21 h 49 min 49 s				Deux bruits consécutifs
21 h 49 min 51 s			Et les R V R huit cents mètres et neuf cents mètres	
21 h 49 min 54 s		→ Reçu		
21 h 49 min 56 s		(Ah merde on n'a pas)		
21 h 49 min 58 s		... (*) (Approche) (*)		
21 h 50 min 00 s			Charter huit cent un est-ce que vous avez un placeur en vue ?	
21 h 50 min 03 s	( ? ) (*)			
21 h 50 min 06 s			Charter 801 : Ouais (affirm)	
21 h 50 min 07 s			(Appelez) le placeur bonsoir	
21 h 50 min 08 s			Charter 801 : Bonsoir	
21 h 50 min 09 s		Ah (...)		
21 h 50 min 11 s	Ah on l'a pas pris ?			

Temps UTC	PF (CdB)	PNF (OPL)	Contrôle	Autres
21 h 50 min 14 s	Heading			
21 h 50 min 14 s	Quinze cents dix-sept cents c'est bon	(*)		
21 h 50 min 17 s	Oh on verra bien hein			
21 h 50 min 19 s	(Seize) cents pieds c'est bon	Oui oui oui... tout à fait		
21 h 50 min 21 s		(C'est fait)		
21 h 50 min 21 s		Tu es en train de reprendre le truc tu veux que je te mette approche ?		
21 h 50 min 24 s	Euh... non non c'est ce qui va (me la prendre) hein faut qu'on passe au-dessus ?			
21 h 50 min 29 s	(Alors là) y faut passer (*)			
21 h 50 min 32 s		(?) Quinze cents initial		
21 h 50 min 32 s		(?) Voilà ça rentre		
21 h 50 min 43 s	Voilà			
21 h 50 min 45 s	L'approche est sélectionnée Loc et Glide			
21 h 50 min 48 s		Oui		
21 h 50 min 52 s		(*) tu viennes à droite		
21 h 50 min 54 s	(Oui d'accord)	(Reviens) (*)		
21 h 50 min 56 s		(*) (viennes) à droite		
21 h 50 min 58 s				VS : Five hundred
21 h 50 min 59 s				VS : Glide slope
21 h 51 min 02 s				VS : Sink rate
21 h 51 min 04 s				VS : Sink rate et alarme déconnexion du pilote automatique (deux secondes)
21 h 51 min 05 s				VS : Three hundred
21 h 51 min 07 s				VS : Glide slope
21 h 51 min 08 s				VS : Glide slope
21 h 51 min 09 s				VS : Glide slope

Temps UTC	PF (CdB)	PNF (OPL)	Contrôle	Autres
21 h 51 min 11 s		Ouais (*) passe à droite		
21 h 51 min 11 s				VS : Glide slope
21 h 51 min 12 s	Ouais			
21 h 51 min 12 s				VS : Glide slope
21 h 51 min 13 s		Passe à droite		VS : Glide slope
21 h 51 min 14 s				VS : Glide slope
21 h 51 min 15 s				VS : One hundred
21 h 51 min 16 s		J'ai rien devant		
21 h 51 min 16 s	Remise de gaz			
21 h 51 min 19 s		(?) Remise		
21 h 51 min 20 s				VS : Sink rate
21 h 51 min 21 s				VS : Pull up
21 h 51 min 22 s		(?) Remise		
21 h 51 min 22,75				Bruit d'impact
21 h 51 min 24,51	<b>Fin de l'enregistrement</b>			

# Courbes FDR



BEA - Departement Technique

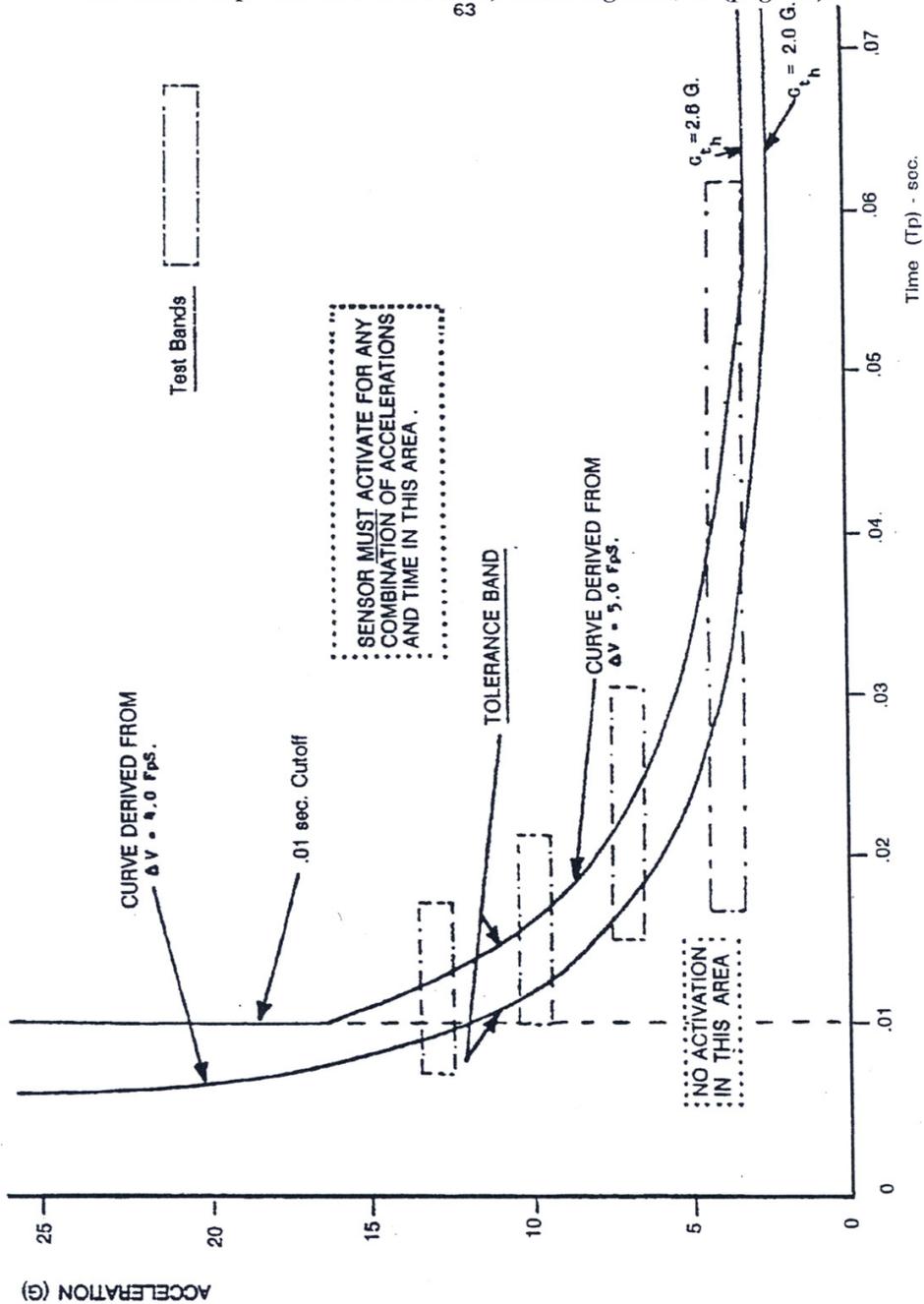
# Courbes de déclenchement de la balise de détresse

**AIR PRECISION**

5 AVENUE DENIS PAPIN BOÎTE POSTALE N°36  
 92353 LE PLESSIS ROBINSON CEDEX - FRANCE  
 Tél.: 01.46.01.21.15 Tlx:634093 Fax: 01.46.32.52.07

NOTE

The crash response curve of ELT96, according to ED62 (page 63).



**Figure 5-7 : Crash Sensor Response Curve**

## Scénarios des séances de simulation

Tous les scénarios débutent au point BODIL ou à proximité, à 3000 ft QNH.

Le simulateur est initialisé avec les paramètres suivants :

- masse à l'atterrissage : 18 100 kg ;
- carburant : 1 900 kg, quantité qui reste stable pendant toute la simulation ;
- centrage (MACLAW) : 15,93 ;
- Vref : 132 kt ;
- Vt (montée en lisse) : 165 kt ;
- V2GA : 139 kt ;
- vent : 310°/15 kt.

### Scénario 1

L'équipage exécute le circuit d'attente (GU) au pilote automatique à 3000 ft. Le mode actif du pilote automatique est NAV et la source FMS. A l'issue du circuit d'attente, l'équipage est autorisé à l'approche et effectue une approche ILS Cat I RWY 26L en mode APPR avec sélection d'une MDA de 520 ft, remise de gaz à 90 ft radiosonde (volet 45° puis 8° en remise de gaz).

#### Objectifs

- visualiser le MD et notamment la matérialisation du circuit d'attente ;
- observer la transition du mode NAV au mode APPR et observer les actions associées ;
- observer les annonces du GPWS lorsqu'une MDA est affichée ;
- observer les changements de mode au FMA, le comportement du directeur de vol et de façon plus générale le PFD ;
- observer l'armement du mode APP à l'intérieur du faisceau de capture du LOC ;
- observer le comportement du simulateur de vol en remise de gaz (volets 8°) : efforts aux commandes et perte d'altitude associée.

#### Observations

##### 1. Circuit d'attente

Le scénario débute à 3000 ft à BODIL. Le mode NAV est actif, la source de navigation est FMS. Sur le FMA les indications FMS1 et ALT apparaissent en vert et le directeur de vol est centré en permanence. Le circuit d'attente est matérialisé sur le MD. Le tour d'attente est effectué avec le pilote automatique actif.

Descente à 2000 ft : l'altitude de 2000 ft est sélectionnée sur le FCP. Le mode VS est ensuite activé en pressant le bouton VS et en sélectionnant une vitesse verticale de -1000 ft/min.

## 2. Armement de l'approche

- La fréquence ILS 1 est activée, la source de navigation est sélectionnée sur VOR. Le pilote automatique passe alors en mode ROLL. Le mode HDG est ensuite activé puis le mode APPR armé : LOC 1 et GS clignotent en vert sur le FMA lors de la capture puis sont affichés en vert de façon permanente. Le directeur de vol reste centré pendant toute l'approche.

Remarque : cette séquence ne correspond pas exactement au scénario prévu. Le mode HDG aurait dû être activé avant le changement de source NAV. Ceci explique le passage par le mode Roll.

- L'indication OM clignote en bleu en haut et à droite de l'ADI au passage de l'Outer Marker.
- Les indications MDA 520 sont affichées en bleu en permanence à droite sur le FMA. Au passage de la MDA, l'indication MDA apparaît et clignote sur l'ADI, en haut et à droite de l'écran. Simultanément, l'annonce GPWS « Minimums minimums » se fait entendre.
- L'armement du mode APPR entraîne son activation immédiate et le FMA indique LOC (vert) à gauche et GS (blanc) à droite, puis LOC (vert) et GS (vert) à gauche lorsque le glide est capturé.
- Un losange symbolisant le LOC apparaît à 600 ft radiosonde sous l'ADI. Lorsqu'il est en butée, le losange devient un demi-losange. La représentation est la même pour le glide. La représentation principale du LOC est située sur le HSI avec une barre verte (coupée en son milieu) symbolisant l'axe LOC et un segment indiquant l'écart par rapport à l'axe.
- Le pilote automatique est déconnecté à 650 ft radiosonde.
- La remise de gaz (volet 8°) est débutée à 90 ft radiosonde. Le bouton TOGA est enclenché et la barre horizontale du directeur de vol se positionne sur +10° d'assiette. Les symboles GA GA apparaissent en vert sur le FMA.
- La hauteur minimale lors de la séquence de remise de gaz est de 60 ft, ce qui représente une perte de hauteur de 30 ft.

## 3. Annonces GPWS

- « Five hundred »
- « Minimums minimums » à 520 ft QNH.
- « One hundred »

Remarque : les hauteurs « 400, 300, 200 » n'ont pas été entendues lors de la simulation.

## Scénario 2

L'équipage est autorisé à l'approche CAT I RWY 26L. Il arme aussitôt le mode HDG puis le mode APPR. Une DH de 200 ft est sélectionnée, la remise de gaz s'effectue à 90 ft radiosonde.

Remarque : la DH est habituellement affichée pour les approches CAT II et CAT III.

Objectifs :

- observer l'interception du LOC par le mode APP, puis celle du glide ;
- observer la différence d'affichage MDA / DH et les annonces GPWS associées.

Observations :

#### 1. Première partie

- Le début de la simulation est effectué sous pilote automatique en mode HDG. Au FMA, les indications HDG et VS apparaissent en vert, l'indication ALT en blanc. L'approche est armée entre 0,7 et 0,9 points du LOC et la capture n'est jamais effectuée. Le mode VS est activé avec une vitesse verticale sélectionnée de - 1000 ft/min. Le FMA indique : HDG VS 1,0↓ vert, LOC 1, ALT S, GS blanc. Le directeur de vol reste centré pendant toute l'approche.

Remarque : le scénario ne se déroule pas comme prévu car l'approche est armée de façon tardive et l'avion a dérivé à cause du vent. La capture du LOC n'a pas lieu et la descente s'effectue au PA en mode HDG, VS. Ce scénario étant proche du vol de l'accident, il n'est pas interrompu.

- L'indication DH 200 est affichée en bleu à droite sur le FMA.
- Lors de la descente, l'avion est sous le glide et de nombreuses annonces GPWS « Glide Slope » sont entendues. Les annonces « Two hundred » puis « One hundred » sont également entendues, mais pas l'annonce « Minimums ». Sur l'ADI, le glide et le localizer sont en butée et sur le HSI, le localizer est en butée sur deux points. Le scénario est poursuivi jusqu'à la remise de gaz.

#### 2. Deuxième partie

- Le scénario est repris après l'armement du mode APPR. Un cap de 280° (convergent vers l'axe du localizer) est affiché au sélecteur de cap. L'indication HDG 280 apparaît en bas à gauche de l'ADI. Le FMA indique : HDG, ALT S Cap vert, LOC 1, GS blanc.
- A 1,3 points du LOC, la capture s'effectue. Sur le FMA, LOC 1 clignote en vert, avec toujours les indications ALT S CAP en vert et GS en blanc. A 0,4 point du glide, le symbole GS clignote en vert.
- Les annonces GPWS « Five hundred », « Minimums minimums » puis « One hundred » sont successivement entendues.

### Scénario 3

L'équipage est autorisé à l'approche ILS CAT I RWY 26L. Le mode APPR est armé de façon tardive (en dehors du faisceau de capture du LOC). La remise de gaz est effectuée en configuration 45° à 90 ft radiosonde.

Objectifs

- reproduire le vol de l'accident ;
- observer la dérive de l'avion en mode HDG ;
- reproduire la remise de gaz avec volets à 45°.

### Observations

- Le scénario débute à 3000 ft à proximité de BODIL. L'équipage se dirige au FMS vers la radiobalise GU. Sur le FMA, les indications sont : FMS 1, ALTS CAP en vert. A 10 NM de BG, l'équipage descend vers 2000 ft QNH sur l'axe du localizer.
- L'équipage est autorisé à l'approche : le mode HDG devient actif. Le PF change la source de navigation de FMS à VOR et active la fréquence ILS1. L'indication à gauche du HSI change de FMS 1 à LOC 1. A 2000 ft, le symbole ALT S clignote en vert sur le FMA. L'équipage configure l'avion pour l'atterrissage. L'avion commence à dériver vers la gauche. L'avion est sur le glide à 5 NM de BG, toujours à 2000 ft QNH. L'indication au FMA est : HDG, ALT S en vert. Le PF engage le mode VS, qui recapture instantanément car l'altitude sélectionnée est égale à l'altitude de vol (2000 ft). Le PF sélectionne une altitude supérieure (3600 ft) puis engage le mode VS à un taux de 1500 ft/min. Les affichages sur le FMA sont : HDG, VS 1,5↓ en vert, ALT S en blanc. A deux points du LOC, lorsque l'avion traverse le plan du glide, le PF arme le mode APPR (apparition des indications LOC 1, GS en blanc sur le FMA). Le directeur de vol reste centré en permanence. A 340 ft le pilote automatique est déconnecté, la vitesse verticale étant de - 1100 ft/min.
- Le PF remet les gaz à 70 ft radiosonde. Lors de la procédure de remise de gaz, la perte de hauteur est de 20 ft.
- Annonce GPWS : plusieurs alarmes « Glide Slope » puis « Sink Rate », « Five hundred » à 430 ft radiosonde, « One hundred » et pas d'annonce « Minimums » à la MDA mais une alarme « Sink rate » et le symbole MDA clignote en jaune sur l'ADI.

### Essais complémentaires

Des simulations complémentaires ont permis de confirmer plusieurs points :

- L'armement du mode APPR à 0,2 point à gauche du LOC avec un cap divergent de 15° environ conduit à une capture du localizer (LOC vert au FMA).
- Même essai à un point du LOC : le LOC n'est pas capturé.
- Avec un cap légèrement convergent (< 5°), la capture se fait à environ 0,6 point du LOC.
- Remise de gaz volet 45° avec une poussée correspondant à 40% de N1 : la remise de gaz est débutée à 90 ft, l'altitude minimum observée est de 25 ft radiosonde.

Remarques :

- Le simulateur ne reproduit pas fidèlement les efforts sur les commandes (notamment lors des remises de gaz).
- Les annonces GPWS émises par le simulateur ne sont pas représentatives des annonces entendues en vol dans l'avion.

## Espaces aériens de Brest Guipavas

*Espaces propres à Iroise :*

- *TMA Iroise de classe E.*
- *SIV Iroise de classe E dans les limites verticales des espaces aériens contrôlés TMA et CTA. Il est de classe G partout ailleurs.*

*Espaces délégués par Brest :*

- *en dehors des heures d'ouverture de Landivisiau, les espaces S/CTA 1 IROISE, S/CTA 3 IROISE et S/CTA 4 IROISE de classe E.*
- *en dehors des heures d'ouverture de Landivisiau et de Lanvéoc, les espaces S/CTA 2 IROISE de classe E.*
- *CTA Iroise de classe E.*

*Nota 1 : pendant les horaires d'ouverture de Landivisiau et de Lanvéoc, les espaces S/CTA ci-dessus sont gérés par Landivisiau et Lanvéoc en classe D.*

*Nota 2 : Iroise gère les niveaux de plafond dans les espaces délégués ci-dessus.*

## Consigne permanente aux LVP à Brest Guipavas



Guipavas, le 29 avril 2003

### CONSIGNE PERMANENTE 18/2003



objet : **PROCEDURES LVP**  
référence : **020719** DAC.O/D2NB  
affaire suivie par :

direction  
de l'Aviation  
civile ouest

**cette consigne annule celle du 25 avril 2003**

A Brest-Guipavas, les procédures LVP seront obligatoirement mises en œuvre par les conditions météorologiques suivantes :

**-RVR mesurée la plus faible inférieure à 800 mètres, ou base des nuages  $\leq$  200ft,**

**-RVR inférieure à 400 mètres pour les DECOLLAGES PAR FAIBLE VISIBILITE**  
(la piste 08 n'est pas homologuée pour les décollages par visibilité  $\leq$  150 m)

Page 1/2

## **MISE EN ŒUVRE DES LVP :**

- 1°) La mise en vigueur des LVP sera enregistrée sur l'ATIS.
- 2°) Groupe électrogène en fonctionnement pendant toute la durée des LVP.
- 3°) Balisage lumineux en fonctionnement, vérification du panneau d'état.
- 4°) Faire dégager l'aire de manœuvre jusqu'à 150 mètres de part et d'autre de l'axe de piste.
- 5°) ILS verrouillé (portes des abris localizer et glide fermées, pas d'intervention de la maintenance en cours)
- 6°) Informer le SSLIA : inspection de piste et dégagement des aires critiques et sensibles de l'ILS.
- 7°) Informer la BGTA : renforcement de la surveillance anti-intrusion.
- 8°) Informer la MAINTENANCE et le SERVICE ELECTRIQUE (horaires de bureau).
- 9°) Les RVR doivent être données aux pilotes.
- 10°) Respect des séparations entre aéronefs :
  - à la suite d'une arrivée, le 2<sup>ème</sup> n'est autorisé à débiter son approche que lorsque la piste est dégagée.
  - à la suite d'un départ, l'arrivée n'est autorisée à débiter son approche que lorsque le départ a annoncé son décollage.
- 11°) La circulation sur l'aire de manœuvre est limitée à un aéronef à la fois.
- 12°) Le repoussage n'est autorisé que si l'aéronef peut décoller avant le début de l'approche CAT II ou CAT III de l'aéronef à l'arrivée.
- 13°) Informer le SSLIA de la levée temporaire ou définitive des LVP.
- 14°) Informer la BGTA, la MAINTENANCE, les ELECTRICIENS, de la levée définitive des LVP.
- 15°) Le chemin de lutte aviaire se situant dans les aires sensibles de l'ILS, celui ci est inutilisable lors de procédures LVP (atterrissage ou décollage), ainsi que lors des entraînements CATII CATIII.

(cette consigne sera incluse dans le manex contrôleur)

BUREAU D'ENQUETES ET D'ANALYSES  
POUR LA SECURITE DE L'AVIATION CIVILE  
Aéroport du Bourget - Bâtiment 153  
93352 Le Bourget Cedex  
FRANCE  
Tél. : +33 1 49 92 72 00  
Fax : +33 1 49 92 72 03  
[com@bea-fr.org](mailto:com@bea-fr.org)

[www.bea.aero](http://www.bea.aero) / [www.bea-fr.org](http://www.bea-fr.org)



*Liberté • Égalité • Fraternité*  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE