

Rapport

Accident survenu le **16 octobre 2012**
sur l'**aérodrome de Lorient Lann Bihoué (56)**
au **Bombardier CRJ-700** immatriculé **F-GRZE**
exploité par **Brit Air**

BEA

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

Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie

Les enquêtes de sécurité

Le BEA est l'autorité française d'enquêtes de sécurité de l'aviation civile. Ses enquêtes ont pour unique objectif l'amélioration de la sécurité aérienne et ne visent nullement la détermination des fautes ou responsabilités.

Les enquêtes du BEA sont indépendantes, distinctes et sans préjudice de toute action judiciaire ou administrative visant à déterminer des fautes ou des responsabilités.

Table des matières

LES ENQUÊTES DE SÉCURITÉ	2
GLOSSAIRE	5
SYNOPSIS	7
1 - RENSEIGNEMENTS DE BASE	9
1.1 Déroulement du vol	9
1.2 Tués et blessés	10
1.3 Dommages à l'aéronef	10
1.4 Autres dommages	10
1.5 Renseignements sur le personnel	11
1.5.1 Commandant de Bord (CdB)	11
1.5.2 Copilote	11
1.6 Renseignements sur l'aéronef	12
1.6.1 Généralités	12
1.6.2 Masse et centrage	13
1.6.3 Performances	13
1.7 Renseignements météorologiques	14
1.8 Aides à la navigation	14
1.9 Télécommunications	15
1.9.1 ATIS	15
1.9.2 Contrôle de Lorient Lann Bihoué	15
1.10 Renseignements sur l'aérodrome	15
1.10.1 Généralités	15
1.10.2 Piste 07/25	15
1.10.3 Homologation des pistes 07/25	15
1.10.4 Balisage diurne de la piste 25	16
1.10.5 Balisage lumineux de la piste 25	18
1.10.6 Rétention d'eau sur la piste 25	18
1.10.7 Mesures d'adhérence fonctionnelle de la piste 07/25	19
1.11 Enregistreurs de bord	20
1.11.1 Exploitation des paramètres	20
1.11.2 Exploitation des données issues du CVR	22
1.12 Renseignements sur l'épave et l'impact	22
1.13 Renseignements médicaux et pathologiques	23
1.14 Incendie	23
1.15 Questions relatives à la survie des occupants	24
1.16 Essais et recherches	24
1.16.1 Examens	24
1.16.2 Evaluation de l'état de contamination de la piste	24
1.16.3 Etude des performances de l'avion	25

1.17 Renseignements sur les organismes et la gestion	28
1.17.1 Brit Air	28
1.17.2 Base Aéronavale de Lann Bihoué	36
1.17.3 Surveillance de Brit Air	37
1.18 Renseignements supplémentaires	38
1.18.1 ASR de l'équipage de l'avion précédent (Embraer 145)	38
1.18.2 Evénements antérieurs à Lorient Lann Bihoué	38
1.18.3 Règles et particularités relatives aux pistes mouillées ou contaminées par de l'eau	38
1.18.4 Plan d'actions de la DGAC	39
1.18.5 Témoignage de l'équipage de conduite	39
1.18.6 Système embarqué de prévention des sorties de piste	43
1.18.7 Evaluation, prise en compte et standardisation de la transmission de l'état de la piste	43
1.18.8 Actions de sécurité depuis l'accident	43
2 - ANALYSE	45
2.1 Scénario	45
2.2 Performance humaine	46
2.2.1 Gestion des ressources de l'équipage	46
2.2.2 Gestion des erreurs et des menaces	46
2.3 Méthodes de l'exploitant	47
2.3.1 Performances des fonctions formation, entraînement et contrôle des équipages	47
2.3.2 Documentation	48
2.3.3 Vols de cinq étapes	48
2.3.4 Culture de sécurité	49
2.3.5 Evaluation et surveillance des équipages	49
2.4 Exploitation de l'aérodrome	50
2.4.1 Exploitant de l'aérodrome	50
2.4.2 Caractéristiques de la piste	50
2.4.3 Etat de la piste	50
3 - CONCLUSION	52
3.1 Faits établis par l'enquête	52
3.2 Causes de l'accident	53
4 - RECOMMANDATIONS DE SECURITE	55
4.1 Balisage lumineux de la piste	55
4.2 Zones de rétention d'eau de la piste 07/25	56
4.3 Gestion des menaces et des erreurs	56
4.4 Niveau professionnel des équipages	57
4.5 Gestion du risque fatigue	57
4.6 Clarification du MANEX et de la DR	58
4.7 Symposiums de la DGAC	58
4.8 Plan d'actions européen pour la prévention des sorties de piste	59
4.9 Certification de l'exploitant d'aérodrome	59

Glossaire

AD	Aérodrome
AESA	Agence Européenne de la Sécurité Aérienne
ANS	Approche Non Stabilisée
AP	Auto-Pilot / Pilote Automatique (PA)
ASR	Air Safety Report
ASSP	Appontage Simulé Sur Piste
ATIS	Automatic Terminal Information Service / Service automatique d'information de région terminale
ATPL	Airline Transport Pilot Licence / Licence de pilote de ligne avion
BAN	Base Aéronavale
BEAD	Bureau Enquêtes Accidents Défense
CAS	Calibrated AirSpeed / Vitesse corrigée
CdB	Commandant de Bord
CEL	Contrôle En Ligne
CHI	Contrôle Hors Ligne
CHEA	Conditions d'Homologation et procédures d'Exploitation des Aéroports
CLA	Contrôle Local d'Aérodrome
CRM	Cockpit/Crew Resource Management / Gestion des ressources en équipe
CTA	Certificat de Transporteur Aérien
CVR	Cockpit Voice Recorder / Enregistreur de conversations de poste de pilotage
DGAC	Direction Générale de l'Aviation Civile
DH	Decision Height / Hauteur de décision
DIRCAM	Direction de la Circulation Aérienne Militaire
DR	Documentation Réduite
DSAC	Direction de la Sécurité de l'Aviation Civile
EAPPRE	European Action Plan for the Prevention of Runway excursions
ECAST	European Commercial Aviation Safety Team
ECP	Entraînements et Contrôles Périodiques
EHL	Entraînement Hors Ligne
FCOM	Flight Crew Operating Manual
FDR	Flight Data Recorder / Enregistreur de données de vol
FON	Flight Operations Note
ft	Feet / Pieds
GPR	Guide des Pratiques Recommandées
HDG	Heading / Cap
ILS	Instrument Landing System / Système d'atterrissage aux instruments
kt	Knot / Nœud
LDA	Landing distance Available / Distance utilisable à l'atterrissage
LOC	Localizer

MANEX	Manuel d'exploitation
METAR	Aerodrome routine meteorological report / Message d'observation météorologique régulière d'aérodrome
MSN	Main Serial Number
OACI	Organisation de l'Aviation Civile Internationale
OCV	Organisme du Contrôle en Vol
OPL	Officier Pilote de Ligne
OSV	Officier de Sécurité des Vols
PA	Pilote Automatique
PAPI	Precision Approach Path Indicator / Indicateur de trajectoire d'approche de précision
PAR	Precision Approach Radar / Radar d'approche de précision
PEPN	Pôle d'Expertise du Personnel Navigant
PF	Pilot Flying / Pilote en Fonction
PM	Pilote Monitoring
PNC	Personnel Navigant Commercial
PNF	Pilot Non Flying / Pilote Non en Fonction
PNT	Personnel Navigant Technique
PSE	Plan de Sécurité de l'Etat
PVE	Plan de Vol Exploitation
QRH	Quick Reference Hand book
RA	Radio Altitude
SASV	Service Analyse et Sécurité des Vols
SGS	Système de Gestion de la Sécurité
SMS	Système de Management de la Sécurité
SOP	Standard Operating Procedures / Procédures d'exploitation normalisées
SSLIA	Service de Sauvetage et de Lutte contre l'Incendie des Aéronefs
STAC	Services Techniques de l'Aviation Civile
TAF	Aerodrome Forecast / Prévision d'aérodrome
TEM	Threat and Error management / Gestion des erreurs et des menaces
VAPP	Vitesse d'Approche
VREF	Vitesse de Référence

Synopsis

Sortie longitudinale de piste lors d'un atterrissage sur une piste contaminée par de l'eau

Aéronef	Avion Bombardier CRJ-700 immatriculé F-GRZE
Date et heure	16 octobre 2012 à 19 h 22 ⁽¹⁾
Exploitant	Brit Air
Lieu	Aérodrome de Lorient Lann Bihoué (56)
Nature du vol	Transport public Service régulier intérieur de passagers
Personnes à bord	Commandant de bord (PF) ; copilote (PM) ; 2 PNC ; 53 passagers
Conséquences et dommages	Avion fortement endommagé

⁽¹⁾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.

L'équipage est autorisé pour une approche ILS RWY 25. Au cours de la descente, le contrôleur l'informe d'un vent du 160° pour 17 kt avec des rafales de 26 kt et d'un grain fort et durable. La visibilité est réduite entre 2 000 et 3 000 m et la piste est mouillée avec des flaques d'eau. Il signale que l'avion précédent a rencontré des difficultés lors de son atterrissage en raison de phénomène « d'aquaplaning ».

L'équipage effectue l'approche en configuration volets 30°

L'approche ILS 25 est stable à 1 000 ft. Le pilote automatique (PA) est déconnecté vers 500 ft.

Le train principal de l'avion touche la piste à environ 1 100 m de la fin de piste.

L'avion sort de la piste, heurte les antennes du LOC avec l'aile gauche et s'immobilise dans un champ en herbe à environ 200 m du seuil 07.

Une évacuation d'urgence est ordonnée. Les 53 passagers évacuent par la porte avant gauche et les issues d'aile.

L'enquête a montré que l'accident est dû à l'absence de décision de l'équipage d'interrompre l'atterrissage alors qu'il n'avait pris conscience ni de la contamination de la piste ni de la longueur de piste restante.

La poursuite de l'atterrissage peut s'expliquer par :

- une conscience de la situation insuffisante liée :
 - au niveau de performance de l'équipage, celui-ci étant par ailleurs dégradé par la fatigue et la routine,
 - à une méconnaissance des marges de sécurité et à une formation TEM inadaptée ;
- une approche de la sécurité ne conduisant pas suffisamment les équipages à remettre en cause leur projet d'action.

Les facteurs suivants ont contribué à l'événement :

- la sous-estimation par l'équipage des conditions météorologiques ;
- des consignes opérationnelles parfois peu claires ou contradictoires fragilisant le travail en équipage ;
- les caractéristiques de la piste 25, par ailleurs non documentées dans le MANEX de Brit Air ;
- l'organisation de l'exploitation de l'aérodrome contribuant à ne pas corriger dans des délais raisonnables les écarts identifiés concernant la piste 25 ;
- l'absence d'une phraséologie commune garantissant aux équipages et aux contrôleurs une connaissance partagée de l'état réel de la piste ;
- l'organisation des entraînements et des contrôles ne permettant pas suffisamment à l'exploitant de connaître et d'améliorer sa performance de sécurité ;
- la prise en compte incomplète du risque fatigue par la compagnie.

Le BEA a adressé à l'AESA, la DGAC, la DIRCAM et l'Etat-Major de la Marine Nationale quinze recommandations de sécurité relatives :

- au balisage lumineux de la piste ;
- aux zones de rétention d'eau de la piste 07/25 ;
- à la gestion des menaces et des erreurs ;
- au niveau professionnel des équipages ;
- à la gestion de la fatigue ;
- à la clarification du Manuel d'Exploitation (MANEX) et de la Documentation Réduite (DR) ;
- aux symposiums de la DGAC ;
- au plan d'actions européen pour la prévention des sorties de piste ;
- à la certification de l'exploitant d'aérodrome.

1 - RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1 Déroulement du vol

L'équipage décolle de Paris Orly à 18 h 30 à destination de Lorient Lann Bihoué. C'est le cinquième et dernier vol de la journée. Le commandant de bord est aux commandes (PF).

Vers 19 h 00 un peu avant la descente, il prend connaissance de l'information ATIS WHISKY qui indique que la piste 07 est en service avec une procédure PAR.⁽²⁾

Vers 19 h 04, l'équipage contacte le contrôleur d'approche et prend connaissance des conditions de vent : 160°/17kt avec des rafales de 26 kt. Il demande l'autorisation d'effectuer une approche ILS 25 (CAT I) et choisit de réaliser l'atterrissage en configuration volets 30°⁽³⁾. Il annonce qu'il affichera une vitesse de 140 kt, sans préciser s'il s'agit de la vitesse d'approche (VAPP) ou de la vitesse de référence (VREF).

Vers 19 h 06, l'équipage débute la descente. Le briefing arrivée est réalisé par l'annonce du copilote (PM): « *Ok standard, j'ai pas de questions à te poser* ». La check-list « *Descente* » est effectuée.

Vers 19 h 10, le contrôleur rappelle à l'équipage⁽⁴⁾ les conditions de vent et signale que « *la piste est mouillée avec des flaques* » et que l'avion précédent a rencontré des difficultés lors de son atterrissage en raison d'un phénomène « *d'aquaplaning* ». Le PM partage ces informations avec le PF. Peu après, le contrôleur précise qu'il y a des averses sur l'aérodrome et que la visibilité diminue vers 2 000 m.

A 19 h 12, l'équipage est autorisé à descendre à 3 000 ft. Le PF demande la check-list « *Approche* » au PM. Ce dernier attend le compte rendu du PNC et, dans l'attente, fait part de la gêne occasionnée par l'écran affichant le « *Cabin Ready* ». Au même moment, le contrôleur indique que les précipitations sont importantes et qu'elles vont encore durer environ 1 heure. Il précise qu'une inspection effectuée une demi-heure auparavant a révélé que la piste était « *mouillée avec des flaques* ». Il précise à nouveau que l'avion précédent a subi de « *l'aquaplaning* » et que l'atterrissage était « *un peu compliqué* ».

L'équipage reçoit le compte rendu du PNC et effectue la check-list « *Approche* ». Elle est interrompue par le contrôleur qui transmet le dernier vent (150°/17kt avec des rafales de 25 kt) et autorise l'approche ILS 25. Elle est reprise sans que le calage des altimètres ne soit effectué.

Vers 19 h 20, l'avion est établi sur l'ILS à une altitude d'environ 1 900 ft et une vitesse de 180 kt. Le pilote automatique est engagé. L'équipage sort le train d'atterrissage, annonce et affiche une VAPP de 140 kt et positionne les volets sur 30. A 1 500 ft, il effectue la check-list « *Atterrissage* » au cours de laquelle il recale les altimètres et se demande si la check-list « *Approche* » a été effectuée.

Une minute plus tard, le contrôleur autorise l'équipage à l'atterrissage et donne un dernier vent (160°/14kt avec des rafales de 24 kt). L'enregistreur de paramètres indique qu'à cet instant l'avion est soumis à une composante de vent arrière d'environ 4 kt⁽⁵⁾.

Passant 1 000 ft radio sonde, l'avion est établi sur l'ILS avec une vitesse de 144 kt. Le PF annonce « *stable, on poursuit* ».

⁽²⁾Approche de précision sous guidage radio/radar du contrôle d'approche.

⁽³⁾L'enregistrement du CVR indique que ce choix est effectué pour le confort des passagers. Le témoignage de l'équipage précise que cette configuration a été choisie, lors de la préparation du vol, en raison du risque de cisaillement de vent.

⁽⁴⁾A ce moment, le PF parle par l'interphone avec un PNC en cabine.

⁽⁵⁾Cette tendance restera observable jusqu'au toucher des roues.

A 600 ft radio sonde, l'équipage voit la rampe d'approche. Le PF demande la vitesse maximale des essuie-glaces. Pendant environ dix secondes, la vitesse passe au-dessus de 150 kt avec un maximum de 155 kt. L'avion passe 500 ft radio sonde avec une vitesse de 154 kt. Le PM annonce « *paré, autorisé* » et le PF acquiesce. L'AP est déconnecté à 400 ft.

Vers 200 ft radio sonde, le PF indique qu'il « *travaille avec un badin haut plutôt au-dessus* ». Le PM approuve son choix. La vitesse est alors de 147 kt.

A 150 ft, l'assiette de l'avion est de 0° et commence à augmenter progressivement. Entre 100 ft et le toucher des roues, de nombreuses actions en roulis sont enregistrées.

L'avion passe le seuil 25 à une hauteur radio sonde de 56 ft. La vitesse est de 153 kt avec un vent arrière de 4 kt.

Le PM signale au PF que la visibilité est mauvaise et que l'avion se trouve à gauche de l'axe de piste. Neuf secondes plus tard, le train principal touche le sol à environ 1 130 m du seuil 25. La vitesse sol est de 140 kt. Les spoilers se déploient. L'équipage commande la sortie des inverseurs de poussée puis applique la poussée « *Max reverse* ». L'avion décélère.

Après neuf secondes, le PF indique ne pas pouvoir freiner⁽⁶⁾. L'avion sort de piste douze secondes plus tard à une vitesse sol de 66 kt. Il heurte les antennes du LOC avant de s'immobiliser à environ 200 m du seuil de piste 07.

L'équipage émet un message de détresse et ordonne l'évacuation de l'avion. Les services de secours arrivent sur le lieu de l'accident quelques minutes plus tard.

⁽⁶⁾Aucun paramètre relatif à l'application d'une action de l'équipage sur les freins n'est enregistré dans le FDR.

1.2 Tués et blessés

	Blessures		
	Mortelles	Graves	Aucune
Membres d'équipage	-	-	4
Passagers	-	-	53
Autres personnes	-	-	-

1.3 Dommages à l'aéronef

Le train principal et le train avant ont subi des dommages importants qui ont nécessité leur remplacement.

Des dommages structurels majeurs ont été constatés.

Les deux réacteurs ont été déposés et mis en réparation.

1.4 Autres dommages

Les antennes du LOC ont été endommagées lors de la collision de l'avion avec celles-ci.

1.5 Renseignements sur le personnel

1.5.1 Commandant de Bord (CdB)

Homme, 42 ans.

- Licence de pilote professionnel délivrée par la France le 7 janvier 1997.
- Licence de pilote de ligne avion ATPL(A) délivrée par la France le 13 février 2004.
- Commandant de Bord depuis le 7 août 2007.
- Qualification de type CRJ-700 délivrée le 17 novembre 2001, prorogée tous les ans.
- Dernier contrôle en ligne effectué le 20 août 2012 sur CRJ-700.
- Dernier contrôle hors ligne effectué le 4 juin 2012 sur CRJ-100.
- Dernière formation CRM réalisée le 4 avril 2012, incluant une séance de TEM.
- Aptitude médicale de classe 1 valable jusqu'au 30 septembre 2013.

Expérience

- Totale : 6 910 heures de vol dont 3 363 en qualité de CdB.
- Sur type : 4 025 heures de vol, dont 3 128 en qualité de CdB.
- Dans les trois derniers mois : 137 heures de vol, 7 atterrissages de nuit dont celui de l'accident et 3 atterrissages de jour sur la piste 25 de Lorient Lann Bihoué.
- Dans le dernier mois : 48 heures de vol, 3 atterrissages de nuit dont celui de l'accident et 2 atterrissages de jour sur la piste 25 de Lorient Lann Bihoué.
- Dans les 24 dernières heures : 5 heures et 36 minutes, 1 atterrissage de jour sur la piste 25 de Lorient Lann Bihoué.

Activités les jours précédents en heures locales (voir planning en annexe 1)

Les 13 et 14 octobre 2012, il était en repos à son domicile dans le sud-ouest de la France.

Le 15 octobre 2012, il s'est levé vers 4 h 45 et a pris un vol pour Paris Charles de Gaulle. Il a effectué un vol aller-retour Paris Charles de Gaulle – Gênes avec un départ à 10 h 15 et un retour à 14 h 45. Il est resté sur Paris et s'est couché vers 22 h 00.

Le 16 octobre 2012, il s'est levé vers 7 h 00 pour le vol de 5 étapes - Paris Orly – Quimper – Paris Orly – Lorient – Paris Orly – Lorient.

Cursus professionnel

Le CdB a été embauché le 19 mars 1992 en qualité de PNC. Après une formation au brevet de pilote de ligne, il est passé PNT le 23 août 1999. Il a été formateur CRM du 1er février 2010 au 6 avril 2011.

Entraînements et contrôles périodiques (ECP)

Le CdB a été déclaré « apte » à tous ses ECP.

Le niveau professionnel est qualifié de « bon » selon les fiches de contrôle.

1.5.2 Copilote

Homme, 45 ans.

- Licence de pilote professionnel délivrée par la France le 24 octobre 1995.
- Licence de pilote de ligne avion ATPL(A) délivrée par la France le 27 juillet 2003.
- Nommé OPL le 5 juillet 2004.
- Qualification de type CRJ-700 délivrée le 21 septembre 2004, prorogée tous les ans.

- Qualification de type⁽⁷⁾ CRJ-1000 délivrée le 23 juillet 2011, prorogée tous les ans.
- Dernier contrôle en ligne effectué le 15 août 2012 sur CRJ-1000.
- Dernier contrôle hors ligne effectué le 19 mai 2012 sur CRJ-700.
- Dernière formation CRM réalisée le 10 janvier 2012.
- Il n'avait pas encore suivi de formation TEM.
- Aptitude médicale de classe 1 valable jusqu'au 31 octobre 2013.

⁽⁷⁾Les QT CRJ 700 et CRJ 1000 sont les mêmes avec une formation aux différences.

Expérience

- Totale : 5 244 heures de vol dont 3 014 sur type.
- Dans les trois derniers mois : 179 heures, 8 atterrissages de nuit dont celui de l'accident et 2 atterrissages de jour sur la piste 25 de Lorient Lann Bihoué.
- Dans le dernier mois : 59 heures de vol, 4 atterrissages de nuit dont celui de l'accident et 1 atterrissage de jour sur la piste 25 de Lorient Lann Bihoué.
- Dans les 24 dernières heures : 5 heures et 36 minutes, 1 atterrissage de jour sur la piste 25 de Lorient Lann Bihoué.

Activités les jours précédents en heures locales (voir planning en annexe 1)

Les 11 et 12 octobre 2012, il était en repos à son domicile dans le sud de la France.

Il a effectué des vols de trois étapes les 13 et 14 octobre 2012.

Le 15 octobre 2012, il s'est levé vers 7 h 00 et a pris un vol pour Paris Orly. Il a réalisé un vol de quatre étapes avec un départ à 13 h 15 et un retour à 20 h 40. Il est resté sur Paris et s'est couché vers 22 h 30.

Le 16 octobre 2012, il s'est levé vers 9 h 00 pour le vol de cinq étapes - Paris Orly – Quimper – Paris Orly – Lorient – Paris Orly – Lorient.

Cursus professionnel

Il a été embauché le 5 juillet 2004 en qualité de copilote.

ECP

Il a été déclaré « apte » à tous ses ECP.

Le niveau professionnel est qualifié de « bon » selon les fiches de contrôle.

1.6 Renseignements sur l'aéronef

1.6.1 Généralités

Le F-GRZE a été construit en 2002. Il présente une masse maximale au décollage de 31 990 kg, une masse maximale à l'atterrissage de 30 391 kg et une capacité d'emport de 72 passagers. Il est équipé de deux moteurs General Electric de type CF34-8C5B1.

Constructeur	Bombardier
Type	CL-600-2C10
Numéro de série	10 032
Mise en service	6 février 2002
Certificat de navigabilité	N° 117603 délivré le 13 décembre 2007 par la France, valide jusqu'au 4 février 2013
Certificat d'examen de navigabilité	N° 10-G0010-016 du 3 janvier 2012
Utilisation à la date du 16 octobre 2012	19 841 heures et 19 063 cycles
Utilisation depuis la visite « <i>grand entretien</i> » du 6 juin 2011	2 211 heures et 2 061 cycles

L'avion est entretenu par Brit Air conformément à un programme d'entretien approuvé par la DSAC/Ouest.

1.6.2 Masse et centrage

Les masses et les centrages étaient dans les limites fixées par le constructeur.

La masse enregistrée à l'atterrissage était de 28,6 t.

1.6.3 Performances

1.6.3.1 Vitesse de référence (VREF)

Masse de 29 t :

- Volets 45° : 132 kt
- Volets 30° : 140 kt

1.6.3.2 Distance d'atterrissage

Distance requise à l'atterrissage : c'est la distance réglementaire (appelée « distance légale » dans le MANEX Brit Air) à calculer lors de la préparation du vol pour les aérodromes de destination et de dégagement. Cette distance est supérieure à la distance réelle prévue à l'atterrissage car elle comporte des marges de sécurité.⁽⁸⁾

Le plan de vol en exploitation et l'état de charge indiquent une masse prévue à l'atterrissage de 28 367 kg. L'équipage a retenu une masse de 29 t. Les distances requises à l'atterrissage à la VAPP sont fournies par le MANEX :

Configuration et VAPP (masse de 29 t)	Piste mouillée ⁽⁹⁾	Piste contaminée eau ⁽¹⁰⁾
Volets 45° VAPP = VREF	1 725 m	1 890 m
Volets 30° VAPP = VREF	2 156 m	2 362 m
Volets 45° VAPP = VREF + 5 kt	1 725 m	1 990 m
Volets 30° VAPP = VREF + 5 kt	2 156 m	2 487 m
Volets 45° VAPP = VREF + 10 kt	1 725 m	2 090 m
Volets 30° VAPP = VREF + 10 kt	2 156 m	2 737 m

Note :

La piste 25 à Lorient Lann Bihoué est longue de 2 230 m (voir paragraphe 1.10).

La distance d'atterrissage est augmentée sur :

- piste mouillée : + 42 m par kt de vent arrière
- piste contaminée : + 45 m par kt de vent arrière

⁽⁸⁾Elle est égale à la distance réelle d'atterrissage multipliée par 1,67 sur piste sèche. Pour une piste mouillée, elle est égale à la distance requise à l'atterrissage sur piste sèche multipliée par 1,15. Pour une piste contaminée, elle correspond à la plus grande des distances suivantes : la distance requise à l'atterrissage sur piste mouillée ou la distance d'atterrissage sur piste contaminée multipliée par 1,15.

⁽⁹⁾Les marges, prises en compte par la réglementation, couvrent une majoration de la VREF. Ceci explique pourquoi, pour une configuration donnée, les distances « légales » d'atterrissage ne varient pas pour des VAPP différentes.

⁽¹⁰⁾Selon le règlement (CE) n° 859/2008 de la Commission du 20 août 2008 et l'annexe 6 à la Convention relative à l'aviation civile, une piste est dite contaminée par de l'eau lorsque plus de 25 % de la surface, que ce soit par fractions ou non, délimitée par la longueur et la largeur requises utilisées est recouverte par une pellicule d'eau de plus de 3 mm.

Distance d'atterrissage : c'est la distance entre le passage à la verticale du seuil de piste à une hauteur de 50 ft et l'arrêt complet de l'avion en considérant un freinage maximal.⁽¹¹⁾

Configuration et VAPP (masse de 29 t)	Piste mouillée ⁽¹²⁾	Piste contaminée eau
Volets 45° VAPP = VREF	1 035 m	1 694 m
Volets 30° VAPP = VREF	1 294 m	2 117 m
Volets 45° VAPP = VREF + 5 kt	1 035 m	1 784 m
Volets 30° VAPP = VREF + 5 kt	1 294 m	2 230 m
Volets 45° VAPP = VREF + 10 kt	1 035 m	1 874 m
Volets 30° VAPP = VREF + 10 kt	1 294 m	2 342 m

Note : la distance d'atterrissage est augmentée sur :

- piste mouillée : + 25 m par kt de vent arrière,
- piste contaminée : + 40 m par kt de vent arrière.

1.7 Renseignements météorologiques

Un flux d'ouest / sud-ouest perturbé avec des averses et des orages fréquents était prévu sur la Bretagne.

Le TAF de 14 h, disponible lors de la préparation du vol, faisait état de prévisions de vent du 150° pour 12 kt avec des rafales à 20 kt entre 17 h et 19 h se renforçant entre 20 h et 22 h à 35 kt avec un plafond des nuages à 1 000 ft. De la pluie avec une visibilité réduite à 2 000 m était prévue à partir de 20 h avec un plafond de 500 ft.

Seuls les METAR de 18 h et de 19 h 30 mentionnaient la présence de pluie sur l'aérodrome. Celui de 19 h 30 indiquait un vent du 150° pour 14 kt, une visibilité de 1 800 m et un plafond de 500 ft.

Le service météorologique de la Base Aéronavale (BAN) a enregistré les données suivantes concernant le vent et la pluie :

- conditions de vent minute à 19 h 22 (heure de l'accident) :
 - vent moyen : 160°/16 kt,
 - vent maxi : 180°/25 kt ;
- les précipitations ont commencé à 17 h 42 ;
- les hauteurs de précipitations ci-après ont été mesurées :
 - de 17 h 42 à 19 h 00 : 1,2 mm,
 - de 19 h 00 à 19 h 22 : 1 mm ;
- de 19 h à 19 h 22, les précipitations alternaient entre faibles et modérées.

1.8 Aides à la navigation

Les pistes 02/20 ne sont pas équipées pour les approches aux instruments.

Les pistes 07/25 sont équipées pour permettre la réalisation des approches aux instruments par guidage radar.

Seule la piste 25 est équipée d'un ILS, homologué CAT I.

La procédure d'approche aux instruments s'appuie sur la fiche d'approche ILS RWY 25 figurant en annexe 2.

⁽¹¹⁾Appelée « distance réelle d'atterrissage » dans le MANEX de Brit Air.

⁽¹²⁾Données issues de la documentation de Brit Air. Le QRH de Bombardier prévoit quant à lui une correction de + 22 m par kt au-dessus de VREF en volet 45° et + 24 m par kt en volets 30°.

1.9 Télécommunications

1.9.1 ATIS

- ❑ Information « WHISKY » de 18 h 20 :
PAR 07 – 150°/14 kt – 10 km – BKN 800 ft BKN 2200 ft BKN 3600 ft - 13/12 - 1003
- ❑ Information « X-RAY » de 19 h 00 :
PAR 07- Piste mouillée avec flaques – 170°/18 kt – 10 km – BKN 1000FT BKN 1500FT
BKN 2000FT - 14/12 – 1002

1.9.2 Contrôle de Lorient Lann Bihoué

La transcription des radiocommunications entre le contrôleur de Lorient Lann Bihoué et les équipages du CRJ-700 accidenté (indicatif BZ 937 QL) et de l'Embraer 145 (indicatif RA 446 DJ) de Regional figure en annexe 3.

1.10 Renseignements sur l'aérodrome

1.10.1 Généralités

L'aérodrome de Lorient Lann Bihoué est un aéroport à usage restreint.

Il est à affectation mixte, l'affectataire principal étant le ministère de la Défense pour les besoins de la Marine Nationale. L'aérodrome accueille du trafic civil selon des conditions définies par protocole entre les affectataires.

La BAN de Lann Bihoué exploite cet aérodrome. Son commandant exerce les fonctions de directeur d'aérodrome.

L'aérodrome est desservi quotidiennement par deux compagnies aériennes dont Brit Air. Il comporte deux pistes croisées 07/25 et 02/20.

1.10.2 Piste 07/25

Cette piste principale a été reconstruite en 1989 en béton armé continu.

Longue de 2 403 m pour une largeur de 45 m, elle est équipée de deux PAPI de pente 3° et présente les LDA suivantes :

- ❑ Piste 25 : 2 230 m
- ❑ Piste 07 : 2 403 m

1.10.3 Homologation des pistes 07/25

L'aérodrome de Lorient Lann Bihoué accueillant du trafic civil doit satisfaire à l'arrêté du 28 août 2003, connu sous le nom d'arrêté CHEA, modifié par l'arrêté du 14 mars 2007 relatif aux conditions d'homologation et aux procédures d'exploitation des aérodromes civils français.

L'homologation pour l'exploitation civile est conduite par la DIRCAM avec la collaboration de la DSAC/Ouest.

Les contrôles sont effectués par une équipe mixte d'agents de la DSAC et de la DIRCAM. La DSAC publie ensuite des rapports dans lesquels sont mentionnés les écarts par rapport à la réglementation. En réponse, l'exploitant d'aérodrome doit soumettre un plan d'actions correctives à la DIRCAM et à la DSAC. Ce plan comporte des échéances. Son application est régulièrement contrôlée par la DSAC.

Note : un exploitant civil dispose de deux mois pour proposer son plan d'actions correctives. Aucun délai n'est imposé pour un exploitant militaire.

Le dernier contrôle a été réalisé du 27 au 30 septembre 2011 en vue du renouvellement de l'homologation de 2006. Le rapport de la DSAC/Ouest, publié le 10 janvier 2012, mentionnait 37 écarts dont 8 concernaient la piste 07/25 (annexe 4). Aucun d'eux n'a été classé comme significatif ou majeur empêchant l'homologation pour l'exploitation civile. Parmi ces écarts :

- ❑ Ecart n° 7 : présence de nombreuses traces de gomme qui masquent les marques de balisage diurne et paraissent altérer les caractéristiques de frottement lorsque la piste est mouillée.
- ❑ Ecart n° 13 : de manière générale, le balisage diurne est en très mauvais état et ne garantit pas de contraste d'autant que les chaussées sont en béton.
- ❑ Ecart n° 14 : aucune marque latérale n'est apposée sur la piste principale utilisée pour les approches de précision.
- ❑ Ecart n° 16 : les marques de zone de toucher des roues de la piste principale ne mesurent que 1,70 m de large (au lieu des 3 m minimum).

L'ensemble des pistes de l'aérodrome de Lorient Lann Bihoué a été homologué le 25 septembre 2012⁽¹³⁾. Leur utilisation n'est cependant autorisée que dans des conditions de vent traversier inférieures ou égales à 25 kt sur piste sèche et à 20 kt sur piste mouillée⁽¹⁴⁾.

Le 26 septembre 2012, le plan d'actions correctives a été diffusé par la BAN. La date d'échéance pour corriger les quatre écarts mentionnés ci-dessus était fixée au 31 décembre 2012⁽¹⁵⁾. A la date de l'accident, ces écarts n'avaient pas encore été corrigés.

Le 17 octobre 2012, il a été décidé de reporter la réfection des marquages au sol au printemps 2013 en raison de contraintes météorologiques.

1.10.4 Balisage diurne de la piste 25

Les marques de seuil et d'identification de la piste sont conformes aux exigences de l'arrêté CHEA à l'exception des anomalies soulignées par les écarts n° 14 et 16 (voir paragraphe précédent).

La piste possède un marquage de ligne axiale sans balisage lumineux.

L'arrêté CHEA prévoit que, pour une piste de 2 230 m, les marques de point d'aboutissement de l'ILS (marques de point cible) soient placées à 300 m du seuil de piste et mesurent 45 m de long. Ces marques doivent coïncider avec la position du PAPI si la piste en est équipée.

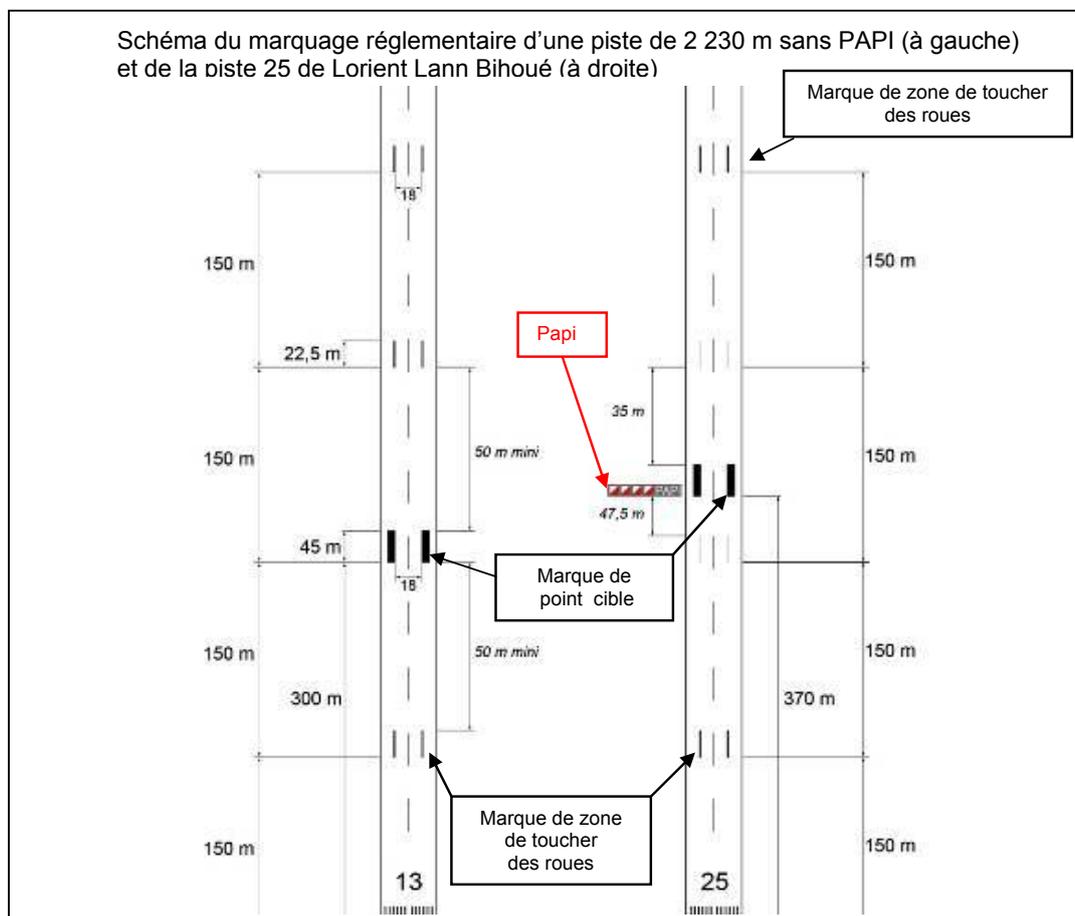
Les marques définissant la zone de toucher des roues sont disposées tous les 150 m à partir du seuil. Toutefois, celles qui coïncident avec les marques de point cible ou en sont situées à moins de 50 m ne sont pas apposées.

⁽¹³⁾La BAN n'a reçu la décision que le 17 octobre 2012 après demande auprès de la DSAC/Ouest.

⁽¹⁴⁾En raison de la présence de l'optique d'appontage et d'infrastructures liées aux brins d'arrêt dans la bande aménagée.

⁽¹⁵⁾Cette échéance n'a pas de caractère réglementaire. L'échéance des autres écarts était fixée au 30 juin 2013.

A Lorient Lann Bihoué, le PAPI est situé à 370 m du seuil de la piste 25. On y trouve donc également les marques de point cible. Des marques de zone de toucher des roues sont apposées à 150 et 600 m du seuil. Les autres marques de zone de toucher des roues (théoriquement à 300 et 450 m du seuil) ne sont pas apparentes en raison de leur proximité avec les marques de point cible.



Le 14 novembre 2012, un examen de la piste 25 a montré que le marquage au sol présentait un manque important en peinture (voir annexe 5).

Les marques du seuil de piste, nombreuses et rapprochées, et les marques de point cible, de grandes dimensions, restaient cependant visibles.

Les marques de zone de toucher des roues étaient peu visibles.

Les marques de l'axe de piste étaient invisibles entre 300 et 900 m du seuil en raison de la présence de nombreuses traces de gomme.

Le 18 octobre 2011, un équipage de la compagnie Brit Air avait relaté dans un compte rendu de sécurité (ASR) que, lors d'un atterrissage de nuit en CRJ-700 sur la piste 25 sèche, il n'avait pas perçu les marquages au sol. En réponse, la DSAC/Ouest avait indiqué qu'un contrôle avait été effectué en septembre 2011 et serait transmis aux autorités militaires pour la mise en œuvre d'un plan d'actions correctives.

1.10.5 Balisage lumineux de la piste 25

Dans le Volume I de l'Annexe 14, l'OACI recommande d'installer des feux axiaux sur les pistes prévues pour des approches de précision de catégorie 1. L'installation doit comprendre des feux blancs entre le seuil et un point situé à 900 m de l'extrémité de la piste, des feux alternés rouges et blancs entre 900 et 300 m et des feux rouges entre 300 m et l'extrémité.

Un tel dispositif est coûteux à installer et nécessite une réfection complète de la piste pour enfouir le balisage lumineux.

Dans « l'Info Sécurité » DGAC n°2012/02, en date du 10 juin 2012, la DGAC recommandait aux exploitants d'aérodromes de prévoir l'installation de feux de bord de piste jaunes lorsque cette piste est destinée aux approches de précision et n'est pas équipée d'un balisage lumineux axial. Ces feux doivent être installés sur les 600 derniers mètres (ou sur le dernier tiers lorsque la longueur de la piste était inférieure à 1 800 m). Ils ont pour but d'informer le pilote de la fin de piste.

Ce type d'installation est également mentionné dans l'arrêté CHEA.

La piste 25 est homologuée pour les approches de catégorie I et répond aux exigences réglementaires de l'arrêté CHEA.

Elle n'est pas équipée d'une ligne axiale éclairée et ses feux de bords de piste sont fixes et blancs.

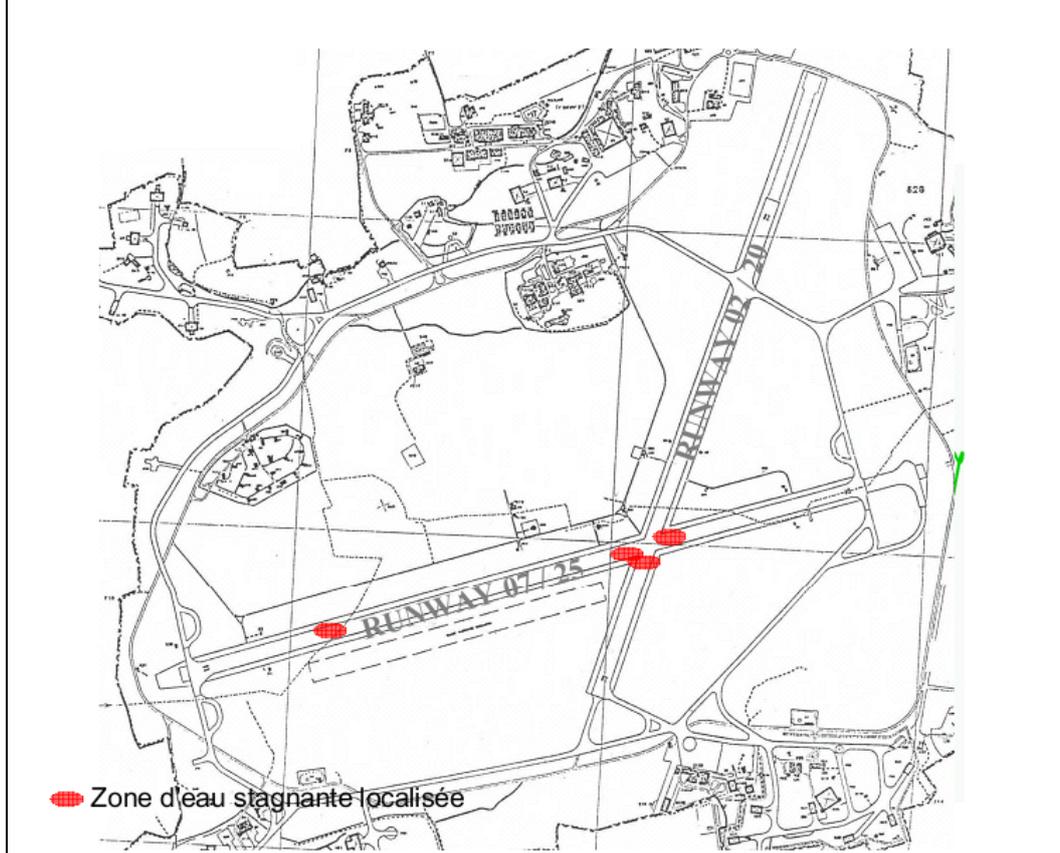
Par ailleurs, elle dispose de panneaux lumineux de distance restante. Espacés de 300 m, ceux-ci indiquent, par deux chiffres, la distance restante en centaines de mètres. Ces panneaux sont utilisés par les pilotes d'aéronefs militaires.

1.10.6 Rétention d'eau sur la piste 25

En avril 2010, à la suite de deux sorties de piste d'avions militaires en mai 2008 et novembre 2009, l'Etat-Major de la Marine Nationale a contacté le STAC afin de traiter des problèmes de rétention d'eau sur la piste 07/25 (voir plan ci-après).

Après avoir approuvé le rainurage proposé par le STAC, l'Etat-Major de la Marine Nationale en a demandé la réalisation. A la date de l'accident, la réfection n'avait pas encore été entreprise.

ANNEXE I
ZONES DE CORRECTION DE PROFILS DE LA PISTE
POUR SUPPRIMER LES RETENTIONS PLUVIALES ET PHOTOGRAPHIES
DE LA PISTE 07/25 PAR TEMPS DE PLUIE



A l'issue de l'accident, deux camions de pompier ont déversé de l'eau sur la partie sud de la piste à partir des 1 200 derniers mètres. Des zones de rétention d'eau ont pu être constatées sur certaines sections⁽¹⁶⁾.

1.10.7 Mesures d'adhérence fonctionnelle de la piste 07/25

Les mesures d'adhérence fonctionnelle d'une piste ont pour but de déterminer ses caractéristiques intrinsèques et de les comparer aux normes réglementaires. Il est demandé aux exploitants d'aérodrome de les faire effectuer tous les deux ans.

Le STAC a réalisé ces mesures du 14 au 15 novembre 2012. Il a conclu qu'aucune action n'était nécessaire, à l'exception de la réfection de quatre zones dont celle située entre 1 400 et 1 600 m du seuil de piste sur laquelle l'avion a roulé. Ces mesures sont regroupées dans les tableaux figurant en annexe 6.

Les précédentes mesures dataient du 4 octobre 2010. Le rapport du STAC concluait que l'adhérence globale de la piste 07/25 était satisfaisante.

⁽¹⁶⁾Le STAC indique que la hauteur d'eau mesurée était de l'ordre de 1 à 2 mm.

1.11 Enregistreurs de bord

L'avion était équipé de deux enregistreurs de vol conformément à la réglementation en vigueur. Ils ont été reçus au BEA le 19 octobre 2012. Ils étaient en bon état apparent et ont été lus au moyen de l'outil de lecture du constructeur L3-COM.

Enregistreur de paramètres (FDR)

Il s'agit d'un enregistreur statique d'une capacité d'enregistrement d'au moins 25 heures contenant 300 paramètres⁽¹⁷⁾. Aucun paramètre relatif aux pressions de freinage n'est enregistré.

- Constructeur : L3-COM
- Modèle : FA2100
- Numéro de type : 2100-2042-00
- Numéro de série : 439785

Enregistreur de conversations (CVR)

Il s'agit d'un enregistreur statique d'une capacité d'enregistrement d'au moins deux heures en qualité standard et trente minutes en haute qualité.

L'enregistrement contient les communications des membres de l'équipage de conduite entre eux et avec les PNC, les annonces aux passagers, les communications radio et l'ambiance sonore du poste de pilotage.

- Constructeur : L3-COM
- Modèle : FA2100
- Numéro de type : 2100-1020-00
- Numéro de série : 107366

L'événement est enregistré sur le FDR et le CVR.

1.11.1 Exploitation des paramètres

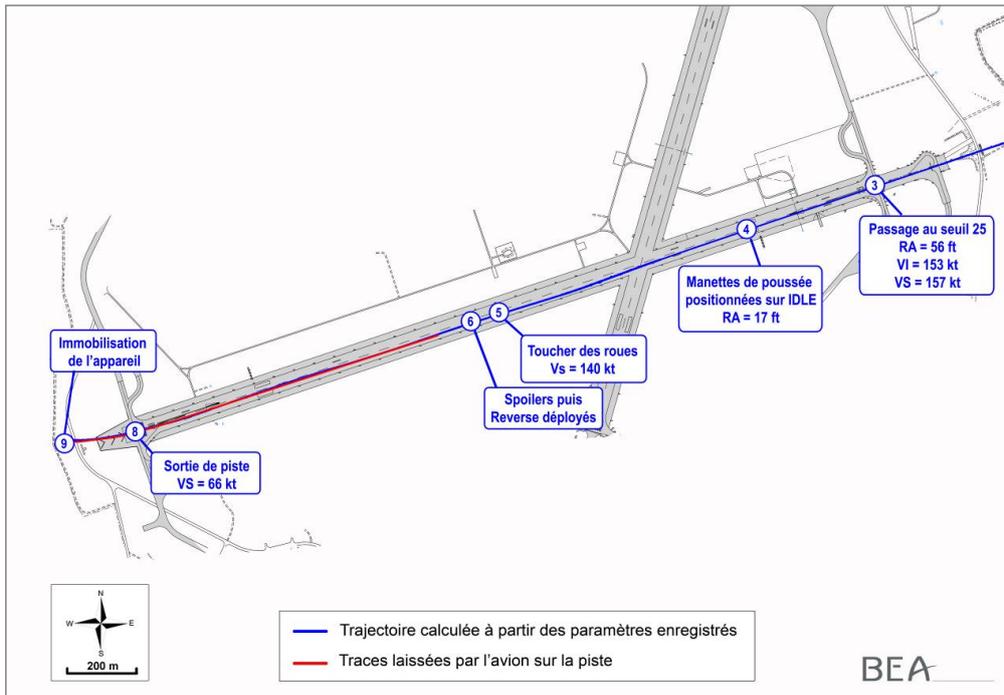
Les courbes de l'événement sont jointes en annexe 7.

1.11.1.1 Trajectoire de l'avion

La trajectoire de l'avion a été calculée à partir de la vitesse sol, du cap magnétique⁽¹⁸⁾ et de la dérive enregistrés dans le FDR. Elle est cohérente avec les traces laissées par l'avion sur la piste.

⁽¹⁷⁾Les données ont été décodées à l'aide de la grille fournie par le constructeur et référencée CRJ700/900-SL-31-008 Rev D.

⁽¹⁸⁾Le cap magnétique a été corrigé de la déclinaison magnétique (-2°) du jour de l'événement sur l'aérodrome de Lorient.

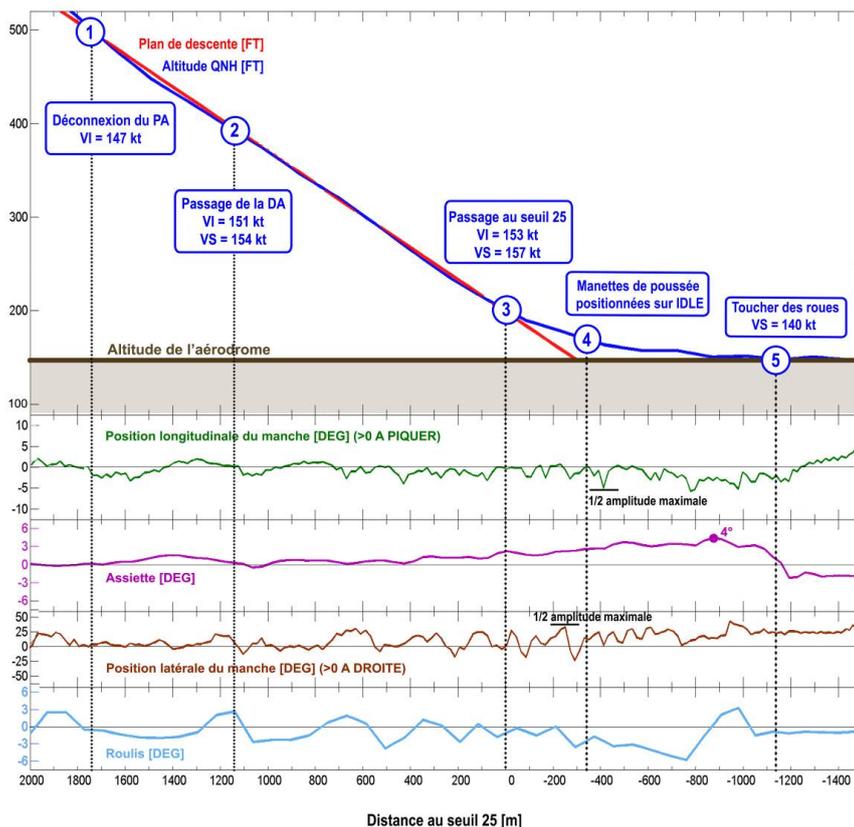


Le positionnement des manettes de poussée sur IDLE et le toucher des roues du train principal interviennent respectivement à 330 et à 1 130 m du seuil 25.

1.11.1.2 Profil de descente

Un graphe comparatif du profil de descente de l'avion et du plan de descente de l'approche ILS 25 a été réalisé à partir de l'instant où l'AP a été déconnecté jusqu'au toucher des roues.

Ce graphe présente également les attitudes et les ordres au manche.



Les points particuliers suivants peuvent être remarqués :

- ❑ à partir de la déconnexion du PA et jusqu'à 50 ft sol, l'avion est sur le plan de descente de la piste 25 ;
- ❑ en approche finale, les ordres au manche en roulis sont importants (jusqu'à la moitié de l'amplitude maximale) ;
- ❑ l'avion passe le seuil de piste à une hauteur de 56 ft avec 4 kt de vent arrière ;
- ❑ entre la réduction de la poussée à 17 ft sol et le toucher des roues, l'avion parcourt environ 800 m.

1.11.2 Exploitation des données issues du CVR

L'enregistrement du CVR a permis de noter les points suivants :

- ❑ l'équipage fait part à plusieurs reprises de sa fatigue et de sa lassitude ;
- ❑ des conversations extra-professionnelles sont échangées au cours de toutes les phases du vol ;
- ❑ l'équipage omet certaines annonces techniques.

1.12 Renseignements sur l'épave et l'impact

L'avion s'est arrêté dans un champ à l'intérieur des limites de l'aérodrome, à proximité d'une route de service et à environ 200 m au-delà du seuil de la piste 07.

La piste présente des traces de roulement de pneu de couleur blanche débutant à plus de 1 000 m du seuil. Elles sont rectilignes, localisées à gauche de l'axe de piste, puis virent vers la droite à environ 300 m de l'extrémité de la piste. La coloration blanche semble indiquer un phénomène d'aquaplaning.

Des antennes du LOC sont endommagées.

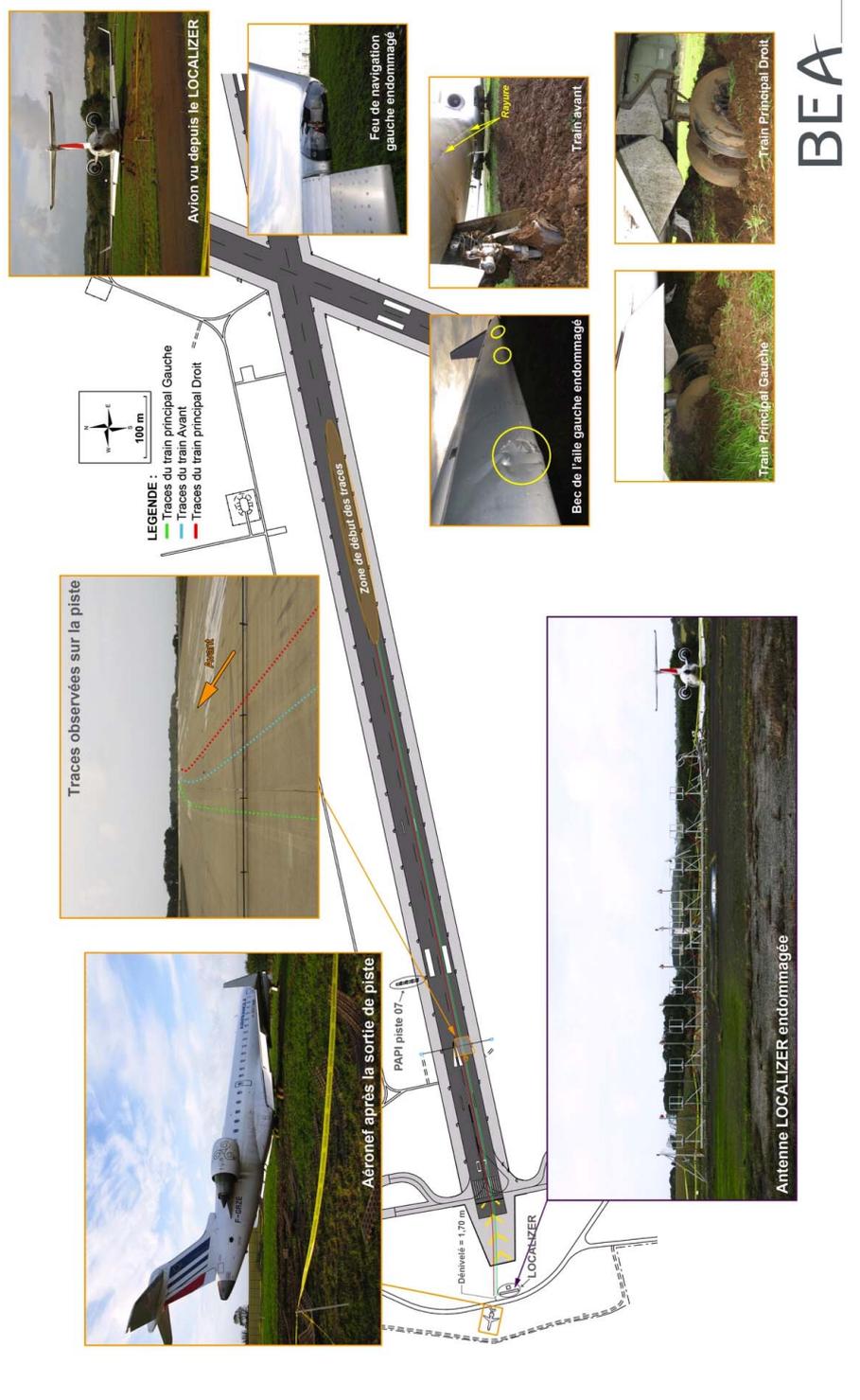
Les volets de l'avion sont sortis de façon symétrique, dans une position proche des 30°. La manette de commande des volets au poste de pilotage est positionnée sur « 30 ».

Les inverseurs de poussée sont rentrés mais la présence de projections de boue sur le fuselage indique qu'ils étaient déployés lors de la sortie de piste.

L'interrupteur de l'antiskid est retrouvé en position « *armed* ».

SCHEMA DE RÉPARTITION DES DOMMAGES SUR SITE

Accident survenu le 16/10/2012 à AD Lorient (56)
à l'avion Bombardier CRJ700 immatriculé F-GRZE



BEA

1.13 Renseignements médicaux et pathologiques

Sans objet.

1.14 Incendie

Sans objet.

1.15 Questions relatives à la survie des occupants

Une évacuation d'urgence a été effectuée sur ordre de l'équipage de conduite. Les 53 passagers ont évacué l'avion par la porte avant gauche et les issues d'aile.

1.16 Essais et recherches

1.16.1 Examens

L'examen des pneumatiques, du système de freinage et des phares d'atterrissage a été effectué en se référant au manuel de maintenance du constructeur. Il n'a pas révélé d'anomalies ayant pu contribuer à l'accident.

La servovalve de contrôle de l'antiskid gauche ne relâchait pas la pression de freinage de façon nominale. Cet écart peut conduire à un blocage des freins. Aucune trace de vulcanisation sur les pneumatiques n'a cependant été détectée.

1.16.2 Evaluation de l'état de contamination de la piste

Des calculs de performance ont été effectués par le constructeur afin d'évaluer l'état de la piste. Ils prennent en compte les données ci-dessous issues des paramètres enregistrés dans le FDR au moment du toucher et font l'hypothèse d'un freinage maximal⁽¹⁹⁾ à partir du toucher des roues :

Masse	28,5 t
Vitesse sol	140 kt
Configuration	Becs sortis et volets 30°
Ground spoilers	Déployés au toucher des roues
Inverseurs de poussée	« Max Rev » appliqué au toucher

Les calculs ont été réalisés par le constructeur pour trois états de piste différents :

Etat de la piste	Décélération moyenne [g]
Sèche	0,53
Mouillée	0,30
Contaminée par de l'eau ⁽²⁰⁾	0,21

Lors du roulement à l'atterrissage, la décélération moyenne enregistrée au FDR entre le toucher des roues et le passage du seuil 07 est de 0,22 g.

Ces résultats montrent que, dans l'hypothèse d'un freinage maximal, les performances de l'avion à l'atterrissage sont compatibles avec une contamination de la piste 25 par de l'eau.

⁽¹⁹⁾Système de freinage fonctionnel et une application de pression maximale sur les freins par l'équipage.

⁽²⁰⁾Les calculs ont été réalisés pour une hauteur d'eau de 1/8 in, soit 3,175 mm.

1.16.3 Etude des performances de l'avion

1.16.3.1 Distance de roulement à l'atterrissage

Des calculs ont été effectués par le constructeur pour déterminer la distance nécessaire pour décélérer l'avion, dans les conditions de l'accident, depuis le toucher des roues jusqu'à l'arrêt complet après freinage maximal sur une piste sèche, mouillée et contaminée.

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Etat de la piste	Distance de roulement [m]
Sèche	625
Mouillée	925
Contaminée par de l'eau	1 358

Pour le vol de l'accident, la longueur de piste restante au moment du toucher des roues était de 1 100 m. Cette longueur était donc suffisante pour permettre l'arrêt complet de l'avion sur une piste sèche ou mouillée. Elle était insuffisante sur une piste contaminée.

1.16.3.2 Distance d'atterrissage

La distance d'atterrissage correspond à la distance entre le passage à la verticale du seuil de piste à une hauteur de 50 ft et l'arrêt complet de l'avion en considérant un freinage maximal.

La distance d'atterrissage a été calculée par le constructeur dans les deux cas⁽²¹⁾ suivants :

- cas représentatif de l'accident ;
- cas correspondant aux conditions décrites dans les procédures opérationnelles standards (SOP) de la compagnie.

1^{er} cas, représentatif de l'événement :

Masse	28,5 t
Configuration	Becs sortis et volets 30°
Vitesse au 50 ft	153 kt
Freinage	Maximal
Ground spoilers	Déployés au toucher
Inverseurs de poussée	« Max Rev » appliqué au toucher
Vent	4 kt arrière

Pour le vol de l'accident, l'avion passe le seuil 25 à 56 ft. Considérant que l'avion suit un plan de 3° entre 56 ft et 50 ft, il convient de rajouter 36 m à la distance d'atterrissage. Les résultats sont alors les suivants :

⁽²¹⁾ Les calculs ne prennent pas en compte les actions au manche de l'équipage.

Etat de la piste	Distance d'atterrissage [m] (passage du seuil à 50 ft)	Distance d'atterrissage [m] (passage du seuil à 56 ft)
Sèche	1 182	1 218
Mouillée	1 557	1 593
Contaminée par de l'eau	2 018	2 054

Dans les conditions du vol de l'événement, les performances de l'avion auraient théoriquement permis d'atterrir sur une piste contaminée, même si la longueur de piste restante après arrêt complet de l'avion n'aurait été que de 176 m.

2^{ème} cas, représentatif des SOP :

Lors de l'accident, le vent est de 15 kt avec des rafales de 25 kt. Dans ce cas, les procédures opérationnelles de la compagnie prévoient d'adopter une vitesse d'approche de 5 kt supérieure à la VREF. Ceci donne une vitesse d'approche de 144 kt.

Les paramètres utilisés pour le calcul sont donc les suivants :

Masse	28,5 t
Configuration	Becs sortis et volets 30°
Vitesse au 50 ft	144 kt
Freinage	Maximal
Ground spoilers	Déployés au toucher
Inverseurs de poussée	« Max Rev » appliqué au toucher
Vent	4 kt arrière

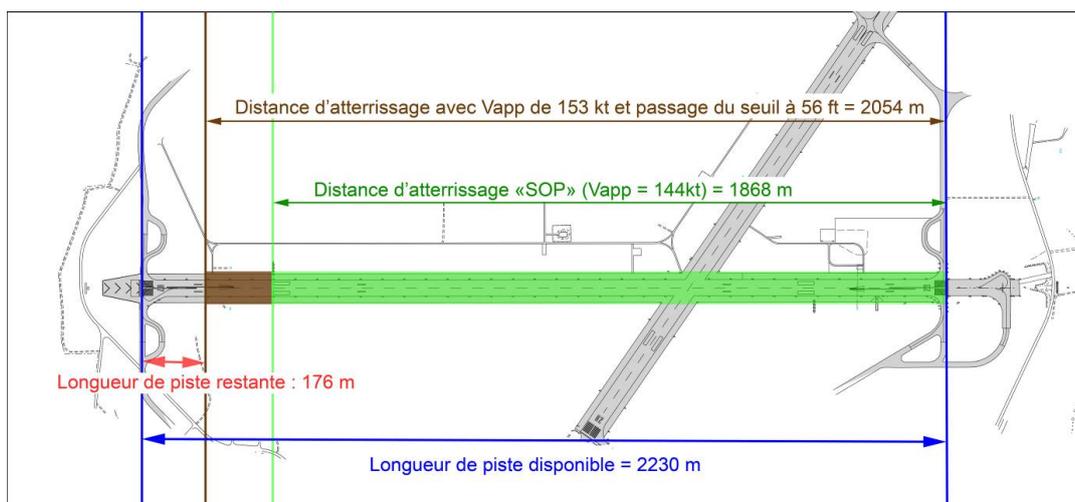
Les résultats sont les suivants :

Etat de la piste	Distance d'atterrissage [m] (passage du seuil à 50 ft)
Sèche	1 094
Mouillée	1 422
Contaminée par de l'eau	1 868

Ceci montre qu'avec la vitesse d'approche recommandée dans les SOP, le gain de longueur de piste aurait été le suivant :

Etat de la piste	Gain de longueur de piste avec SOP par rapport au cas de l'événement
Sèche	124
Mouillée	171
Contaminée par de l'eau	186

Le schéma ci-après résume les résultats précédents pour la piste contaminée :



1.16.3.3 Atterrissages précédents

Le BEA a demandé au constructeur des données issues d'essais en vol représentant un arrondi type en configuration 30°. Ces informations ne sont pas disponibles car le constructeur n'a pas fait pas les essais en vol correspondants.

Un calcul de la distance entre le seuil de piste et le toucher des roues (voir annexe 8) a été réalisé à partir des paramètres enregistrés sur trois vols précédents (Paris Orly, Lorient Lann Bihoué et Quimper) effectués le même jour par cet équipage :

- à Lorient Lann Bihoué, le toucher des roues a eu lieu à 950 m du seuil de piste. L'atterrissage se déroule de jour par bonne visibilité ;
- à Paris Orly, le toucher des roues a eu lieu à 690 m ;
- à Quimper, le toucher des roues a eu lieu au début de cette zone, à 385 m.

Trois des quatre atterrissages précédents ont eu lieu au-delà de la zone préconisée par la compagnie.

1.17 Renseignements sur les organismes et la gestion

1.17.1 Brit Air

Au jour de l'accident, la compagnie aérienne régionale Brit Air, créée en 1973, disposait d'un certificat de transporteur aérien valide jusqu'au 31 mars 2014. Elle desservait une trentaine de destinations en France et à l'étranger et disposait d'une flotte d'une quarantaine d'avions Bombardier : 13 CRJ-100, 15 CRJ-700 et 13 CRJ-1000.

1.17.1.1 Formation

1.17.1.1.1 Entraînements et Contrôles Périodiques (ECP)

Le programme des ECP est établi pour une année (d'avril de l'année n à mars de l'année n+1). Il est défini en fonction des obligations réglementaires, du guide et pratiques recommandées édité par la DGAC (PEPN) et des événements de sécurité qui ont eu lieu dans la compagnie.

Les ECP sont composés :

- de cours au sol ;
- d'un contrôle C1 : entraînement hors ligne (EHL) sur simulateur (4 h) et contrôle hors ligne (CHL) avec prorogation de la qualification de type sur simulateur (4 h) ;
- d'un C2 : CHL sur simulateur (4 h) ;
- d'un CEL (contrôle en ligne).

L'étude des scénarii des ECP 2010-2011-2012 a montré que :

- il n'y avait qu'un scénario par séance de simulateur, conformément à la réglementation ;
- il n'y avait pas de scénario de nuit.

Les limites du simulateur sont les suivantes :

- les marquages au sol des pistes sont toujours visibles et ne sont pas toujours représentatifs des marquages réels ;
- les conditions de contamination de piste par de l'eau ne sont pas toutes représentatives ;
- le point de toucher des roues à l'atterrissage ne peut être déterminé aisément et de façon pertinente ;
- la simulation de l'effet de sol et du comportement de l'avion à l'arrondi n'est pas complètement représentative de la réalité.

Les cours sur les performances avion sont effectués lors des briefings avant les séances de simulateur. Ces briefings n'incluent pas les aspects TEM⁽²²⁾.

1.17.1.1.2 Cours au sol

Chaque pilote suit trois jours de cours au sol sur les domaines suivants : procédures et règlements opérationnels, recyclage sûreté, système avion, recyclage marchandises dangereuses, recyclage sécurité sauvetage, CRM/FH et SASV (bilan accidents/incidents).

⁽²²⁾Threat and Error management : concept qui doit permettre aux équipages de :
- identifier les menaces auxquelles ils sont exposés et identifier les erreurs pouvant être commises ;
- déterminer une ou des stratégies adaptées aux menaces et erreurs identifiées ;
- décider et mettre en œuvre la stratégie qui paraît la plus adéquate ;
- modifier la stratégie si elle semble ne plus être adaptée,
Seule, l'annexe 6 de l'OACI prévoit que les pilotes soient formés au TEM.

Cours du Service Analyse et Sécurité des Vols (SASV)

Les thèmes suivants ont été notamment abordés :

- ❑ 2010 : fatigue, approche non stabilisée (ANS),
- ❑ 2011 : remise de gaz à la suite d'une ANS,
- ❑ 2012 : typologie des accidents (statistiques des ANS, atterrissages longs, atterrissages durs, fatigue, etc.).

Cours CRM

A partir de 2012, 2h30 de cours ont été dispensées aux PNT dont 1h30 en commun avec les PNC.

En plus de l'étude systématique de cas, les thèmes suivants ont notamment été abordés en cours communs :

- ❑ 2010 : Vigilance (« sous le FL100 le cockpit doit être professionnel »), synergie équipage ;
- ❑ 2011 : Prise de conscience de la situation, fatigue et vigilance ;
- ❑ 2012 : TEM. C'était la première fois que ce thème était abordé. Le cours fournissait des exemples concrets d'identification de danger et des solutions qu'il fallait envisager. Néanmoins, les équipages ne disposaient pas d'une méthode d'application opérationnelle en particulier pour les briefings.

Le cours CRM de Brit Air a été jugé conforme aux textes en vigueur par la DSAC.

Les enseignements et les bonnes pratiques, émises lors du symposium DGAC du 25 novembre 2010 relatif aux « conditions météorologiques dégradées et aide à la décision des équipages pour l'approche et l'atterrissage », n'ont pas été abordés dans les cours au sol. Un « document de synthèse » et un « guide des bonnes pratiques à l'usage des équipages et des exploitants d'aéronefs » avaient été édités par la DGAC/DSAC.

1.17.1.1.3 Coordination du travail des instructeurs et des examinateurs

Afin d'homogénéiser les formations, deux réunions annuelles ont été organisées pour donner les directives. En novembre 2011 et mars 2012, il a été demandé aux instructeurs et examinateurs d'avoir une « tolérance zéro » en ce qui concerne notamment la stabilisation des approches et le respect de la distance d'atterrissage.

1.17.1.1.4 Evaluation des ECP

La grille d'évaluation, conforme à la réglementation, des équipages est binaire, ne possède pas de guide de remplissage et ne permet pas d'appréhender leur niveau réel. En 2010, l'inadéquation de la grille d'évaluation a été identifiée par la DSAC dans le cadre d'un écart relatif à l'évaluation du CRM lors des CEL. Une nouvelle grille est en cours de définition.

Les appréciations et les commentaires des instructeurs et examinateurs se limitent à des formules générales telles que « bon pilotage », « bon CRM ». Elles ne permettent pas d'évaluer précisément le travail effectué et ne présentent pas les axes de progrès possibles. Par ailleurs, certains instructeurs et examinateurs indiquent qu'ils ne formalisent pas leurs débriefings par écrit car ils craignent d'écrire des éléments qui pourraient leur porter préjudice en cas de procédure judiciaire. La DSAC a indiqué que les espaces réservés aux commentaires sont dans la pratique utilisés pour justifier un ajournement.

1.17.1.2 Service Analyse et Sécurité des Vols (SASV)

Le SASV est en charge de l'analyse et de la sécurité des vols de la compagnie. Il effectue une analyse systématique de tous les vols.

1.17.1.2.1 Publication SASV

Le SASV est en charge des publications des bulletins de sécurité des vols (« *Flysafe* » et « *Warning* »).

Les thèmes suivants y ont notamment été abordés :

- ❑ aspects ANS (Approche Non Stabilisée) (« *Flysafe* » 30 - juillet 2012) ;
- ❑ atterrissage long (« *Flysafe* » 31 - novembre 2012) ;
- ❑ situation génératrice d'erreur (« *Flysafe* » 28 - août 2011) ;
- ❑ atterrissage sur piste contaminée (« *Warning* » 27 - hiver 2010-2011) ;
- ❑ atterrissage de nuit (« *Warning* » 18 - novembre 2005).

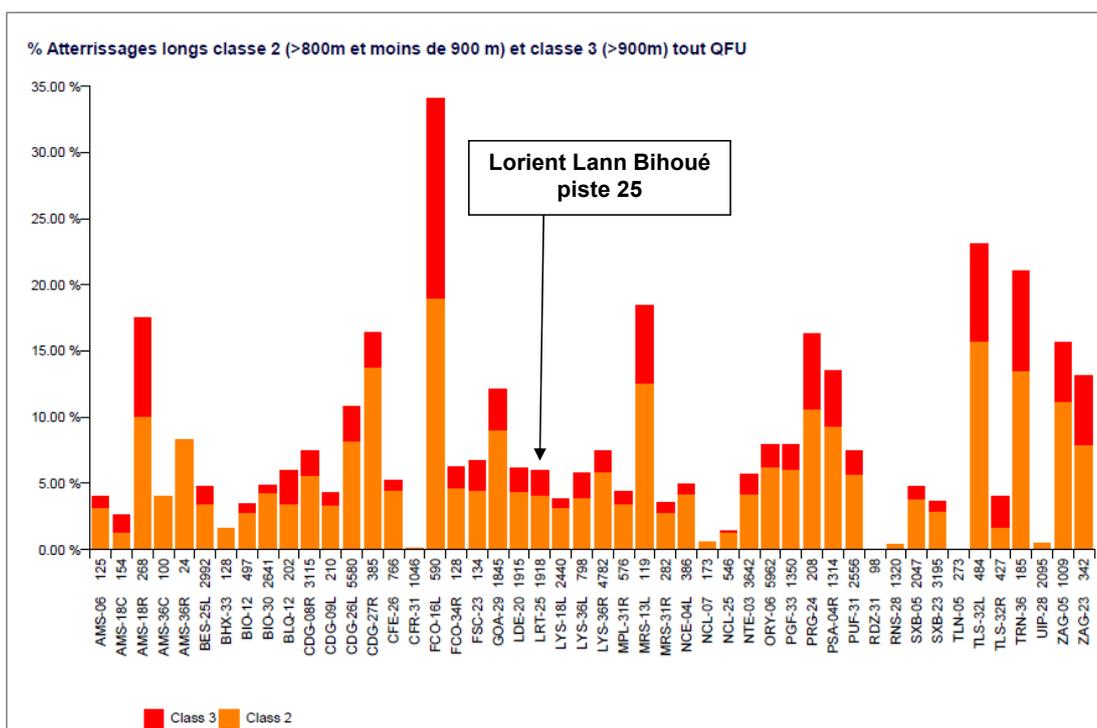
1.17.1.2.2 Atterrissages longs

Dès la fin 2010, à l'entrée en service du CRJ-1000, le SASV a étudié les atterrissages effectués sur cet avion 600 m après le seuil de piste. Les premiers résultats concernaient l'aérodrome de Lyon Saint-Exupéry (piste 36L) et indiquaient un nombre important d'atterrissages longs : 68 sur 125 (voir annexe 9).

Différentes causes avaient été envisagées comme la longueur importante de la piste ou l'attribution d'une voie de circulation en fin de piste.

A l'été 2012, une analyse analogue a été entreprise pour les CRJ-700. A la date de l'accident, l'exploitant avait identifié certains aérodromes sur lesquels les atterrissages longs étaient les plus nombreux.

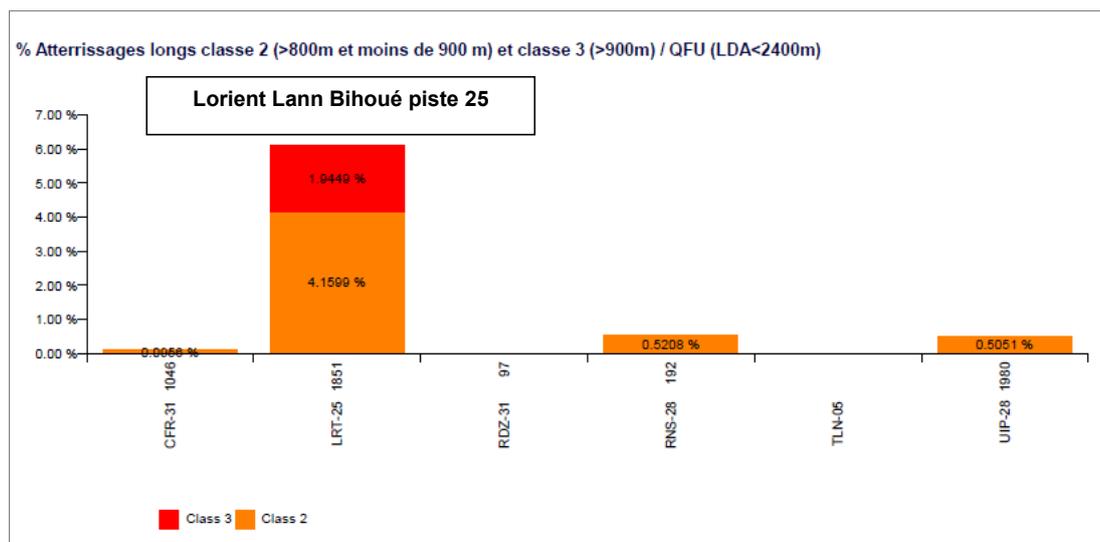
Les résultats, concernant Lorient Lann Bihoué, n'apparaissent pas comme significatifs.



A la demande du BEA, la compagnie a transmis le graphe des atterrissages longs en CRJ-700 sur les pistes dont la LDA est inférieure à 2 400 m. Il en ressort que 551 atterrissages sur 1 680 atterrissages se sont produits au-delà de 650 m du seuil, soit 32,8 % des atterrissages (voir annexe 9). Dans ce classement, il apparaît que le plus grand nombre d'atterrissages longs s'est produit à Lorient Lann Bihoué.

Il est à noter par ailleurs que seuls 9,8 % des atterrissages longs sont consécutifs à une ANS. En conséquence, l'ANS ne constitue pas le seul facteur contribuant à un atterrissage long.

Onze des douze atterrissages au-delà de 950 m du seuil de la piste 25 de Lorient Lann Bihoué ne sont pas consécutifs à des ANS.



1.17.1.2.3 Approches non stabilisées

Trois classes (voir annexe 10) d'ANS ont été définies par la compagnie.

Les taux d'ANS sont d'environ 2,92 % en 2011 et d'environ 2,52 % en 2012.

Les ANS font rarement l'objet d'une remise de gaz :

- en 2011, 2,21 % des ANS ont été suivies d'une remise de gaz (sans qu'il soit possible d'attribuer la remise de gaz à la non-stabilisation de l'approche) ;
- en 2012, 2,19 % des ANS ont été suivies d'une remise de gaz.

1.17.1.3 Système de Gestion de la Sécurité et du risque fatigue

Le SGS⁽²³⁾ est en application chez Brit Air depuis le 1^{er} janvier 2012.

Une cartographie des risques⁽²⁴⁾ a été définie, incluant celui relatif à la sortie de piste.

La mise en œuvre du SGS à cette date n'a pas contribué à l'élaboration des ECP devant débiter en mars 2012. En revanche, à la suite de l'accident, les ECP 2013 ont été conçus afin de rajouter les aspects relatifs à l'atterrissage sur piste courte ou limitative et de sensibiliser les équipages sur les distances d'atterrissage ou la perte de références visuelles sous la DH ainsi que sur la technique d'atterrissage interrompu.

⁽²³⁾ Appelé SMS chez Brit Air (Safety Management System).

⁽²⁴⁾ Processus d'identification, de hiérarchisation et d'évaluation des risques permettant de les positionner sur des échelles afin de les traiter.

L'existence d'un Système de Gestion de la Sécurité-Risque Fatigue (SGS-RF), depuis l'arrêté du 25 mars 2008 modifié, est une exigence de l'autorité de surveillance pour gérer notamment les repos réduits⁽²⁵⁾ mais pas la réalisation des vols de cinq étapes. Le SGS-RF de Brit Air contient des dispositions relatives à la fatigue en général mais ne comporte pas de mesures spécifiques à ce type de vols. Depuis le 28 novembre 2011, le « *guide pratique de mise en œuvre des systèmes de gestion de la sécurité par les entreprises de transport aérien public et les organismes de maintenance* » demande, dans le cadre du SGS, la prise en compte notamment du nombre d'étapes dans l'évaluation du risque fatigue.

Des responsables de la compagnie ont indiqué que les vols de cinq étapes pouvaient être fatigants. Ils ont précisé que cette organisation était réglementaire.

1.17.1.4 Procédures d'exploitation Brit Air

Les équipages disposent notamment des documents suivants :

- manuel d'exploitation (MANEX), parties A, B et C ;
- documentation réduite (DR) ;
- QRH ;
- plan de vol exploitation (PVE).

1.17.1.4.1 Cockpit stérile et conversations dans le poste de pilotage

Le MANEX fournit les définitions suivantes :

- le cockpit est stérile « *à partir du moment où plus aucune intervention en poste ou à l'interphone du personnel de cabine n'est permise sauf cas d'urgence.* » ;
- les « *conversations* » et les « *annonces* » dans le poste de pilotage « *seront limitées* » pendant « *les phases critiques de vol (décollage, approche, atterrissage, remise des gaz), au minimum nécessaire à la bonne exécution de la manœuvre en cours* ». Par ailleurs, il est également spécifié que « *pendant le roulage, les conversations dans le poste doivent être limitées au minimum nécessaire* ».

1.17.1.4.2 Vitesse d'approche (VAPP)

Le MANEX la définit de la manière suivante :

- VAPP = VREF (vitesse de référence) + correction de vent.

La VREF est déterminée en fonction de la configuration et de la masse de l'avion.

La « correction de vent est égale à :

- si rafale ≤ 15 kt : + 5 kt ;*
- si rafale > 15 kt : + 10 kt ».*

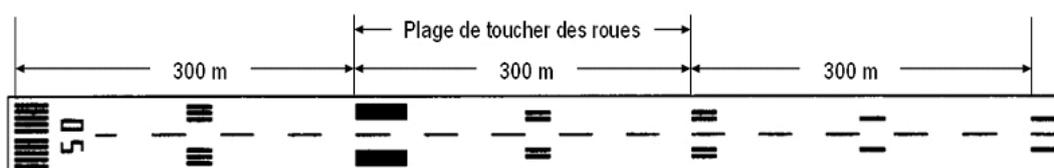
Des responsables de Brit Air ont précisé qu'il faut comprendre le terme rafale comme la différence entre le vent moyen et le vent maximal.

1.17.1.4.3 Technique d'atterrissage

- au paragraphe « *Technique de pilotage* » du MANEX :
 - « *viser le point d'impact (plots), à environ 300 m au-delà du seuil de piste, dans l'axe* »,
 - « *passer le seuil de piste à une altitude de 50 ft radio sonde à la vitesse VAPP* »,
 - « *réduire la poussée jusqu'au ralenti entre 50 ft et 30 ft radio sonde* »,
 - « *arrondir entre 30 ft et 20 ft* » ;

- au paragraphe « Memento changement d'avion – vers CRJ-700 » de la DR :
 - « réduire sur IDLE entre 30 et 20 ft »,
 - « arrondir à 20 ft, assiette vers ~ 4° » ;
- le FCOM de Bombardier indique de :
 - réduire doucement vers IDLE en dessous de 50 ft sol,
 - commencer l'arrondi entre 30 et 20 ft sol ;
- le MANEX précise que : « A partir d'un passage au seuil, stabilisé, l'arrondi consiste à piloter la trajectoire vers une zone d'impact située entre les plots (point d'aboutissement de l'ILS) et à 300 m après les plots. Les marques peintes sur la piste doivent permettre de juger de la position du point d'impact » ;

- Fig. 1 : Technique d'atterrissage -



- en cas de vent de travers :
 - « poser franchement la roue du côté au vent » ;
 - interdiction d'atterrir en cas de vent⁽²⁶⁾ traversier supérieur à 30 kt sur piste sèche et mouillé ;
- sur piste contaminée⁽²⁷⁾ :
 - atterrir avec les volets en position 45°,
 - effectuer un atterrissage franc,
 - interdiction d'atterrir en cas de vent traversier supérieur à 10 kt en cas de freinage faible ;
- atterrissage interrompu :
 - « la manœuvre est amorcée lorsque les manettes de poussée se trouvent approximativement à la poussée ralenti et que l'altitude est inférieure à 50ft »,
 - « ne pas tenter une remise des gaz après avoir amorcé une inversion de poussée ».

⁽²⁶⁾Vent moyen.

⁽²⁷⁾Si plus de 25% de sa surface est recouverte par une pellicule d'eau de plus de 3 mm, ou plus de 3 mm de slush ou de neige mouillée, ou plus de 20 mm de neige sèche, ou de la neige compacte ou de la glace.

1.17.1.4.4 Atterrissage avec cisaillement de vent (windshear) suspecté ou avéré

La partie A du MANEX préconise les éléments suivants :

« Éviter les phénomènes de windshear est le meilleur moyen de prévention. Pour ce faire, il faut :

- être à l'écoute des comptes rendus de windshear effectués par les autres pilotes ;
- utiliser le radar météo au décollage et en approche pour bien situer les cellules orageuses ;
- effectuer de fréquents «scannings» des instruments de bord.

Cependant, il n'est pas toujours facile de bien cerner la présence de windshear. De ce fait, quelques précautions sont à prendre si la présence de windshear est supposée :

□ *en approche*

- *utiliser la plus longue et la plus favorable des pistes disponibles,*
- *si les conditions le permettent, adopter la configuration de volets préconisée par le constructeur,*
- *ajouter une correction de vent appropriée à la vitesse d'approche finale,*
- *utiliser le plus longtemps possible le pilote automatique,*
- *ne pas effectuer de grandes réductions de poussée ou de grands changements de trim pour suivre les fluctuations très courtes de la vitesse indiquée ».*

Dans la partie B du MANEX, l'exploitant demande d'atterrir avec une configuration volets 30°.

Avant le 23 mars 2010, un supplément FCOM de Bombardier (CRJ-100/200/440 et CRJ-700) préconisait, en cas de cisaillement de vent suspecté ou avéré, de sortir le minimum de volets compatible avec la longueur de piste disponible pour l'atterrissage.

Brit Air a décidé de retenir la configuration volets 30°.

Le 23 mars 2010, Bombardier émettait la « *Temporary Revision RJ700-163* » qui supprimait cette consigne pour le CRJ-700. Bombardier a précisé au BEA que cette consigne avait été supprimée car les différents types d'avion n'étaient certifiés que pour la seule configuration volets 45° en utilisation normale.

A l'issue de cette parution, Brit Air a conservé la configuration volets 30° pour des raisons qui n'ont pu être fournies au BEA.

Depuis le 22 novembre 2012, Brit Air a proscrit les approches volets 30° avec cisaillement de vent suspecté ou déclaré.

1.17.1.4.5 Distances d'atterrissage

Le MANEX et la DR présentent des tableaux de performances de « *distance légale d'atterrissage* » et de « *distance réelle d'atterrissage* » sur piste sèche, mouillée et contaminée. En cas de cisaillement de vent suspecté ou avéré, il est demandé d'effectuer un atterrissage volets 30° et de majorer de 25 % la distance d'atterrissage volets 45°.

Brit Air demande aux équipages de déterminer et de vérifier les paramètres avant le briefing arrivée. Cette « *détermination en vol de la distance d'atterrissage doit être basée sur les informations disponibles les plus récentes, si possible obtenues moins de trente minutes avant l'heure estimée d'atterrissage* ».

Le MANEX précise qu'il s'agit de la distance requise d'atterrissage.

1.17.1.4.6 Ecart en approche en dessous de 1 000 ft

Les écarts en approche en dessous de 1 000 ft concernent certains paramètres, dont la vitesse indiquée qui doit être comprise entre VAPP – 5kt et VAPP + 10 kt.

Lorsque l'écart est atteint, le PM l'annonce. Si aucune correction immédiate n'est effectuée, la remise des gaz est impérative.

1.17.1.4.7 Briefings PNT

- ❑ « Trois briefings PNT au moins sont à effectuer à l'occasion de chaque vol : Briefing départ, briefing décollage et briefing arrivée ».
- ❑ « Le CdB ou le PF doit, chaque fois qu'il juge que les circonstances le nécessitent, provoquer un briefing particulier ou un complément de briefing ».
- ❑ « Lorsque les conditions prises en compte au moment du briefing se trouvent modifiées, celui-ci doit être repris ».
- ❑ « Un bon briefing doit être court, compris par tous les membres d'équipage. Il doit être reconstruit à chaque vol et mettre en valeur les particularités du jour ».
- ❑ La structure du briefing arrivée est décrite de façon détaillée. Elle demande notamment à l'équipage de « prendre en considération certains facteurs pouvant influencer sur la distance d'atterrissage tels que des aléas météorologiques (par exemple : cisaillement de vent ou évolution des conditions météorologiques pouvant conduire à trouver une piste mouillée ou contaminée), et avoir conscience de tout type d'écart devant conduire à une décision de remise de gaz (par exemple : excédent de vitesse, pente d'approche trop importante, hauteur de passage au seuil de plus de 50 ft) ».

1.17.1.4.8 Particularité de Lorient Lann Bihoué

La partie C du MANEX ne mentionne pas de particularités relatives aux marquages au sol et à la rétention d'eau sur l'aérodrome de Lorient Lann Bihoué.

1.17.1.4.9 Définitions

❑ Phases de vol

« L'ensemble d'un vol est décomposé en phases de vol. À chaque phase de vol sont associés un guide développé et une liste de vérification (check-list). »

❑ Guide développé

« Le guide développé correspond à l'ensemble des actions chronologiques d'une phase de vol donnée.

Le guide développé est accompagné de commentaires. »

❑ Check-list

« La check-list vient conclure une phase de vol ou permet de préparer la ou les phases de vol suivantes en imposant à l'équipage de vérifier de manière formelle que les actions essentielles à la sécurité ont été correctement exécutées ; et ce, en respectant le principe de vérification croisée. »

1.17.1.4.10 Check-list normale

« La lecture de la check-list doit être faite à haute et intelligible voix. Lorsqu'il s'agit d'une procédure – et si mentionné dans son titre – la lecture doit être silencieuse. Dans le cas de lecture à haute voix, le membre d'équipage qui lit la check-list ne passe au point suivant que s'il a reçu la réponse correcte au point en cours et vérifié l'item lui-même ».

1.17.2 Base Aéronavale de Lann Bihoué

1.17.2.1 Généralités

Les services de la BAN de Lann Bihoué exploitent l'aérodrome et assurent le service de la navigation aérienne.

1.17.2.2 Exploitation de l'aérodrome

Il existe un Système de Management de la Qualité et de la Sécurité (SMQS) dans la Marine Nationale qui est applicable à tous les services qui concourent à l'exploitation de l'aérodrome.

Il n'existe pas d'exploitant d'aérodrome défini à Lorient Lann Bihoué. Cette fonction est assurée par différents services de la BAN qui ne dispose pas d'un certificat de sécurité aéroportuaire.

1.17.2.3 Prestataire de services de la navigation aérienne

Le service de la navigation aérienne est rendu par le Contrôle Local d'Aérodrome (CLA). Ce service est certifié selon les exigences civiles européennes.

1.17.2.3.1 Inspection des pistes

Une inspection de piste a été réalisée par le CLA entre 18 h 30 et 18 h 55. Elle s'est déroulée sous la pluie. Conformément aux procédures établies, elle visait notamment à vérifier l'état de surface de la piste et son balisage. Le contrôleur a noté et transmis que la piste était mouillée avec des flaques d'eau. Il n'a pas déterminé la hauteur d'eau car il n'a pas jugé utile d'effectuer une telle mesure.

1.17.2.3.2 Contamination des pistes

- Le chef de quart de la Tour envoie un membre du personnel pour identifier la nature de la contamination et en déterminer la hauteur. En cas de contamination avérée, l'officier de quart du CLA fait intervenir les services concernés pour le traitement de la contamination et émet un NOTAM.
- Les renseignements à fournir aux aéronefs sur l'état des pistes par le CLA doivent être conformes aux recommandations de l'Annexe 14 de l'OACI :
 - humide : la surface présente un changement de couleur dû à la présence d'humidité ;
 - mouillée : la surface est mouillée mais il n'y a pas d'eau stagnante ;
 - flaques d'eau : de nombreuses flaques d'eau stagnantes sont visibles (épaisseur < 3 mm) ;
 - inondée : de vastes nappes d'eau stagnantes sont visibles (épaisseur > 3 mm).
- Une cale, positionnée dans tout véhicule d'inspection, est prévue pour déterminer l'épaisseur des flaques d'eau mais il n'existe pas d'outil ni de méthode pour déterminer si cette hauteur d'eau est présente sur une surface supérieure à 25 % de la largeur et de la longueur utilisée.

1.17.2.3.4 Symposium DGAC du 25 novembre 2010

La BAN n'a pas été informée de ce symposium et n'a reçu ni le « *document de synthèse* » ni le « *guide des bonnes pratiques à l'usage des équipages et des exploitants d'aéronefs* » édités par la DGAC.

La DIRCAM a été rattachée à un nouvel organisme de la Défense en septembre 2010. Elle n'a pas été invitée à ce symposium et n'a reçu aucune documentation afférente.

1.17.3 Surveillance de Brit Air

1.17.3.1 Organisation et déroulement de la surveillance par la DSAC/Ouest

La surveillance de l'exploitation par Brit Air est effectuée par la DSAC/Ouest.

Elle est basée sur des audits dont les thèmes sont définis dans le Manuel du Contrôle Technique -Transport Public (MCT-TP). Tous les thèmes doivent avoir été couverts sur un cycle de deux ans.

Lors des audits, la DSAC/Ouest regarde la conformité de l'exploitation avec la réglementation. Un compte rendu précise les écarts majeurs⁽²⁸⁾ et les écarts⁽²⁹⁾ à la réglementation ainsi que des remarques⁽³⁰⁾.

La surveillance continue est complétée par des contrôles effectués par le pôle d'experts des personnels navigants de la DSAC (PEPN) et/ou par l'organisme du contrôle en vol (OCV) à la demande de la DSAC/Ouest. L'OCV réalise également des contrôles inopinés dans le cadre de sa mission de contrôle.

1.17.3.2 Résultats des audits de surveillance de la DSAC/Ouest

Depuis le début 2010 jusqu'en septembre 2012, aucun écart majeur n'a été relevé.

Le SGS-RF n'a pas été audité depuis 2009.

1.17.3.3 Contrôles PEPN

Un seul contrôle a été effectué entre 2011 et 2012. Il s'est déroulé le 26 mars 2012 et n'a pas fait l'objet de constat.

1.17.3.4 Contrôles OCV

Les rapports, issus des contrôles inopinés effectués par l'OCV, sont envoyés à la DSAC/Ouest. Cette dernière évalue si les constats relevés sont des écarts ou des remarques. Les observations retenues sont adressées à Brit Air avec le rapport de l'OCV.

De janvier 2011 à octobre 2012, l'OCV a effectué 11 contrôles en vol qui ont conduit à l'émission de 50 constats. Ces derniers n'ont donné lieu qu'à des remarques de la part de la DSAC/Ouest. Certains constats portaient notamment sur les thèmes suivants :

- projet d'action commun ou TEM ;
- actualisation des distances d'atterrissages dans le briefing arrivée ;
- atterrissages longs.

Rappel : le TEM n'a été mis en place qu'à partir d'avril 2012 chez Brit Air.

En décembre 2012, un constat relatif à l'absence d'actualisation de la distance d'atterrissage par l'équipage a été notifié comme écart par la DSAC/Ouest.

⁽²⁸⁾Constat de non-conformité nécessitant une action immédiate ou très rapide pour ne pas créer de situation potentiellement dangereuse.

⁽²⁹⁾Constat de non-conformité non majeur.

⁽³⁰⁾Constat sur un point à améliorer.

1.17.3.5 Validation des ECP de Brit Air par l'autorité

PEPN édite chaque année des Guides des Pratiques Recommandées (GPR) en complément des exigences réglementaires de l'EU-OPS. Ces guides visent à aider les exploitants dans le cadre de l'élaboration de leur programme ECP et l'autorité de surveillance dans le cadre de l'approbation de ces programmes.

La DSAC/Ouest valide la conformité réglementaire et la cohérence des ECP avec l'assistance de PEPN. Ce dernier n'a pas formulé de remarques sur les ECP 2011 et 2012 de Brit Air.

Une note additionnelle au GPR des ECP 2012 prévoit que les cours au sol abordent le symposium de la DGAC du 25 novembre 2010 sous une forme de synthèse aux équipages.

Note : Les enseignements et les bonnes pratiques du symposium ne sont pas formalisés dans les ECP de Brit Air.

1.18 Renseignements supplémentaires

1.18.1 ASR de l'équipage de l'avion précédent (Embraer 145)

L'équipage a atterri à 19 h 06 en piste 25 en utilisant les inverseurs de poussée et le freinage manuel. Le CdB et le copilote ont rédigé chacun un ASR (voir annexe 11). Il y est fait état d'une pluie modérée, de flaques d'eau sur la piste, de piste glissante, de phénomène d'aquaplaning et d'une perte de contrôle temporaire vers la fin du premier tiers de la piste. L'un des ASR précise que la piste 25 est connue pour être en mauvais état avec la présence fréquente de flaques d'eau persistantes après des précipitations.

1.18.2 Evénements antérieurs à Lorient Lann Bihoué

- le 22 mai 2008 : Rafale F2 lors de l'atterrissage sur la piste 25 mouillée avec des flaques d'eau :
 - aquaplaning constaté,
 - recommandation de sécurité pour une étude sur la possibilité d'améliorer l'adhérence et le drainage de la piste ;
- le 2 novembre 2009 : Super étendard lors de l'atterrissage sur la piste 25 mouillée avec des flaques d'eau :
 - aquaplaning constaté,
 - recommandation sur une phraséologie des contrôleurs permettant d'avoir une information plus précise de l'état de la piste,
 - même recommandation de sécurité sur l'amélioration de l'adhérence et le drainage de la piste.

1.18.3 Règles et particularités relatives aux pistes mouillées ou contaminées par de l'eau

- Généralités

En présence d'eau sur une piste, des divergences de vocabulaire existent entre les annexes 6 (Exploitation technique des aéronefs), destinée aux compagnies aériennes, et 14 (Aérodromes) de l'OACI, destinée aux exploitants d'aérodrome.

L'Annexe 6 définit les termes mouillée⁽³¹⁾ et contaminée⁽³²⁾, alors que l'Annexe 14, définit les termes humide⁽³³⁾, mouillée⁽³⁴⁾, flaques d'eau⁽³⁵⁾ et inondée⁽³⁶⁾ pour caractériser l'état de la piste.

L'EU-OPS [Règlement (CE) No 859/2008 de la Commission du 20 août 2008] utilise uniquement les termes : humide⁽³⁷⁾, mouillée⁽³⁸⁾ et contaminée⁽³⁹⁾.

Bombardier utilise les termes de l'Annexe 6 pour l'établissement des performances des avions CRJ.

☐ Détermination de la contamination de la piste pour un contaminant eau

Le STAC a publié, à destination des exploitants d'aérodrome, une note d'information technique (2^{ème} édition, janvier 2012) relative à la « *Caractérisation de l'état de surface des pistes en conditions météorologiques dégradées* ». Cette note fournit des recommandations afin d'assister les exploitants dans le développement et la mise en œuvre des procédures relatives à la surveillance des aires de manœuvre lors d'épisodes météorologiques dégradés.

La note souligne que l'eau est un contaminant particulier. Sa distribution sur la chaussée évolue rapidement et les défauts dans la géométrie de la piste rendent son épaisseur sur la chaussée très variable. Dans ces conditions, il est très difficile d'évaluer l'épaisseur de la contamination.

1.18.4 Plan d'actions de la DGAC

A la suite du symposium DGAC du 25 novembre 2010, un plan d'action a été élaboré par la DGAC.

Ce plan prévoyait, notamment, les actions suivantes :

- ☐ exploitants d'aéronefs : valorisation du guide des bonnes pratiques à destination des équipages et des exploitants d'aéronefs ;
- ☐ exploitants d'aérodrome : organisation d'un retour d'expérience de l'application de la note d'information technique (édition 2011) relative à la « *Caractérisation de l'état de surface des pistes en conditions météorologiques dégradées* » ;
- ☐ valorisation des travaux du symposium dans les groupes internationaux, notamment dans le cadre du PSE européen ou l'ECAST⁽⁴⁰⁾.

1.18.5 Témoignage de l'équipage de conduite

1.18.5.1 Commandant de bord

☐ La préparation du vol

Le CdB estime qu'il disposait des informations météorologiques suffisantes pour préparer le vol. La préparation a été faite dans le poste de pilotage en raison du temps d'escale court. Il était prévu de la pluie et du vent de travers de 15 à 20 kt. Il a estimé qu'il y avait un risque de cisaillement de vent et a donc envisagé d'atterrir sur une piste mouillée avec les volets 30°. Il indique qu'il a vérifié que la distance requise à l'atterrissage était compatible avec cette stratégie.

⁽³¹⁾Piste qui n'est ni contaminée, ni sèche.

⁽³²⁾Piste dont plus de 25 % de la surface délimitée par la longueur et la largeur requises utilisées (que ce soit par endroits isolés ou non) est recouverte d'une pellicule d'eau de plus de 3 mm d'épaisseur.

⁽³³⁾La surface présente un changement de couleur dû à la présence d'humidité.

⁽³⁴⁾La surface est mouillée mais il n'y a pas d'eau stagnante.

⁽³⁵⁾De nombreuses flaques d'eau stagnante sont visibles.

⁽³⁶⁾De vastes nappes d'eau stagnante sont visibles.

⁽³⁷⁾La surface n'est pas sèche mais l'humidité ne lui confère pas un aspect brillant.

⁽³⁸⁾La surface est couverte d'eau sur une épaisseur inférieure à 3 mm ou l'humidité en surface suffit à rendre réfléchissante mais sans présence de flaques importantes.

⁽³⁹⁾Idem note n°27.

⁽⁴⁰⁾European Civil Aviation Safety Team.

Le vol

Lors de la descente le contrôleur annonce un grain, une piste mouillée avec des flaques d'eau et de l'aquaplaning pour l'avion précédent. Le CdB a allumé le radar météo et a constaté des zones importantes de pluie mais pas de cellule orageuse. Il l'a alors éteint. Il a considéré que l'information « *piste mouillée avec des flaques d'eau* » du contrôleur comme une information correspondant habituellement en Bretagne à une piste mouillée. Il a bien noté l'information d'aquaplaning mais est resté sur un état mouillé de la piste. Les conditions météorologiques et l'état de la piste étant ceux prévus à la préparation du vol, il a estimé qu'il n'était pas nécessaire de réévaluer la distance d'atterrissage et a décidé de poursuivre sur sa stratégie initiale, celle d'un atterrissage sur piste mouillée en volets 30° à cause du risque de cisaillement de vent.

L'approche a été pour lui « *standard et dans les normes* ».

L'avion est sorti des nuages vers 800 ft. Il voyait clairement la piste mais la pluie était présente et les essuie-glaces étaient sur la position de vitesse maximale. Il précise qu'il était gêné par les écrans lumineux utilisés pour le « *cabin ready* ».

Il pense avoir arrondi un peu haut. Il a senti l'avion flotter. Il était concentré sur la tenue de l'axe. Il précise que la tenue de l'axe n'était pas facile du fait du vent, de l'éclairage peu efficace des phares du CRJ-700, du marquage au sol déficient de l'axe de piste et de l'absence d'un balisage lumineux de l'axe de piste. Il a vu une marque de point de cible.

Le toucher des roues a été doux mais ce n'était pas son objectif.

Il n'a pas eu la sensation d'un arrondi long. Il n'est pas en mesure de préciser où les roues ont touché la piste. Il n'a pas vu les panneaux d'indication de longueur de piste restante ni la croisée des pistes. Dès le toucher des roues, il a senti que l'avion glissait. Il a freiné au maximum dès qu'il a pu et a mis les inverseurs de poussée au maximum.

Méthode de travail et expérience personnelle

Il explique qu'il est habitué à atterrir en configuration volets 30°. Il effectue la plupart de ses vols sur CRJ-700.

Il indique qu'il n'a jamais atterri sur des pistes contaminées par de l'eau.

Concernant l'atterrissage, il applique la même technique d'atterrissage en volet 30° et volets 45°. Il arrondit avec une assiette d'environ 2° et positionne les manettes de poussée sur IDLE entre 10 et 20 ft. Il vise les marques de point cible et le toucher intervient peu après. Il n'a pas de référence de temps ou autre moyen pour évaluer la distance.

Concernant l'utilisation de l'« *IAS bug* », il précise qu'il sélectionne normalement la VAPP mais que, lors de ce vol, il a pu sélectionner la VREF à cause d'une ancienne habitude qu'il aurait acquise lors de ses premiers vols à Brit Air.

Vols précédents avec le copilote :

Les vols du jour ont été effectués dans une bonne ambiance. Le copilote a effectué les trois premières étapes en tant que PF et lui a laissé les commandes pour les deux dernières.

Le vol effectué en tant que PM à destination de Lorient Lann Bihoué le même jour s'est bien déroulé. La piste était sèche. Il n'a pas le souvenir d'un arrondi long et il lui semble que le toucher des roues s'est fait aux marques de point cible.

Facteurs Humains

Le CdB indique qu'il ressentait de la fatigue avant le début de cette cinquième étape. En général, les vols de cinq étapes sont fatigants. Cela est ressenti par la majorité des pilotes mais peu de pilotes, dont lui-même, en informent la compagnie. Il précise qu'il ne se sentait pas plus fatigué que lors de précédents vols à cinq étapes. Il n'a jamais annulé un vol pour une raison de fatigue.

Il a l'habitude de faire des vols de cinq étapes, environ deux à trois fois par mois.

Il explique que les vols de nuit, plus nombreux à cette période de l'année, sont plus fatigants. Il a réalisé les deux atterrissages de nuit durant cette journée de cinq vols.

Il indique qu'il n'avait pas conscience de l'état de la piste 25 (zones de rétention d'eau, balisage et marquage au sol).

1.18.5.2 Copilote

La préparation du vol

Le copilote indique, qu'à la préparation du vol, le CdB lui a précisé que les prévisions météorologiques étaient mauvaises avec la présence de pluie vers 19 h ou 20 h et de vent de travers. Un atterrissage avec les volets 30° sur une piste mouillée a été retenu en raison de la suspicion de cisaillement de vent. Le CdB et le copilote ont discuté de la distance d'atterrissage nécessaire avec la configuration et l'état de la piste. Elle était compatible avec un atterrissage sur la piste 07/25.

Le vol

Le copilote a effectué les check-lists en les utilisant comme guide d'action et non comme moyen de vérifier que ces actions avaient bien été effectuées.

En descente, les conditions météorologiques annoncées correspondaient à des conditions de piste mouillée identiques à celles prévues au départ. Il n'a pas éprouvé le besoin de réévaluer la distance d'atterrissage. Bien que le contrôleur lui ait transmis une information de l'équipage précédent concernant de l'aquaplaning, il n'a pas associé ce terme à une piste potentiellement contaminée puisque le contrôleur n'a pas formellement annoncé cette contamination.

Il estime que le contrôleur a donné tardivement les informations météorologiques et qu'elles n'étaient pas précises.

L'approche était stable. Il n'a pas annoncé d'écart de vitesse lors de l'approche puisque la vitesse a été correctement tenue par le CdB. Il a conscience qu'elle était un peu élevée mais estime qu'elle était dans les écarts tolérés pour l'approche.

Il précise qu'ils ont vu la rampe d'approche vers 800 ft.

Il y avait pas mal de pluie. La vitesse des essuie-glaces était sur la position la plus rapide. Il indique avoir vu l'entrée de piste mais pas les marques de point cible.

Il n'a pas l'impression que l'arrondi était long. Il précise que l'éclairage du CRJ-700 n'est pas efficace et que la piste 25, non équipée de balisage lumineux axial, était peu visible.

Il explique que le toucher des roues a été doux. Il n'est pas capable d'en estimer la distance par rapport au seuil. Il n'a vu ni la croisée des pistes ni les panneaux de distance présents sur le bord de la piste.

Dès le toucher des roues, il a senti que l'avion glissait. Il a demandé au CdB s'il freinait. Comme celui-ci lui a indiqué qu'il n'y parvenait pas, il a immédiatement appuyé à fond sur les freins.

Méthode de travail et expérience personnelle

Depuis l'obtention de sa qualification sur CRJ-1000, le copilote effectue les vols nécessaires au maintien de sa qualification sur CRJ-700. C'est le premier vol qu'il effectuait sur ce type d'avion depuis que l'écran permettant de recevoir le « cabin ready » de la part des PNC avait été installé. Il précise que l'écran illumine le cockpit et que ce système l'a un peu perturbé pendant l'approche. Il juge ce système inadapté et gênant pour les vols de nuit.

Ce jour-là, il effectuait ses premiers vols depuis plus d'un an à destination de Lorient Lann Bihoué.

Il explique que pour un vent avec des rafales de 25 kt, il majore la VREF de 10 kt puisque la rafale est supérieure à 15 kt. Il affiche la VAPP à l'« IAS bug » mais précise que certains commandants de bord de Brit Air affichent la VREF. Il préfère que la vitesse soit au-dessus de l'« IAS bug » mais évite absolument qu'elle soit en dessous.

Il a déjà rencontré le phénomène d'aquaplaning et atterri sur des pistes contaminées par de la neige.

Le copilote n'a pas d'appréhension vis-à-vis de la remise des gaz. En revanche, il indique qu'il n'a jamais effectué cette manœuvre en dessous des minima.

Concernant l'atterrissage, il arrondit à 30 ft et réduit à 20 ft en visant les marques de point cible. Il atterrit peu après. Il n'a pas de référence de temps ou autre moyen pour évaluer la distance.

Vols précédents avec le CdB

Les vols du jour ont été effectués dans une bonne ambiance. Il lui semble que le vol effectué en tant que PF à destination de Lorient Lann Bihoué le même jour s'est bien déroulé. Il n'a pas le souvenir d'avoir fait un arrondi long ou un toucher des roues loin du seuil de piste.

Facteurs Humains

Il explique qu'il était fatigué avant le départ de la cinquième étape. Cependant, il précise qu'il ne ressentait pas une fatigue plus grande que lors d'autres vols de cinq étapes. Selon lui, les conditions météorologiques commencent à cette période de l'année à être un peu plus mauvaises et engendrent plus de fatigue. Il estime que les vols avec cinq étapes sont trop fatigants et ne devraient pas être maintenus. Ceux-ci sont peu nombreux sur CRJ-1000.

1.18.6 Système embarqué de prévention des sorties de piste

Ce type de système est déjà disponible sur certains avions mais n'équipe pas les CRJ 700. C'est un système interactif qui informe l'équipage en temps réel en phase d'approche et d'atterrissage. Il calcule en permanence la distance réelle d'atterrissage et la distance au sol restante à l'avion pour s'arrêter. Il fournit le cas échéant des messages d'alerte visuels et oraux à l'équipage. L'installation d'un tel équipement n'est pas exigé par la réglementation.

L'AESA a lancé une tâche réglementaire (NPA 2013-09 « *Reduction of runway excursions* » du 10 mai 2013) visant à définir des standards de certification (CS 25 et CS 26) pour les systèmes embarqués d'aide à l'atterrissage et leur installation obligatoire sur les futurs avions utilisés en transport public.

1.18.7 Evaluation, prise en compte et standardisation de la transmission de l'état de la piste

Les performances opérationnelles des avions à l'atterrissage et au décollage sont fortement dépendantes de l'état de surface des pistes. Ainsi, une information sur l'état de contamination de la piste est nécessaire aux équipages pour leur permettre de déterminer la configuration de l'avion et les marges disponibles pour l'atterrissage, notamment au niveau des distances d'atterrissage. Des méthodes et des moyens existent et d'autres sont en cours d'évaluation.

L'information sur la caractérisation de l'état de la piste et l'adhérence doit être transmise aux équipages. Cependant, il n'existe aucune standardisation de cette information. Cela conduit les équipages et les contrôleurs à des interprétations.

Des travaux sont conduits actuellement par des groupes de travail (TALPA ARC et AESA) pour définir des standards de report sur les états de piste, exploitables par les équipages et les contrôleurs.

1.18.8 Actions de sécurité depuis l'accident

1.18.8.1 Brit Air

Brit Air a mis en œuvre de nombreuses actions de sécurité dont notamment :

- publication du bulletin de sécurité des vols « *Flysafte n° 31* » ;
- publication du flash Info Sécurité des vols n° 03/12 du 24 octobre 2012 ;
- vérification prévue de la conformité du MANEX partie B1 et B2 avec le FCOM constructeur « *procédures normales et limitations* » pour identifier les écarts et modifier si nécessaire le MANEX ;
- déclenchement d'une enquête interne SMS ;
- parution le 22 novembre 2012 d'une note précisant que les atterrissages en conditions de cisaillement de vent suspecté doivent s'effectuer volets 45° ;
- parution le 21 mars 2013 d'une note modifiant la consigne compagnie d'atterrissage (toucher des roues le plus près possible des plots avec une tolérance de 300 m) ;
- parution le 22 mars 2013 d'une note précisant la définition FCOM de la VAPP ;

- ❑ lors des cours au sol « *Procédures et règlements OPS* » des ECP 2013, environ un tiers du temps est consacré au calcul des limitations à l'atterrissage, à la technique d'atterrissage et au TEM ;
- ❑ une nouvelle grille d'évaluation des équipages pour les ECP est en cours de définition et sera présentée à la DSAC/Ouest ;
- ❑ refonte de la notation des CEL et CHL en cours avec la même démarche que la grille d'évaluation des équipages ;
- ❑ nouvel objectif de sécurité 2013 : diviser par deux le nombre d'atterrissages longs au-delà de 300 m par rapport aux marques de point cible.

1.18.8.2 Bombardier

Publication de la « *Flight Operations Note* » (FON) (CRJ-700/705/900/1000-FON-00-004) le 13 décembre 2012 relative à la configuration d'atterrissage en cas de cisaillement de vent suspecté ou connu. Cette FON rappelle que la « *Temporary Revision RJ700-163* » supprimait toutes les configurations inférieures à 45° dans ce cas car ces avions ont été testés et certifiés pour un atterrissage normal en volets 45°.

1.18.8.3 Base Aéronavale de Lorient Lann Bihoué

Les travaux de réfection en peinture du marquage diurne ont commencé mi-mars 2013 et se sont achevés mi- avril 2013.

2 - ANALYSE

2.1 Scénario

L'équipage est sur le point d'effectuer son cinquième vol du jour et exprime la fatigue qu'il ressent. Il prépare la dernière étape dans le poste de pilotage. Il s'assure notamment que la distance requise à l'atterrissage en configuration volets 30° est compatible avec les conditions de piste mouillée annoncées.

Des conversations extra-professionnelles sont échangées pendant le vol, notamment en dessous du FL 100 lors de la descente. Elles affectent la surveillance du vol et la bonne utilisation des check-lists.

Les informations de l'ATIS indiquent une procédure d'arrivée PAR 07. L'équipage envisage d'effectuer la procédure ILS 25 qu'il connaît bien et estime compatible avec le vent de travers et les rafales annoncés. Le contrôleur autorise cette approche. Peu avant la descente, le PM fait état de sa fatigue et de sa lassitude. Il déroule la check-list « *Descente* » sans attendre les confirmations du PF après chaque item et oublie certaines annonces.

Durant la descente, l'équipage fait un briefing court dans lequel la distance d'atterrissage n'est pas rappelée. Il prévoit d'adopter une configuration volets 30° et annonce une vitesse de 140 kt correspondant à la VREF à la masse estimée de l'avion.

Douze minutes avant l'atterrissage, l'équipage contacte le contrôleur de l'approche de Lorient. Ce dernier confirme les mauvaises conditions météorologiques, indique la présence de flaques sur la piste ainsi que les conditions d'aquaplaning décrites par le pilote de l'avion précédent. Ces informations ne déclenchent pas de réaction particulière de l'équipage ni de briefing complémentaire prenant en compte les menaces potentielles associées. Le projet d'atterrissage en configuration volets 30° n'est pas remis en cause.

Lorsque le PF demande la check-list « *Approche* », le PM ne répond pas immédiatement en raison de l'absence du compte rendu cabine des PNC. Il engage alors une discussion sur l'éclairage gênant de l'écran du « *Cabin Ready* ».

Neuf minutes avant l'atterrissage, le contrôleur indique à nouveau la présence de forte pluie, l'état de la piste, l'aquaplaning et les difficultés de l'avion précédent. Ces informations n'alertent pas l'équipage qui ne modifie pas son projet d'action. En effet, au même moment l'apparition du « *Cabin Ready* » l'incite à débiter la check-list « *Approche* ».

Un message du contrôleur interrompt cette check-list. Elle est reprise à un mauvais endroit. L'utilisation des check-lists comme guide d'actions, et non pas comme liste de vérifications conduit l'équipage à ne pas vérifier le calage des altimètres.

Les conversations diverses cesseront trois minutes avant l'atterrissage vers 3 000 ft avec la sortie des trains et des volets ainsi que l'annonce et l'affichage d'une VAPP de 140 kt. Lors de l'exécution de la check-list « *Avant atterrissage* », l'équipage réalise que les altimètres ne sont pas correctement calés. Le PF demande au PM si la check-list « *Approche* » a bien été effectuée.

Au passage des 1 000 ft, l'avion est stable sur l'ILS à une vitesse de 144 kt et l'équipage décide de poursuivre l'approche.

En dessous de 1 000 ft, la vitesse augmente de plus de 10 kt au-dessus de la VAPP sans que l'équipage ne paraisse s'en apercevoir. Les annonces et la remise de gaz, prévues par Brit Air en cas de déstabilisation, ne sont pas effectuées.

Le survol du seuil est effectué à 154 kt avec un vent arrière de 4 kt.

Le PF éprouve des difficultés à évaluer la hauteur de l'avion du fait de l'absence de marquages lumineux. Il exerce de nombreuses actions aux commandes pour maintenir l'avion dans l'axe de piste. Il semble se focaliser sur le contrôle de l'avion car il ne sait pas à quelle distance du seuil il atterrit. L'équipage ne réalise pas que la piste est contaminée et que l'atterrissage est long. Il n'envisage à aucun moment de remettre les gaz. L'avion n'étant pas équipé d'un système de prévention des sorties de piste, l'équipage n'a pas bénéficié d'alerte.

La distance restante est insuffisante et l'avion sort de piste.

2.2 Performance humaine

2.2.1 Gestion des ressources de l'équipage

D'une manière générale, les informations reçues au cours du vol n'ont pas modifié la perception de la situation que l'équipage s'était construite depuis le début du vol.

L'envie de terminer le vol le plus rapidement possible a été évoquée dans le cockpit. Elle peut indiquer un état de fatigue lié à la cinquième étape de la journée. L'absence de prise en compte du risque afférent a pu dégrader leur performance globale et se traduire par les faits suivants :

- l'instauration d'une situation de cockpit « non stérile » et de conversations extra-professionnelles. Cette tendance a déjà été observée chez des navigants tentant inconsciemment de lutter contre la fatigue et l'effet de routine ;
- des écarts non détectés avec les procédures de la compagnie qui prévoit notamment la décision d'interrompre l'approche en dessous de 1 000 ft en cas de vitesse trop élevée ;
- l'absence d'annonces techniques et l'utilisation des check-lists comme guide d'actions ;
- le manque de réaction aux informations du contrôleur qui, bien qu'utilisant une phraséologie non standard, étaient de nature à les alerter sur les indices de contamination de la piste ;
- le briefing « Arrivée » au cours duquel la distance requise à l'atterrissage n'est pas évoquée ;
- l'appréciation incomplète des conséquences d'un choix de la configuration volets 30° sur l'allongement de la distance d'atterrissage.

2.2.2 Gestion des erreurs et des menaces

Ce concept prévoit l'adaptation des projets d'actions de l'équipage après l'identification des menaces du moment et des erreurs possibles.

Lors de la préparation au sol, l'équipage a indiqué avoir vérifié que la distance requise à l'atterrissage sur Lorient Lann Bihoué était compatible pour le vol. Celle-ci n'offrait cependant qu'une marge d'environ 80 m. L'équipage a identifié la menace de la piste mouillée mais n'a pas pensé à en rechercher d'autres pouvant affecter la distance réelle. En conséquence, il n'a pas été amené à mettre en place une stratégie pour s'assurer que cette marge serait respectée.

Au cours de la descente, l'équipage a été informé de conditions météorologiques plus dégradées que celles prévues au départ. N'ayant pas fait d'analyse TEM de la situation lors du briefing arrivée et ayant considéré que la situation était celle prévue à la préparation du vol, il a maintenu la configuration volets 30°. Il n'a pas mis à jour son projet d'action et n'a pas pris en compte une possible contamination de la piste.

Dans ce contexte, il n'a pas pris conscience que les distances d'atterrissage requises dans la configuration choisie étaient supérieures à la LDA.

Par ailleurs, la menace d'un atterrissage long n'a pas été perçue par l'équipage alors que la plupart des atterrissages réalisés le jour même se situaient au-delà de la zone de toucher des roues recommandée.

La menace de sortie de piste n'a pas été identifiée. L'objectif d'un atterrissage aux plots et la possible remise des gaz en cas d'échec n'ont pas été clairement envisagés. De fait, il apparaît que le respect de cette zone constituait un objectif absolu de la compagnie sans que les moyens de sa réalisation n'aient été définis.

De bonnes conditions ou des pistes longues peuvent favoriser une dérive des équipages les conduisant à effacer les marges de sécurité offertes par le respect des consignes opérationnelles. Lorsque les conditions météorologiques sont dégradées, ces marges réduites peuvent alors devenir insuffisantes.

Dans la phase d'arrondi, la forte charge de travail du PF compte tenu du vent traversier, la faible visibilité extérieure, les difficultés de visualisation et le mauvais état du marquage au sol ne permettaient plus à l'équipage de surveiller précisément le point de touché. Cet aspect n'ayant pas été identifié comme déterminant, la remise de gaz et le risque de sortie de piste n'ont pas été envisagés et la sortie de piste a surpris l'équipage.

2.3 Méthodes de l'exploitant

2.3.1 Performances des fonctions formation, entraînement et contrôle des équipages

La formation, le contrôle et l'entraînement au moment de l'accident ne permettaient pas d'appréhender certaines menaces rencontrées par les équipages en exploitation.

La formation continue au sol des équipages comporte une partie TEM depuis 2012. Cette démarche n'était pas mise en pratique lors des séances de simulateurs. Par ailleurs, à la date de l'accident, seul le CdB y avait été sensibilisé. L'équipage n'était donc pas prédisposé à l'appliquer.

La partie sécurité des vols de la formation n'a pas repris les enseignements et les bonnes pratiques issus du symposium DGAC du 25 novembre 2010 relatifs à l'aide à l'atterrissage par conditions météorologiques dégradées. Ce symposium abordait notamment le risque de la sortie de piste.

Le SASV avait identifié que de nombreux équipages effectuaient des atterrissages longs. Le service de la formation a alors établi une politique de tolérance zéro concernant le respect de la zone d'atterrissage lors des entraînements et des contrôles hors ligne ou en ligne. Cependant, les instructeurs ne disposaient pas des moyens de vérifier cette exigence lors des séances de simulateurs car ceux-ci ne permettent pas de visualiser clairement la zone de poser.

Les séances de simulateurs ne prévoyaient pas de scénarios de nuit. Par ailleurs, la simulation de contamination de piste n'est pas réalisable par les simulateurs utilisés. Les équipages de la compagnie n'étaient donc pas entraînés à réagir à certaines conditions dégradées qu'ils pouvaient pourtant rencontrer en exploitation.

La formation au sol et la partie C du MANEX ne fournissaient pas aux équipages les informations sur les particularités des aérodromes utilisés telles que marquages peu visibles ou zones de rétention d'eau. Ces spécificités n'étaient pas non plus représentées au simulateur.

Cette situation était peu compatible avec l'exigence de respect des zones d'atterrissage.

2.3.2 Documentation

L'enquête a montré des différences entre la documentation de l'exploitant et celle du constructeur. Ces différences ont notamment conduit l'équipage à choisir la configuration de volets qui n'était plus prescrite par le constructeur en cas de cisaillements de vent suspectés ou avérés.

Des informations différentes existent entre le MANEX et la DR sur la hauteur à laquelle la poussée doit être réduite et l'arrondi débuté.

La méthode du MANEX pour déterminer la vitesse d'approche ne décrit pas clairement la prise en compte des rafales de vent. Cela peut contribuer à choisir des vitesses d'approche potentiellement inadaptées.

Ces différences ne permettent pas aux pilotes d'assimiler et de partager les standards de la compagnie. Elles peuvent aussi affecter l'efficacité de la surveillance des PM.

La notion TEM ne figure pas dans la description du contenu des briefings, notamment celui de l'arrivée. Cette situation ne garantit pas l'assimilation et l'application opérationnelle du concept par les équipages.

2.3.3 Vols de cinq étapes

L'exploitant a développé un SGS-RF, conformément à la réglementation relative aux temps de repos des équipages mais n'a pas pris en considération le risque fatigue lié au nombre d'étape dans son SGS.

Certains responsables de la compagnie sont conscients que ces vols sont fatigants.

L'équipage a indiqué avoir ressenti de la fatigue mais celle-ci ne lui a pas semblé supérieure à celle ressentie lors d'autres vols de ce type. L'habitude est d'accepter de continuer le vol dans ce type de situation.

Il apparaît que ni le SGS-RF ni le SGS ne traitent des éléments contextuels et complexes influant sur l'état de fatigue, tels que la vie privée ou l'environnement notamment. Des stratégies de prévention sont prévues par le SGS-RF et mises en place par les pilotes mais leur efficacité est surestimée. La fatigue peut avoir des conséquences insidieuses qu'il n'est pas toujours possible de détecter à temps.

L'exploitant a mis en place certaines mesures d'atténuation de la fatigue mais aucune n'est spécifique aux vols de cinq étapes. L'enquête a souligné que le SGS-RF comme le SGS ne permettaient pas d'atténuer les effets de la fatigue lorsque cette dernière était ressentie par les équipages au cours de ce type de vol.

2.3.4 Culture de sécurité

Le SMS de la compagnie existe depuis le 1^{er} janvier 2012. Il n'a encore eu que peu d'impact sur son exploitation.

L'analyse systématique de tous les vols par le SASV a permis de montrer qu'un très faible nombre d'approches non stabilisées était suivi d'une remise de gaz.

Depuis la fin 2010, l'étude des atterrissages longs sur CRJ-1000 par Brit Air a conduit à la création d'une procédure d'analyse. La compagnie a bien identifié, à partir des premiers résultats de février 2012, le nombre important d'atterrissages longs. Cette problématique a été également mise en évidence à l'été 2012 sur CRJ-700. Cependant, aucun enseignement ni facteur contributif n'a pu être tiré avant l'accident. Les atterrissages longs avaient été évoqués lors des cours au sol de 2012 comme élément statistique identifié dans l'exploitation de la compagnie. L'équipe du SASV avait prévu de développer ce sujet dans le bulletin de sécurité de la compagnie du mois de novembre 2012.

A la date de l'accident, le taux d'atterrissage long sur CRJ-700 de 32,8 % sur la piste 25 de Lorient Lann Bihoué n'était pas saillant par rapport à ceux des autres pistes desservies par la compagnie.

Les outils développés par la compagnie n'ont pas permis de traiter cette problématique de manière adéquate. Il s'avère notamment que la compagnie n'est pas parvenue à mettre en œuvre, avant l'accident, des mesures conduisant notamment à la remise en cause de la décision d'atterrir.

2.3.5 Evaluation et surveillance des équipages

Les méthodes de contrôle et de compte-rendu, définies par la compagnie, ne lui permettent pas d'identifier et de suivre les éventuels axes de progrès des équipages. Cette absence ne lui permet pas d'identifier les pilotes ayant un besoin de formation complémentaire ni d'évaluer le niveau de maturité de son exploitation. Elle ne permet donc pas de déterminer des axes d'amélioration.

Les contrôles réalisés par l'OCV ont notamment montré une absence d'actualisation des distances d'atterrissage lors du briefing arrivée et la récurrence d'atterrissages longs. Ces lacunes n'ont pas été détectées ou retranscrites lors des contrôles effectués par l'exploitant.

Celui-ci n'a pas une perception fidèle de la performance de sécurité de son exploitation.

2.4 Exploitation de l'aérodrome

2.4.1 Exploitant de l'aérodrome

En début d'année 2012, l'affectataire principal de l'aérodrome a reçu un rapport de l'autorité de surveillance concernant l'état de la piste. Celui-ci détaillait de nombreux écarts que l'autorité de surveillance n'a pas jugés incompatibles avec la poursuite de l'exploitation de la piste.

Deux rapports transmis à la BAN à la suite de deux sorties de piste 25 faisaient état de zones de rétention d'eau. Ils suggéraient d'étudier l'évacuation d'eau de la piste et le cas échéant de faire des travaux pour améliorer cette caractéristique.

A la date de l'accident, des zones de rétention d'eau favorisant la contamination de la piste avaient été identifiées et la BAN avait décidé de mener les travaux nécessaires. Toutefois, la nature des travaux et le plan d'action n'avaient toujours pas été établis.

Les exploitants de l'aérodrome de Lorient Lann Bihoué n'ont pas fait l'objet d'un processus de certification de sécurité aéroportuaire. Ils ne sont donc pas certifiés comme « *exploitant de l'aérodrome* » et ne sont pas soumis aux exigences d'un système de gestion de la sécurité permettant d'avoir une action proactive sur la détection et la correction d'écarts concernant les installations.

Les enseignements des symposiums de la DGAC ne sont pas envoyés aux gestionnaires des aérodromes militaires et la BAN n'a pas été destinataire de ceux du symposium du 25 novembre 2010, contrairement aux exploitants civils.

L'absence de certification d'un exploitant d'aérodrome à Lorient Lann Bihoué, dans un ensemble où les autres entités sont certifiées ou homologuées par l'autorité de surveillance (exploitant d'aéronefs, prestataire de services de la navigation aérienne et installations aéroportuaires), ne permet pas de garantir un niveau de sécurité identique à celui d'un aérodrome civil certifié de trafic comparable.

2.4.2 Caractéristiques de la piste

Bien que réglementaire, l'absence de balisage axial lumineux de la piste 25 ne permettait pas à l'équipage de disposer d'une aide suffisante au moment de l'atterrissage, ce qui peut expliquer, en partie, une qualité d'atterrissage dégradée par une réelle difficulté de tenue d'axe lors de l'arrondi.

Le caractère optionnel de la recommandation DGAC de « *l'info sécurité* » n° 2012/02 du 10 juin 2012 a conduit à sa non mise en œuvre sur l'aérodrome de Lorient.

2.4.3 Etat de la piste

La détermination de l'état d'une piste contaminée par de l'eau est complexe en raison du caractère évolutif de ce contaminant. Il est à noter qu'aucune méthode d'évaluation n'est définie tant au niveau national qu'international.

Le personnel en charge de l'inspection de la piste, formé localement n'a pas jugé utile d'effectuer de mesure du niveau d'eau présent sur la piste, probablement parce que le niveau aurait changé à la fin d'une opération qui dure environ 25 minutes.

La terminologie « *mouillée avec flaques d'eau* » utilisée par le contrôleur ne correspond pas à une information standard et n'a pas conduit l'équipage à prendre conscience de l'état de la piste.

L'équipage précédent avait fait part de difficultés liées à l'état de la piste que le contrôleur a transmises à l'équipage du CRJ-700. Ce type de message, n'étant pas standardisé, il peut être interprété différemment selon l'équipage qui le reçoit

Un message plus formaté aurait peut-être permis à l'équipage de prendre conscience des conséquences de l'état de la piste sur les performances d'atterrissage.

3 - CONCLUSION

3.1 Faits établis par l'enquête

- L'équipage possédait les licences et qualifications requises et en état de validité.
- Brit Air détenait un CTA valide.
- L'exploitant de l'aérodrome de Lorient Lann Bihoué n'est pas certifié.
- Le prestataire de la navigation aérienne est certifié selon la réglementation européenne civile.
- L'avion avait un certificat de navigabilité en état de validité.
- Des traces de roulement de pneu, cohérentes avec un phénomène d'aquaplaning, ont été relevées sur la piste à plus de 1 000 m du seuil de la piste 25.
- L'examen des pneus, du système de freinage et des phares a montré qu'ils ne présentaient pas d'anomalie.
- La piste 25 était homologuée.
- La piste 25 est dépourvue d'un balisage lumineux de l'axe de la piste.
- Des zones de rétention d'eau existaient sur la piste 25.
- Le contrôle commun de la DSAC et de la DIRCAM, réalisé en septembre 2011, avait constaté des écarts sur le balisage diurne de la piste 25.
- Un plan d'actions correctives de ces écarts a été émis par la BAN le 26 septembre 2012 avec une échéance prévue le 31 décembre 2012.
- L'équipage a décidé d'atterrir en configuration volets 30°.
- L'équipage a annoncé et affiché une VAPP de 140 kt.
- La tenue de conversations non directement liées au vol a contribué à une conscience insuffisante de la situation par l'équipage.
- L'équipage a manifesté des signes de fatigue et de routine à plusieurs reprises sur l'enregistrement du CVR.
- Les informations transmises par le contrôleur concernant l'état de la piste n'ont pas conduit l'équipage à identifier sa contamination.
- La phraséologie utilisée par le contrôleur n'était pas partagée par les pilotes.
- L'ATIS « WHISKY » de 18 h 20 ne contenait pas d'information particulière sur l'état de la piste.
- Une inspection de piste, terminée à 18 h 55 alors qu'il pleuvait, a indiqué que la piste 25 était mouillée avec des flaques d'eau mais la hauteur d'eau n'a pas été déterminée.
- L'équipage de l'avion précédent a indiqué l'existence d'aquaplaning sur la piste.
- La distance requise à l'atterrissage lors de la préparation du vol était compatible avec la longueur de piste disponible.
- La distance requise à l'atterrissage sur piste mouillée était inférieure à la LDA.

- ❑ La distance requise à l'atterrissage sur piste contaminée était supérieure à la LDA.
- ❑ L'avion a passé le seuil de la piste 25 sur l'ILS avec une VAPP de 153 kt et un vent arrière de 4 kt.
- ❑ Les roues de l'avion ont touché la piste 25 à 1 130 m du seuil à une vitesse de 140 kt.
- ❑ La distance restante ne permettait pas à l'équipage de s'arrêter avant la fin de la piste.
- ❑ L'avion est sorti de la piste à une vitesse de 66 kt.
- ❑ Les performances de l'avion à l'atterrissage étaient compatibles avec une contamination de la piste 25 par de l'eau.
- ❑ Lors de l'atterrissage précédent à Lorient Lann Bihoué, le toucher des roues sur la piste 25 a eu lieu de jour à 950 m du seuil.
- ❑ Les ECP sur simulateur ne comprennent pas de scénario de nuit.
- ❑ Le TEM est abordé depuis 2012 en cours théorique commun PNT et PNC.
- ❑ Les enseignements et les bonnes pratiques, émis lors du symposium DGAC du 25 novembre 2010, n'ont pas été présentés auprès des équipages Brit Air.
- ❑ Le simulateur CRJ-700 ne permet pas de déterminer aisément le point de toucher des roues ni de présenter des conditions de contamination de piste par de l'eau et des marquages représentatifs de la réalité.
- ❑ Quelques procédures, notamment celles relatives à la technique d'atterrissage et à la correction vent de la VAPP, manquent de clarté.
- ❑ Le MANEX partie C ne présente pas les particularités de la piste 25 de Lorient Lann Bihoué.
- ❑ A la date de l'accident, les outils mis en place par Brit Air n'ont pas identifié que 32,8 % des atterrissages de CRJ-700 sur le QFU 25 de Lorient Lann Bihoué étaient des atterrissages longs.
- ❑ La gestion du risque fatigue par Brit Air ne prend pas en compte de manière opérationnelle les effets de la fatigue au cours des vols de cinq étapes.
- ❑ L'exploitant n'a pas une perception fidèle de la performance de sécurité de son exploitation.

3.2 Causes de l'accident

L'accident est dû à l'absence de décision de l'équipage d'interrompre l'atterrissage alors qu'il n'avait pris conscience ni de la contamination de la piste ni de la longueur de piste restante.

La poursuite de l'atterrissage peut s'expliquer par :

- ❑ une conscience de la situation insuffisante liée :
 - au niveau de performance de l'équipage, celui-ci étant par ailleurs dégradé par la fatigue et la routine,
 - à une méconnaissance des marges de sécurité et à une formation TEM inadaptée ;
- ❑ une approche de la sécurité ne conduisant pas suffisamment les équipages remettre en cause leur projet d'action.

Les facteurs suivants ont contribué à l'événement :

- la sous-estimation par l'équipage des conditions météorologiques ;
- des consignes opérationnelles parfois peu claires ou contradictoires fragilisant le travail en équipage ;
- les caractéristiques de la piste 25, par ailleurs non documentées dans le MANEX de Brit Air ;
- l'organisation de l'exploitation de l'aérodrome contribuant à ne pas corriger dans des délais raisonnables les écarts identifiés concernant la piste 25 ;
- l'absence d'une phraséologie commune garantissant aux équipages et aux contrôleurs une connaissance partagée de l'état réel de la piste ;
- l'organisation des entraînements et des contrôles ne permettant pas suffisamment à l'exploitant de connaître et d'améliorer sa performance de sécurité ;
- la prise en compte incomplète du risque fatigue par la compagnie.

4 - RECOMMANDATIONS DE SECURITE

Rappel : conformément aux dispositions de l'article 17.3 du règlement n° 996/2010 du Parlement européen et du Conseil du 20 octobre 2010 sur les enquêtes et la prévention des accidents et des incidents dans l'aviation civile, une recommandation de sécurité ne constitue en aucun cas une présomption de faute ou de responsabilité dans un accident, un incident grave ou un incident. Les destinataires des recommandations de sécurité rendent compte à l'autorité responsable des enquêtes de sécurité qui les a émises, des mesures prises ou à l'étude pour assurer leur mise en œuvre, dans les conditions prévues par l'article 18 du règlement précité.

4.1 Balisage lumineux de la piste

L'enquête a montré que l'équipage avait rencontré beaucoup de difficultés pour se positionner par rapport au seuil et à l'axe de la piste du fait d'un marquage au sol peu visible et de l'absence d'une signalisation lumineuse adaptée.

Lors de deux enquêtes, le BEA avait recommandé, en 2004 et 2008, à la DGAC d'étudier l'opportunité « *d'installer un balisage lumineux axial sur les aérodromes accueillant du transport public* ».

L'installation de feux d'axe de piste sur une piste homologuée pour des approches de précision de catégorie I et des approches RNAV (GNSS) n'est pas obligatoire. Elle est recommandée par l'OACI pour les approches de précision de catégorie I, notamment lorsque la piste est utilisée par des avions ayant une vitesse d'atterrissage élevée. La DGAC propose que cette installation soit réalisée sur les pistes les plus sensibles lors de travaux programmés compatibles. Par ailleurs, la DGAC a publié une « *info sécurité* » n° 2012/02, reprise dans l'arrêté CHEA recommandant l'installation de feux de bord de piste spécifiques en cas d'absence de balisage lumineux axial.

En conséquence, le BEA recommande que :

- **la DGAC s'assure que cette information de sécurité est connue de tous les exploitants d'aérodrome, notamment de ceux qui, relevant du ministère de la Défense, exploitent des aérodromes à l'usage de l'aviation commerciale civile ; [Recommandation FRAN-2013-068]**
- **la DGAC lie le renouvellement de ses homologations au bon état des marquages au sol ; [Recommandation FRAN-2013-069]**
- **l'AESA étudie, pour les aérodromes à l'usage de l'aviation commerciale civile, la mise en place obligatoire d'installations au sol complémentaires pour améliorer l'aide au pilotage de nuit sur les pistes homologuées pour des approches de précision de catégorie I ; [Recommandation FRAN-2013-070]**
- **dans l'attente, la DGAC rend obligatoire, pour tous les exploitants d'aérodrome à usage de l'aviation commerciale civile, l'installation recommandée dans « l'info sécurité » n° 2012/02. [Recommandation FRAN-2013-071]**

4.2 Zones de rétention d'eau de la piste 07/25

Les zones de rétention d'eau diminuent l'adhérence des pneumatiques et favorisent l'apparition du phénomène d'aquaplaning. Une telle situation accroît les risques de sortie de piste.

A l'issue des deux sorties de piste de 2008 et 2009, le BEAD a recommandé qu'une étude pour l'amélioration de l'adhérence et du drainage de la piste 07/25 soit conduite. La croisée des pistes 07/25 et 02/20 a été identifiée comme une zone de rétention. La solution d'y réaliser un rainurage transversal, assortie d'une étude complémentaire, a été décidée mais n'a pas encore été réalisée.

L'examen de la piste en novembre 2012 a montré que de multiples autres zones existaient, notamment dans les 1 200 derniers mètres côté sud de la piste 25.

En conséquence, le BEA recommande que :

- **la DIRCAM et la DGAC veillent conjointement à ce que l'Etat-Major de la Marine Nationale prenne les mesures permettant d'améliorer l'évacuation de l'eau et de supprimer les zones de rétention d'eau sur la totalité de la piste 25 dans les plus brefs délais. [Recommandation FRAN-2013-072]**

4.3 Gestion des menaces et des erreurs

Les équipages sont exposés à des erreurs et des menaces lors de chaque vol. Ils sont amenés donc à systématiquement les identifier et les gérer pour établir un projet d'action qui les prend en compte. Le TEM est recommandé par l'OACI dans l'annexe 6 au niveau de la formation des équipages de conduite. L'AESA a émis le règlement (UE) n° 1178/2011 du 3 novembre 2011 qui demande que les instructeurs devront avoir une compétence qui intègre le TEM et que le contenu de l'examen pour la délivrance d'une licence de pilote professionnel (CPL) intègre le TEM. L'AESA a ouvert une tâche, référencée RMT.0194 « *Extension of competency-based training to all licences and ratings and extension of TEM principle to all licences and ratings* », qui reprend la tâche initialement identifiée FCL.006. Par ailleurs, le règlement (UE) n° 965/2012 du 5 octobre 2012 (ORO.FC.230 (e) et AMC1 ORO.FC.230) aborde les aspects CRM mais ne prend pas en compte spécifiquement le TEM dans l'entraînement et le contrôle en vol des équipages.

L'enquête a montré que le niveau TEM de l'équipage PNT était faible. Cette situation était liée à une formation TEM insuffisamment adaptée tant au niveau des cours au sol qu'au niveau des ECP ainsi qu'à l'absence de consignes TEM claires lors des briefings, pour lui permettre d'identifier les menaces et les erreurs et de développer des stratégies pour y faire face.

En conséquence, le BEA recommande que :

- **l'AESA intègre le TEM dans les ECP (entraînements et contrôles périodiques) et les procédures d'exploitation des détenteurs d'un CTA ; [Recommandation FRAN-2013-073]**
- **dans l'attente, la DGAC conduise une action de sensibilisation sur le TEM auprès des exploitants détenteurs d'un CTA. [Recommandation FRAN-2013-074]**

Les exploitants d'aéronefs sont exposés à de nombreuses menaces qui sont spécifiques à leur exploitation. Ils doivent les identifier pour assurer la sécurité de leur exploitation et les prendre en compte au niveau de leur SGS.

Ainsi, Brit Air assure une exploitation sur des pistes dont certaines sont limitatives et qui présentent des particularités dont certaines ne sont pas connues des équipages et ne font pas l'objet de procédures spécifiques.

En conséquence, le BEA recommande que :

- **la DGAC vérifie que les exploitants détenteurs d'un CTA identifient les menaces spécifiques à leur exploitation afin de les intégrer dans leur SGS. [Recommandation FRAN-2013-075]**

4.4 Niveau professionnel des équipages

Les équipages de Brit Air sont évalués lors de leur ECP par des instructeurs et des examinateurs. Cependant, la grille d'évaluation binaire mise à leur disposition est très limitée pour apporter une appréciation détaillée sur le travail effectué et le niveau professionnel acquis. Par ailleurs, ces derniers montrent une forte réticence à formaliser des éléments qui pourraient leur porter préjudice en cas de survenue de problèmes judiciaires. Ainsi, les appréciations et les commentaires restent très limités et ne présentent pas une véritable analyse du travail réalisé, les axes de progrès et le niveau professionnel des équipages.

En conséquence, le BEA recommande que :

- **la DGAC s'assure que les exploitants détenteurs d'un CTA mettent en place des outils permettant d'évaluer de manière représentative et de suivre le niveau professionnel de leurs équipages. [Recommandation FRAN-2013-076]**

4.5 Gestion du risque fatigue

Brit Air a développé une gestion des risques (SGS-RF) liés à la fatigue des équipages mais sans avoir mené d'étude spécifique. La compagnie, qui a été autorisée à effectuer des vols de cinq étapes avec des repos réduits, a conscience que ces vols sont fatigants et engendre une routine et une lassitude plus importantes.

Le « *guide pratique de mise en œuvre des systèmes de gestion de la sécurité par les entreprises de transport aérien public et les organismes de maintenance* » demande, dans le cadre du SGS, la prise en compte du risque fatigue.

Lors de cet accident, la gestion du risque fatigue au travers du SGS par Brit Air n'a pas empêché la présence de la fatigue de l'équipage ni d'en atténuer les effets.

En conséquence, le BEA recommande que :

- **la DGAC s'assure que les mesures mises en place dans le cadre d'un SGS sont adaptées pour prévenir la fatigue et, le cas échéant, pour en atténuer les effets. [Recommandation FRAN-2013-077]**

4.6 Clarification du MANEX et de la DR

Certaines imprécisions, notamment les corrections de la VAPP en fonction du vent soufflant en rafale, et consignes différentes, comme la hauteur du début d'arrondi ou de réduction de la poussée, figurent dans le MANEX et la DR de Brit Air. La consigne relative à la suppression de la configuration volets 30° en cas de cisaillements de vent suspectés ou avérés n'a pas été actualisée par la compagnie.

Par ailleurs, la partie C du MANEX ne présente pas toutes les particularités des aérodromes qui sont essentielles aux équipages pour leur permettre d'identifier les éventuelles menaces et réaliser des atterrissages dans les meilleures conditions de sécurité. Ainsi, les particularités de l'aérodrome de Lorient Lann Bihoué, notamment celles relatives aux marques de zones de toucher des roues, à l'état de la piste et à l'existence de zones de rétention d'eau sur la piste principale en cas de pluie, n'y sont pas mentionnées.

En conséquence, le BEA recommande que la DGAC s'assure que :

- **le processus de vérification et de mise à jour de la documentation Brit Air soit revu afin d'améliorer les délais de prise en compte des changements et la cohérence globale entre les différentes documentations Brit Air ; [Recommandation FRAN-2013-078]**
- **le MANEX partie C de Brit Air présente les particularités des pistes notamment les informations concernant les marquages au sol (détails et état) et l'état de surface. [Recommandation FRAN-2013-079]**

4.7 Symposiums de la DGAC

Les enseignements du symposium « Conditions météorologiques dégradées - aide à la décision des équipages pour l'approche et l'atterrissage » organisé par la DGAC le 25 novembre 2010 concernaient la plupart des facteurs contributifs de cet accident. Brit Air était présent à ce symposium mais les enseignements et les bonnes pratiques n'ont pas fait l'objet d'une réelle exploitation. La DGAC a diffusé ces enseignements mais ne s'est pas assurée que tous les exploitants d'avions et d'aérodrome en avait fait l'exploitation.

Par ailleurs, la DIRCAM n'a pas participé à ce symposium et n'a reçu aucun des documents émis par DGAC.

En conséquence le BEA recommande :

- **la DGAC s'assure, dans le cadre de ses actions de surveillance, que l'ensemble des exploitants (d'aéronefs et d'aérodrome) et les prestataires de services de la navigation aérienne ont examiné dans le cadre de leur SGS les enseignements des symposiums organisés par la DGAC. [Recommandation FRAN-2013-080]**

4.8 Plan d'actions européen pour la prévention des sorties de piste

Le plan d'actions européen (EAPPRE) présente des recommandations pour la prévention des sorties de pistes. Cependant, il n'y figure pas d'engagement formel de leur mise en œuvre. En outre, ces recommandations n'ont pas de valeur réglementaire. A ce titre, ce plan d'actions ne présente pas de garanties suffisantes de mise en œuvre des recommandations.

En conséquence, le BEA recommande que :

- **la DGAC vérifie que les exploitants d'aérodrome et d'aéronefs détenteurs d'un CTA évaluent les recommandations du plan d'actions européen (EAPPRE) au travers de leur propre SGS. [Recommandation FRAN-2013-081]**

4.9 Certification de l'exploitant d'aérodrome

Les exploitants d'aérodrome dont le trafic passager est supérieur à 150 000 passagers par an depuis juillet 2010 sont certifiés, à l'exception des exploitants d'aérodrome militaire comme celui de Lorient Lann Bihoué (181 524 passagers en 2011). Ces derniers ne sont donc pas soumis aux exigences d'un système de gestion de la sécurité permettant d'avoir une action proactive sur la détection et la correction d'écarts concernant les installations.

L'enquête a montré que les actions correctives, relatives aux écarts constatés sur l'exploitation de la piste 07/25 de Lorient Lann Bihoué, n'avaient pas été appliquées au jour de l'accident.

En conséquence, le BEA recommande que :

- **la DSAC et la DIRCAM examinent la possibilité d'étendre aux aérodromes militaires accueillant du trafic civil commercial les exigences de certification et de gestion de la sécurité applicables aux aérodromes civils de trafic équivalent. [Recommandation FRAN-2013-082]**

Liste des annexes

annexe 1

Plannings CdB et OPL

annexe 2

Fiche d'approche aux instruments ILS RWY 25

annexe 3

Transcription des radiocommunications

annexe 4

Ecarts pertinents dans le rapport de contrôle du 27 au 30 septembre 2011

annexe 5

Marquage diurne de la piste 25

annexe 6

Mesures d'adhérence fonctionnelle des 14 et 15 novembre 2012

annexe 7

Déroulement détaillé du vol issu des paramètres du FDR et courbes des paramètres du FDR

annexe 8

Comparaison des zones de toucher des roues lors des atterrissages précédents

annexe 9

Statistiques Brit Air

annexe 10

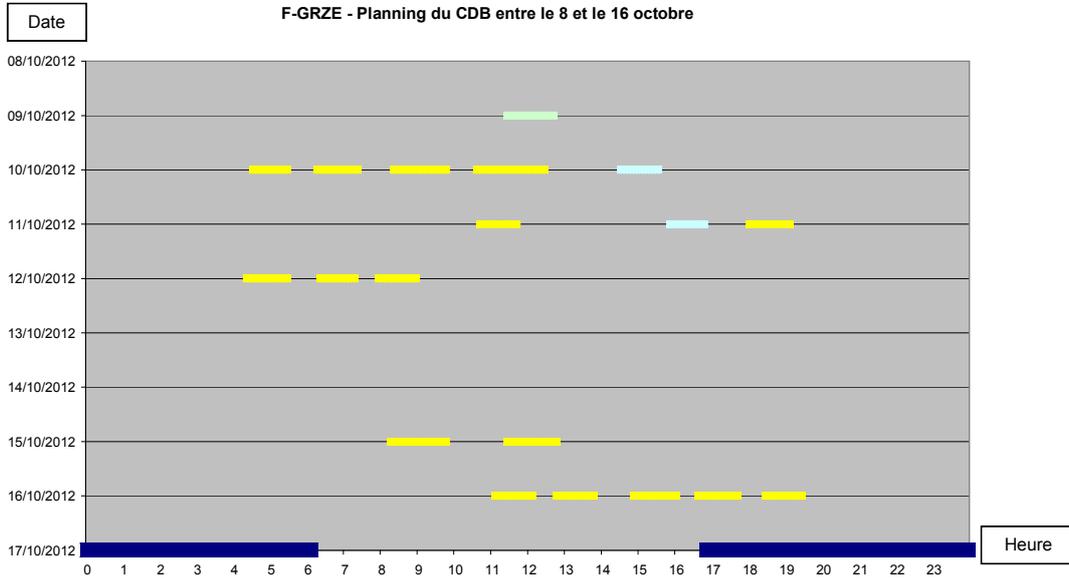
ANS

annexe 11

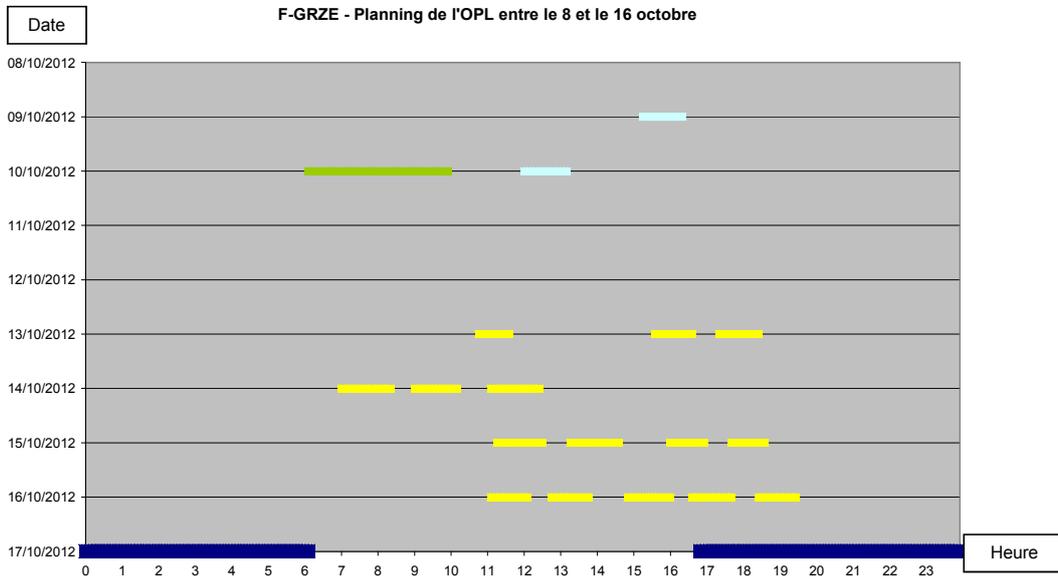
ASR Embraer 145

annexe 1

Plannings CdB et OPL



En heure UTC
 En jaune : les étapes effectuées
 En bleu : les vols de mise en place demandés par la compagnie
 En vert : autre temps de service



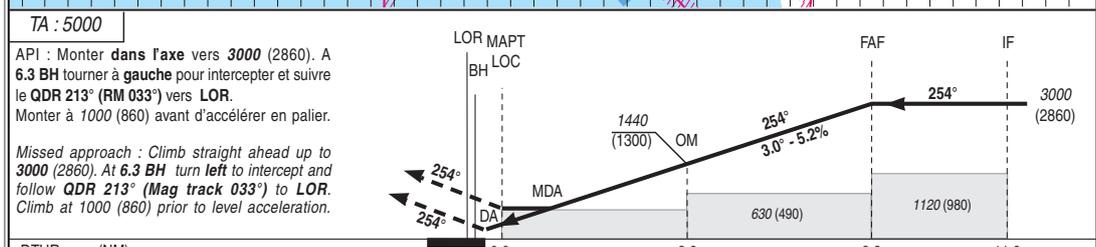
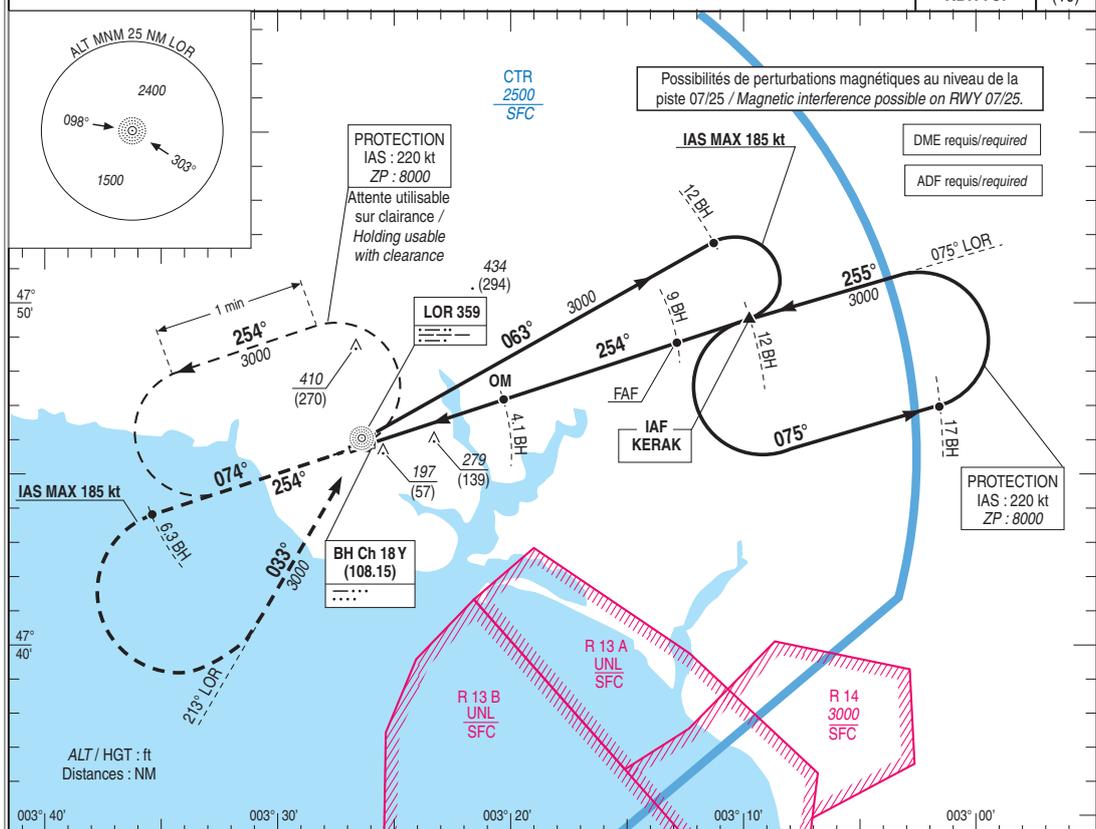
annexe 2

Fiche d'approche aux instruments ILS RWY 25

AD2 LFRH IAC 04
28 JUL 11
AIP FRANCE
LORIENT LANN BIHOUÉ
ILS ou/or LOC RWY 25

APPROCHE AUX INSTRUMENTS
Instrument approach
CAT A B C D
ALT AD : 160, DTHR : 140 (5hPa)
ATIS : 129.125
APP : LORIENT Approche / Approach 123.0 122.1
TWR : LORIENT Tour / Tower 122.7 119.7(S)

ILS
BH : 108.15
RDH : 57
VAR
2°W
(10)



DTHR ← (NM) 0.6
DME BH ← (NM) 0.8

MNM AD : distances verticales en pieds, RVR et VIS en mètres / Vertical distances in feet, RVR and VIS in metres. REF HGT : ALT DTHR

CAT	ILS (1)		LOC OCH : 349		MVL/Circling		DME BH								
	DA (H)	RVR	RVR	MDA (H)	RVR	MDA (H)	VIS	NM	7	6	5	4	3	2	
A			143		900	710 (570)	1500								
B			153		900	710 (570)	1600								
C	390 (250)	800	164	490 (350)	900	810 (670)	2400		2360	2040	1720	1410	1090	780	
D			178		900	840 (700)	3600		(HGT) (2220)	(1900)	(1580)	(1270)	(950)	(640)	

Observations/Remarks : (1) Minimums majorés / (1) Increased minimums.

	70 kt	85 kt	100 kt	115 kt	130 kt	160 kt	185 kt
OM - MAPT	3.3 NM	2 min 50	2 min 20	1 min 59	1 min 44	1 min 32	1 min 05
OM - DTHR	3.9 NM	3 min 21	2 min 45	2 min 21	2 min 02	1 min 48	1 min 16
VSP (ft/min)		370	450	530	610	685	845

DIRCAM
API OCH IDENT
X X X
AMDT 09/11 CHG : NIL (dernière modification le 30 JUN 11). ©

annexe 3

Transcription des radiocommunications

Station Émettrice	Station Réceptrice	Heure HHMMSS	Communications
Approche	RA 446 DJ	18 57 01	Régional DJ vous procédez bien pour un ILS en 25 ? Le dernier vent 170° 14 maximum 22 nœuds et euh... la piste est mouillée avec des flaques
Approche	RA 446 DJ	19 00 57	Et le dernier vent 170 degrés 18 rafales 26
RA 446 DJ	Approche	19 01 07	Copié
BZ 937 QL	Approche	19 03 46	Lorient Brit Air QL
Approche	RA 446 DJ	18 03 51	DJ j'écoute
BZ 937 QL	Approche	19 03 53	Oui c'est le Brit Air QL là euh... on est toujours Brest je vous appelle là euh... vous auriez un dernier vent parce qu'on serait preneur de la 25 vu les conditions
Approche	BZ 937 QL	19 03 51	QL il y aura pas de poss.. il y aura euh... pas de souci pour la 25, le vent du 160, 17 rafales 26
BZ 937 QL	Approche	19 04 04	160, 17 à 26 reçu. A tout à l'heure merci
Approche	BZ 937 QL	19 04 07	A tout à l'heure
RA 446 DJ	Approche	19 04 11	Et la Régional DJ établie donc sur la finale 25 et je confirme au collègue derrière que la 25 est plus confortable vu le vent
Approche	RA 446 DJ	19 04 19	Reçu DJ rappelez passant 4 nautiques
RA 446 DJ	Approche	19 04 21	On rappelle passant 4 nautiques DJ
RA 446 DJ	Approche	19 04 25	Dernier vent s'il vous plaît
Approche	RA 446 DJ	19 04 27	Euh... 160, 17 rafales 26
RA 446 DJ	Approche	19 03 28	Copié
Approche	RA 446 DJ	19 04 31	Et pour information un euh... gros grain sur le terrain actuellement
RA 446 DJ	Approche	19 04 34	Ouais on voit ça c'est pour ça merci
Approche	RA 446 DJ	19 04 36	Reçu
Approche	RA 446 DJ	19 04 56	RA 446 DJ autorisé atterrissage piste 25 le vent 160, 17 rafales 26 rappelez piste dégagée
RA 446 DJ	Approche	19 05 05	OK on euh... autorisé atterrissage 25 je vous rappelle dégagé DJ et en cas de remise de gaz on monte 2000 dans l'axe
Approche	RA 446 DJ	19 05 12	Affirmatif
RA 446 DJ	Approche	19 07 36	Et on est posé euh... DJ euh... on dégage au fond
Approche	RA 446 DJ	19 07 40	DJ affirme et vous pouvez maintenant passer avec le sol sur 119.7 bonne nuit
RA 446 DJ	Approche	19 07 45	Ouais 19.7 et pour le précédent euh... ça glisse un peu donc euh... avec un vent de travers c'est pas super euh... évident
Approche	RA 446 DJ	19 07 49	Reçu bah on euh... je lui dirai merci
RA 446 DJ	Approche	19 07 59	En fait euh... il y a des flaques d'eau qui font que l'avion part par moment un peu en aquaplaning
Approche	RA 446 DJ	19 08 04	Vous partez un peu en aquaplaning c'est correct ?
RA 446 DJ	Approche	19 08 05	Oui avec le vent de travers ouais c'est un petit peu juste pour garder l'axe ouais
Approche	RA 446 DJ	19 08 06	OK bah je lui ferai l'info
RA 446 DJ	Approche	19 08 08	Merci
Approche	RA 446 DJ	19 08 10	Merci
RA 446 DJ	Approche	19 08 18	Ouais c'est dégagé DJ

RA 446 DJ	Approche	19 08 21	19.7
BZ 937 QL	Approche	19 10 21	Lorient Brit Air QL bah rebonsoir on approche 70 sur KERAK
Approche	BZ 937 QL	19 10 24	Brit Air QL Lorient Approche rebonsoir numéro un en approche, identifié radar, descendez le 70 sur KERAK, le dernier vent plateforme 160, 14 avec des rafales à 26 nœuds, la piste est mouillée avec des flaques et donc euh... la Régionale qui s'est posée avant vous a signalé que... c'était pas facile au niveau de l'atterrissage il y avait un peu d'aquaplaning
BZ 937 QL	Approche	19 10 47	OK 70 KERAK et donc pour la 25 c'est bon, merci pour l'info
Approche	BZ 937 QL	19 10 49	De rien
Approche	BZ 937 QL	19 11 56	Et QL donc, grosse averse actuellement sur le terrain, on a une visi qui tombe à 2000 entre 2 et 3000 m et un plafond toujours 800 pieds par contre
BZ 937 QL	Approche	19 12 06	OK reçu on poursuit... euh... le 70 pour l'ILS
Approche	BZ 937 QL	19 12 11	Reçu
Approche	BZ 937 QL	19 13 12	Brit Air QL poursuivez 3000 pieds QNH 1002 et je vous rappelle pour la procédure
BZ 937 QL	Approche	19 13 19	3000, 1002 QL reçu
BZ 937 QL	Approche	19 13 25	C'est une masse nuageuse ou associée à un orage qui passe sur le terrain ou pas ?
Approche	BZ 937 QL	19 13 32	Les pluies ?
BZ 937 QL	Approche	19 13 34	Oui
Approche	BZ 937 QL	19 13 36	Non non, c'est le front en fait qui arrive sur la Bretagne et ça va durer une heure comme ça en fait. Pendant une heure environ donc euh... là il pleut vraiment bien donc... la piste on a fait une IP y a... une petite 20 minutes demi-heure avant que la Régionale se pose euh... elle était mouillée avec des flaques euh il a plu par-dessus et le DJ qui s'est posé ya euh même pas 5-10 minutes là elle nous a signalé de l'aquaplaning en fait sur la piste [...] vu le vent en fait qui était de travers il avait à peu près « sensiblement » comme vous, il nous a dit effectivement que c'était un peu compliqué quoi
BZ 937 QL	Approche	19 14 13	Bien reçu
Approche	BZ 937 QL	19 14 27	Et donc le dernier vent 150, 17 rafales 25 avec une CT à 18.6
BZ 937 QL	Approche	19 14 33	Reçu
Approche	BZ 937 QL	19 14 40	Brit Air QL... vous êtes autorisés à l'approche ILS piste 25 et vous rappelez 4 nautiques
BZ 937 QL	Approche	19 14 47	Autorisé approche ILS 25, on rappelle 4 nautiques, QL
BZ 937 QL	Approche	19 20 58	[...] QL
Approche	BZ 937 QL	19 21 00	Oui Brit Air QL autorisé atterrissage piste 25 le vent 160 degrés 14 rafales 24 rappelez piste dégagée
BZ 937 QL	Approche	19 21 08	Autorisé atterrissage 25, on rappelle piste dégagée QL

Approche	BZ 937 QL	19 21 26	Pour info la CT (composante traversière) 24 nœuds
		19 21 27	[...]
BZ 937 QL	Approche	19 23 11	MAYDAY MAYDAY MAYDAY on a fait une sortie de piste MAYDAY MAYDAY MAYDAY
Approche	BZ 937 QL	19 23 19	Reçu
Approche	BZ 937 QL	19 23 41	Brit Air QL Lorient Approche ?
BZ 937 QL	Approche	19 23 46	Oui MAYDAY MAYDAY MAYDAY... j'ai plus le truc... MAYDAY MAYDAY MAYDAY on est sortis de piste
Approche	BZ 937 QL	19 23 50	C'est copié Brit Air QL, nous vous envoyons les secours, les pompiers, le balisage est au maximum, vous... vous êtes sur la verte
BZ 937 QL	Approche	19 23 52	Oui on est sur la verte, évacuation, évacuation, on évacue
Approche	BZ 937 QL	19 24 06	Évacuez et je reste sur fréquence joignable n'hésitez pas

annexe 4

Ecarts pertinents dans le rapport de contrôle du 27 au 30 septembre 2011

- ❑ Ecart n°1 : piste principale. Les surfaces de dégagement associées aux trouées d'atterrissage 07 et de décollage 25 sont percées par le gabarit routier de la route de service à l'Ouest de la piste. Le contact radio n'est pas rendu obligatoire, il n'y a pas de feux routiers, seul un panneau « *Danger !, Stationnement interdit, Arrêt soumis à autorisation du contrôle* » est installé.
- ❑ Ecart n°3 : présence de systèmes utilisés par l'aviation militaire et civile, constituant des obstacles non frangibles sur les bandes aménagées (optiques d'appontage, brins d'arrêt, balises et local du Localizer) et présence d'autres obstacles ou de dégradations sur les bandes aménagées (pierres, arbustes, blocs électriques saillants,..., derrière les antennes du Localizer présence d'une portion de voie de service).
- ❑ Ecart n°7 : présence de nombreuses traces de gomme qui masquent les marques de balisage diurne et paraissent altérer les caractéristiques de frottement lorsque la piste est mouillée.
- ❑ Ecart n°13 : de manière générale, le balisage diurne est en très mauvais état et ne garantit pas de contraste d'autant que les chaussées sont en béton. De nombreuses marques jaunes sont prédominantes alors que ce devrait être les blanches qui prédominent.
- ❑ Ecart n°14 : aucune marque latérale n'est apposée sur la piste principale utilisée pour les approches de précision.
- ❑ Ecart n°15 : les marques des 4 seuils, décalés ou non, ne sont pas conformes à la réglementation :
 - elles commencent à 8 m des seuils au lieu de 6 m ce qui décale également les marques d'identification de piste et la position des marques d'axe de piste ;
 - la largeur du trait des flèches du seuil décalé 25 est de 0,45 m au lieu de 0,30 m ;
 - la largeur des marques d'axe de la piste principale est de 0,90 m au lieu de 0,45 m.
- ❑ Ecart n°16 : les marques de zone de toucher des roues de la piste principale ne mesurent que 1,70 m de large (au lieu des 3 m minimum).
- ❑ Ecart n°24 : l'implantation du dispositif lumineux d'approche de la piste 25 est conforme à une configuration de type « OTAN » (106 feux) et ne correspond pas à une implantation de type « OACI » (120 feux).

annexe 5

Balisage diurne de la piste 25 (14 novembre 2012)

- Marques du seuil de piste 25



- Marques des zones de toucher des roues à 150 m du seuil 25



- Marques de point cible et marques de l'axe de piste

Marques de points cibles



- Marques des zones de toucher des roues à 600 m du seuil 25 et de l'axe de piste



annexe 6

Mesures d'adhérence fonctionnelle des 14 et 15 novembre 2012

Un code couleur est utilisé pour décrire les différentes zones de chaussées présentant des mesures inférieures au niveau de planification de la maintenance (en jaune) et inférieures au niveau minimal admissible (en rouge).

- Mesures réalisées à 65 km/h

	Côté Gauche				07	Côté Droit
	10 m axe	6 m axe	3-5 m axe	3 m axe		3-5 m axe
	μF	μF	μF	μF		μF
2300-2400	0,54	0,46		0,41	0,40	
2200-2300	0,52	0,51		0,50	0,39	
2100-2200	0,50	0,47	0,56	0,49	0,47	
2000-2100	0,49	0,53	0,60	0,55	0,50	
1900-2000	0,52	0,58	0,63	0,57	0,50	
1800-1900	0,46	0,52	0,59	0,53	0,49	
1700-1800	0,42	0,51	0,58	0,53	0,56	
1600-1700	0,45	0,50	0,56	0,52	0,58	
1500-1600	0,49	0,54	0,57	0,52	0,55	
1400-1500	0,50	0,54	0,57	0,53	0,56	
1300-1400	0,49	0,53	0,57	0,52	0,56	
1200-1300	0,48	0,53	0,54	0,51	0,57	
1100-1200	0,54	0,57	0,59	0,58	0,58	
1000-1100	0,58	0,60	0,60	0,59	0,58	
900-1000	0,55	0,60	0,59	0,59	0,58	
800-900	0,57	0,59	0,55	0,55	0,60	
700-800	0,57	0,60	0,56	0,54	0,58	
600-700	0,56	0,60	0,55	0,54	0,55	
500-600	0,48	0,60	0,54	0,55	0,55	
400-500	0,55	0,53	0,51	0,49	0,56	
300-400			0,40		0,58	
200-300			0,44		0,54	
100-200			0,42			
0-100						

Piste 25 / 07

25

Essais réalisés à 65 km/h

	Valeurs situées au dessus du niveau de planification de la maintenance $\mu F > 0,39$
	Valeurs pouvant être situées en dessous du niveau minimal admissible ou du niveau de planification de la maintenance en tenant compte de l'incertitude de mesure ($\mu F - 0,09 \leq \mu F \leq 0,39$)
	Valeurs comprises entre le niveau minimal admissible et celui de planification de la maintenance $0,31 < \mu F \leq 0,39$
	Valeurs situées en dessous du niveau minimal admissible $\mu F \leq 0,31$
	Section non mesurée

Code couleur des niveaux d'adhérence pour des essais réalisés à 65 km/h

L'incertitude de la mesure d'adhérence fonctionnelle est déterminée expérimentalement. Ainsi, les valeurs de l'incertitude élargie $U^{(41)}$ pour la mesure de l'adhérence fonctionnelle au moyen de l'IMAG sont de :

- $U = 0,1$ à 95 km/h
- $U = 0,09$ à 65 km/h

- Mesures réalisées à 95 km/h

	Côté Gauche				07	Côté Droit
	10 m axe	6 m axe	3-5 m axe	3 m axe		3-5 m axe
	μF	μF	μF	μF		μF
2300-2400	0,39	0,38		0,30		
2200-2300	0,36	0,32		0,34	0,24	
2100-2200	0,35	0,28		0,31	0,28	
2000-2100	0,32	0,33		0,39	0,28	
1900-2000	0,37	0,42	0,43	0,43	0,29	
1800-1900	0,30	0,35	0,38	0,36	0,29	
1700-1800	0,25	0,32	0,35	0,35	0,37	
1600-1700	0,26	0,33	0,35	0,34	0,39	
1500-1600	0,31	0,35	0,37	0,37	0,35	
1400-1500	0,34	0,37	0,36	0,36	0,36	
1300-1400	0,31	0,35	0,38	0,38	0,36	
1200-1300	0,28	0,34	0,35	0,35	0,38	
1100-1200	0,37	0,39	0,41	0,44	0,39	
1000-1100	0,42	0,40	0,42	0,42	0,36	
900-1000	0,39	0,43	0,42	0,43	0,39	
800-900	0,37	0,39	0,36	0,38	0,41	
700-800	0,43	0,39	0,38	0,39	0,38	
600-700	0,45	0,39	0,36	0,40	0,32	
500-600			0,33		0,31	
400-500			0,29		0,35	
300-400			0,19			
200-300			0,24			
100-200			0,29			
0-100						

25

Essais réalisés à 95 km/h

	Valeurs situées au dessus du niveau de planification de la maintenance $\mu F > 0,27$
	Valeurs pouvant être situées en dessous du niveau minimal admissible ou du niveau de planification de la maintenance en tenant compte de l'incertitude de mesure ($\mu F - 0,1 \leq \mu F \leq 0,27$)
	Valeurs comprises entre le niveau minimal admissible et celui de planification de la maintenance $0,19 < \mu F \leq 0,27$
	Valeurs situées en dessous du niveau minimal admissible $\mu F \leq 0,19$
	Section non mesurée

Code couleur des niveaux d'adhérence pour des essais réalisés à 95 km/h

⁽⁴¹⁾Grandeur définissant un intervalle autour du résultat de la mesure correspondant à un niveau de confiance de 95%. Cela signifie que la valeur vraie de l'adhérence est comprise dans l'intervalle $[\mu F - U, \mu F + U]$ avec un risque d'erreur inférieur à 5%. La prise en compte de cette incertitude est de la décision de l'exploitant d'aérodrome pour servir de référence à la prise de décision en matière d'actions correctives.

annexe 7

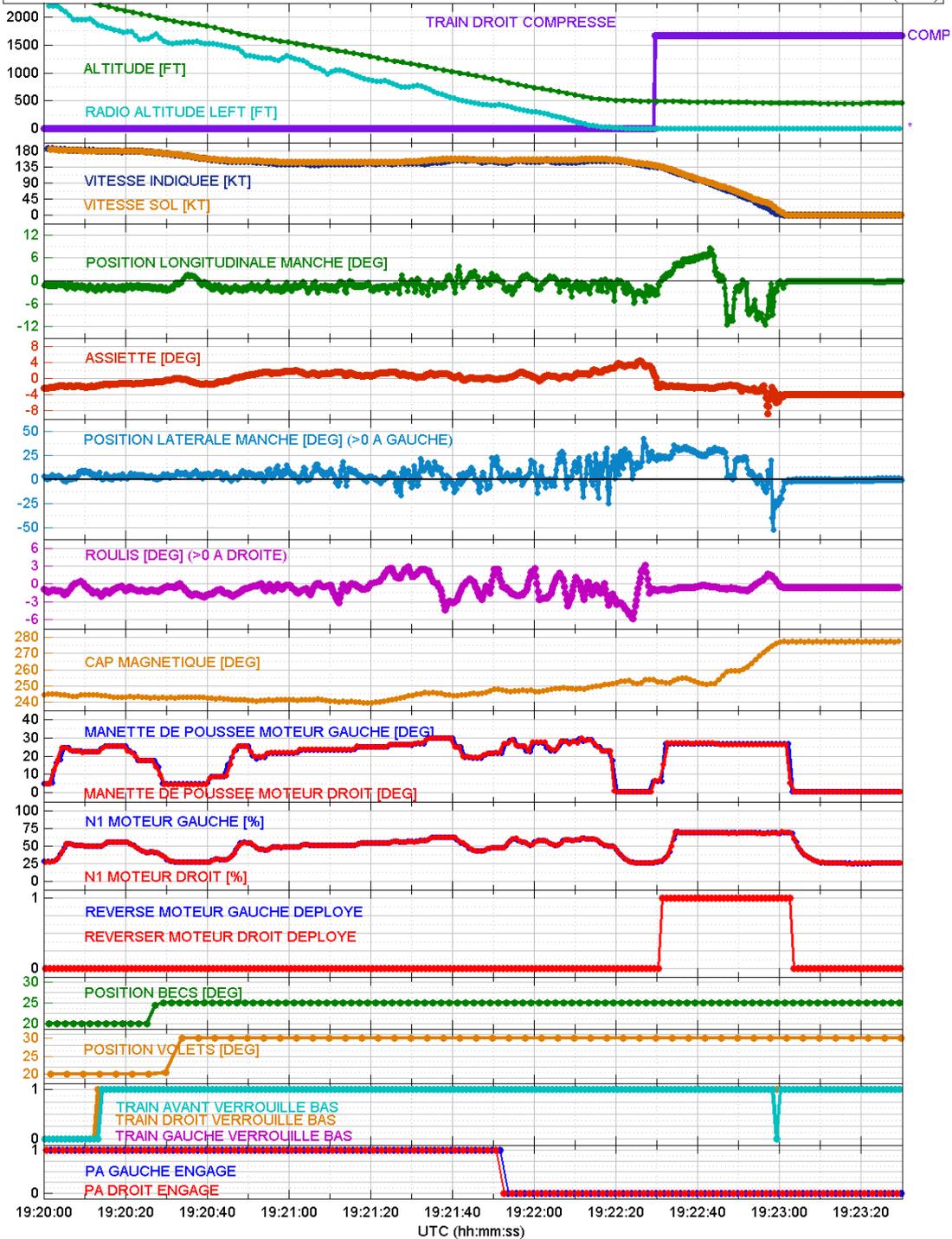
Déroulement détaillé du vol issu des paramètres du FDR

Vol de l'événement Orly-Lorient			
Masse à l'atterrissage = 28,5 t			
La position du centre de gravité n'est pas enregistrée.			
Temps UTC	Altitude QNH (ft) RA (ft)	Paramètres FDR	Commentaire
19h19min32	2610	La vitesse sélectionnée passe à 180 kt.	
19h20min14	1870	La vitesse se stabilise vers 180 kt. Les trains sont verrouillés en position basse. Le mode FMA vertical engagé est GS. Le mode FMA latéral engagé est APP.	
19h20min20	1760	La vitesse sélectionnée passe à 140 kt.	
19h20min24		La vitesse commence à diminuer.	
19h20min27		La position des becs passe de 20° à 25°.	
19h20min33		La position des volets passe de 20° à 30°.	
19h21min10	1070	La vitesse se stabilise vers 144 kt. Les N1 sont stables vers 51 %.	
19h21min17		Les N1 passent de 51 % à 53,8 %.	
19h21min25		Les N1 passent de 53,8 % à 55,9 %. La vitesse est de 145 kt.	
19h21min30 ->19h21min35		Les N1 augmentent à 61,7 %.	
19h21min33 ->19h21min41		La vitesse augmente de 143 kt à 155 kt.	
19h21min41 ->19h21min47		Les N1 passent de 61,7 % à 42,9 %. La vitesse varie entre 155 kt et 149 kt.	
19h21min47 ->19h21min55		Les N1 augmentent de 42,9 % à 60,4 %. La vitesse varie entre 149 kt et 152 kt.	
19h21min52	430	Le PA est déconnecté. IAS = 147 kt GS = 153 kt	Distance au seuil 25 = +1730 m
19h21min53 ->19h22min13		La vitesse varie entre 147 kt et 153 kt.	
19h22min00	400	IAS = 151 kt GS = 154 kt	Distance au seuil 25 = +1140 m
19h22min06 ->19h22min20		La position du manche varie entre le neutre et 5,2° à cabrer (demi-butée). L'assiette augmente de 0,1° à 3,3°.	
19h22min04 ->19h22min14		Le manche est positionné entre 1/3 de la butée à droite et 1/3 de la butée à gauche.	
19h22min14	56	Passage du seuil 25 IAS = 153 kt GS = 157 kt L'assiette est de 1,8°. Le roulis est de 1,8° à gauche.	Vent arrière de 4 kt.
19h22min14 ->19h22min19		La position du manche varie entre la demi-butée à gauche et 1/3 de la butée à droite.	
19h22min19	17	Les manettes de poussée sont positionnées sur IDLE. IAS = 153 kt	Distance au seuil 25 = -330 m

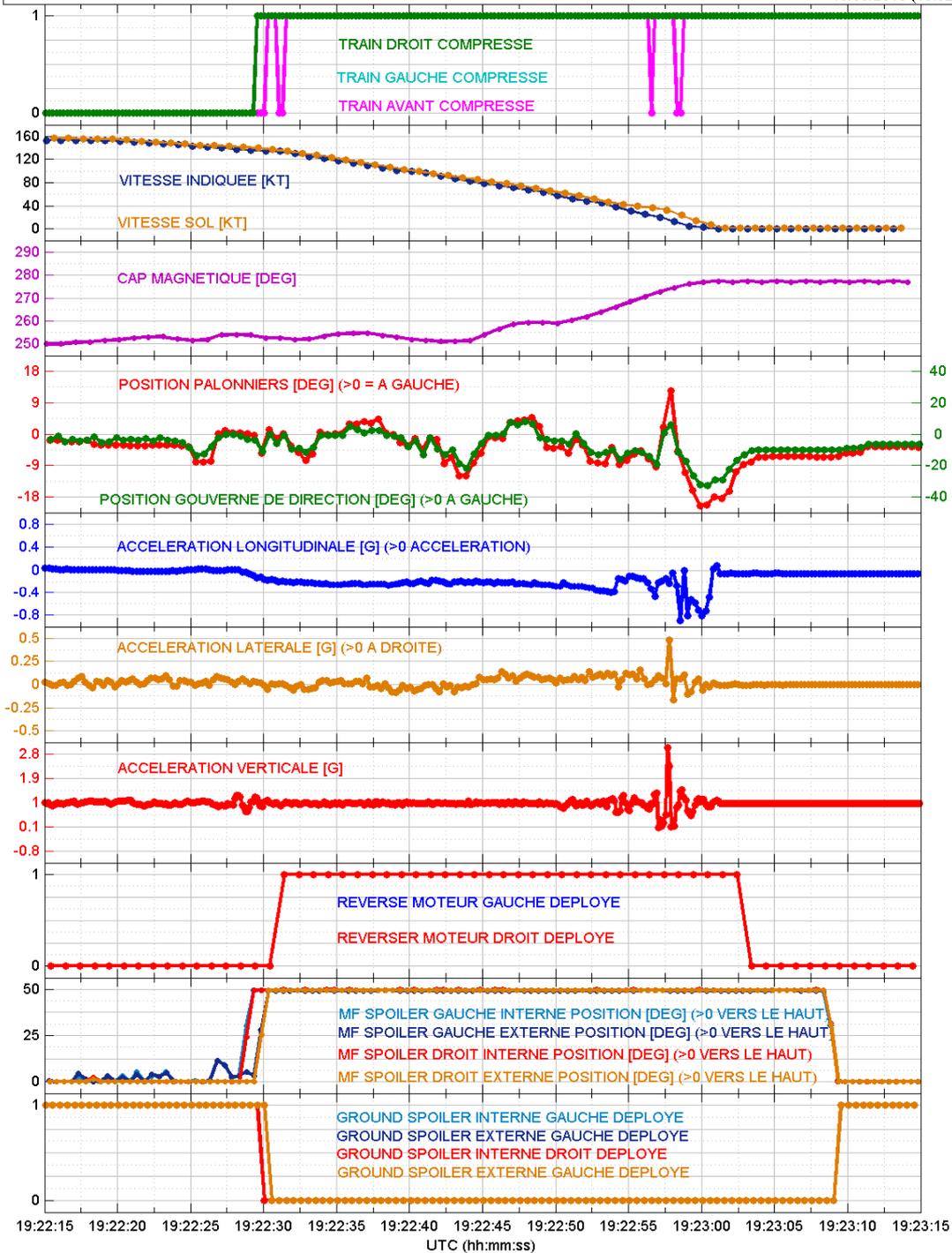
19h22min20 ->19h22min29		<p>Le manche est positionné :</p> <ul style="list-style-type: none"> - entre le neutre et la demi-butée à cabrer - entre le neutre et 2/3 de la butée à gauche. <p>L'assiette augmente de 3,3° à 4,4° avant de diminuer vers 0°. Le roulis varie entre 5,8° à gauche et 3,2° à droite.</p>	<p>Plage de variations du manche en latéral = [-70° ; +70°]</p> <p>Plage de variations du manche en longitudinal = [-13° ; +11°]</p>
19h22min20		Les N1 commencent à diminuer.	
19h22min24		Les N1 se stabilisent vers 26 %. Le cap magnétique se stabilise vers 253°.	
19h22min24 ->19h22min47		Le manche est positionné à gauche.	
19h22min25		Les palonniers sont positionnés à droite pendant 2 s.	Plage de variations des palonniers = [-23,6° ; +24,6°]
19h22min29		<p>Toucher du train principal Les palonniers sont positionnés à droite (1point). Le cap magnétique est de 253°. Le manche est positionné à 23° à gauche. Le roulis est de 0,9° à gauche. IAS = 136 kt GS = 140 kt Nz=1,19 g Ny=0,02 g Le Nx commence à diminuer. Les spoilers internes sont positionnés à 49°.</p>	Distance au seuil 25 = - 1130 m
19h22min30		<p>Toucher du train avant Nz= 1,09 g Ny = - 0,05 g Les <i>spoilers</i> externes sont positionnés à 49°. Les Ground spoilers sont déployés.</p>	
19h22min31		Le train avant n'est plus compressé (0,5 s). Les reverses sont déployés. Les N1 commencent à augmenter.	
19h22min31,5		<p>Toucher du train avant. IAS = 134 kt GS = 134 kt</p>	
19h22min32 ->19h22min45		Le manche est positionné à piquer.	
19h22min35		Le Nx se stabilise vers -0,24 g	
19h22min37		Les N1 se stabilisent vers 68 % (max REV).	
19h22min39 ->19h22min45		Les palonniers sont positionnés à droite (max atteint= 12°).	
19h22min43		Le Nx se stabilise vers -0,2 g.	
19h22min47		Le cap magnétique commence à augmenter. Le Nx commence à diminuer.	La décélération augmente.
19h22min49		<p>Passage du seuil 07 GS = 66 kt</p>	
19h22min53		Le Nx atteint un minimum de -0,41 g avant d'augmenter.	

19h22min54 ->19h22min56		Le Nx varie entre -0,11 g et -0,19 g.	
19h22min57		Le palonnier est positionné à gauche à 12 ° (1 point). Pic de Nz à 3 g. Pic de Ny à 0,48 g.	
19h22min58		Pic de Nx de -0,89 g.	
19h22min58 ->19h23min02		Le palonnier est positionné à droite entre 9° et 20°.	
19h23min01		Le cap magnétique se stabilise vers 277°.	
19h23min02		L'avion s'immobilise.	
19h23min03		Les reverses sont rentrés.	
19h23min09		Les Ground spoilers sont rentrés.	

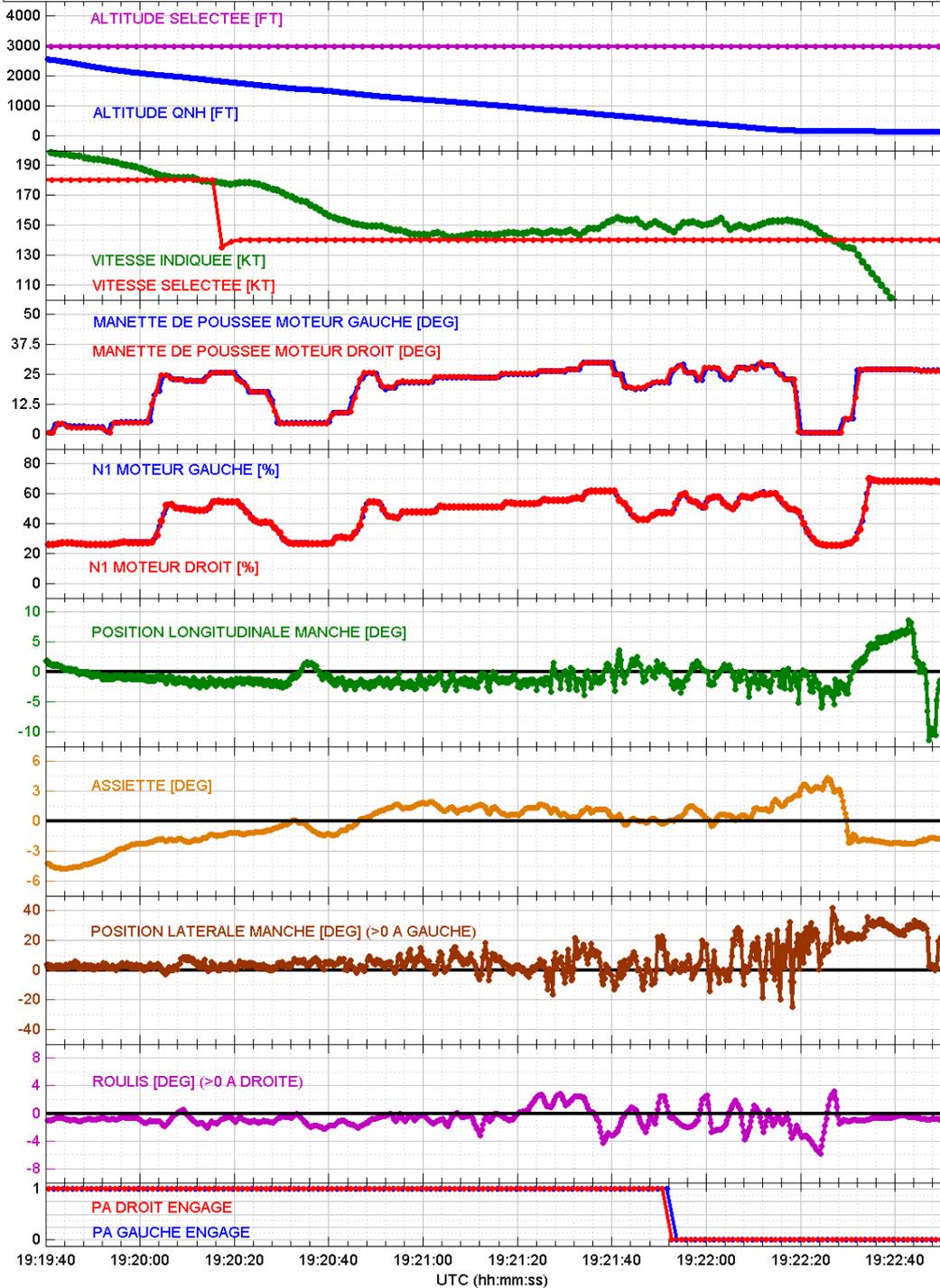
General



Toucher



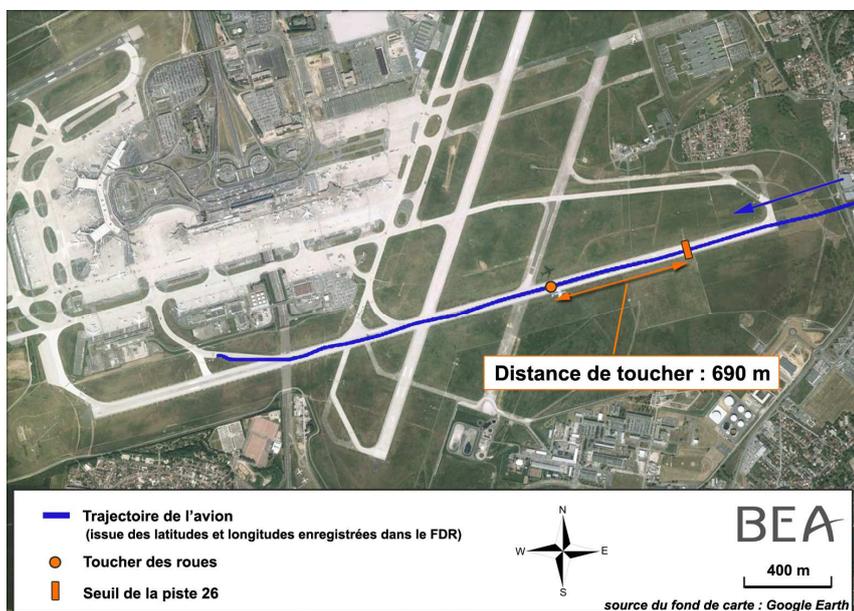
Approche



annexe 8

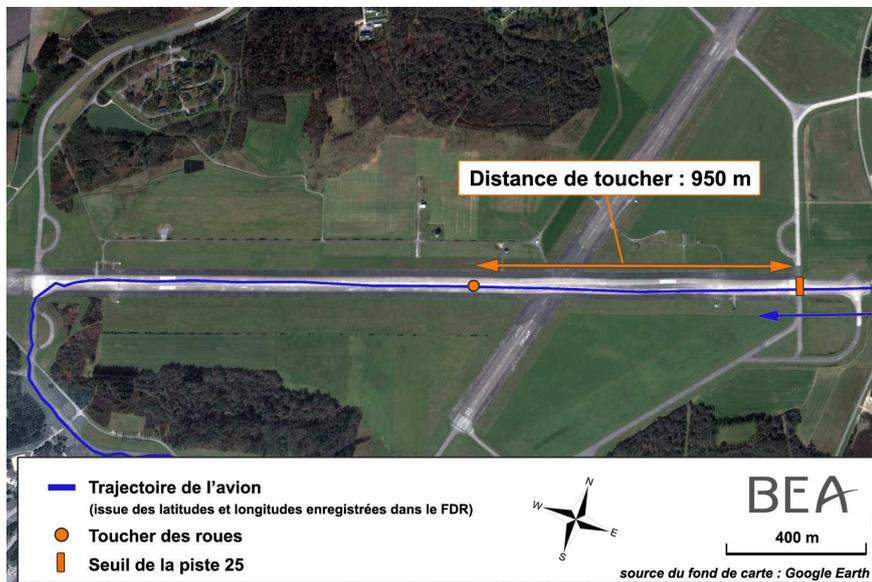
Comparaison des zones de toucher des roues

Environnement extérieur	Piste à l'atterrissage	Configuration avion	Vitesse sol au toucher	Distance du toucher par rapport au seuil de piste
VOL N (PF=CDB)				
Nuit Visibilité = 1800m Vent au passage du seuil = 150°/25 kt	Lorient Lann Bihoué piste 25	Volets 30°	140 kt	1 130 m
VOL N-1 (PF=CDB)				
Jour Visibilité > 10km Vent au passage du seuil = 170°/5 kt	Paris Orly piste 26	Volet 45°	121 kt	690 m



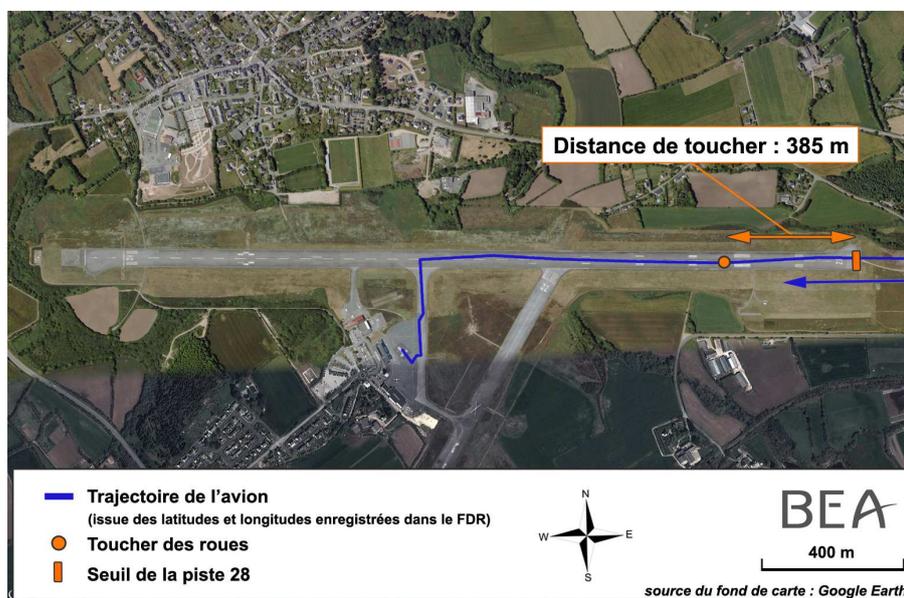
VOL N-2 (PF=OPL)

Jour Visibilité > 10 km Vent au passage du seuil =150°/18 kt	Lorient Lann Bihoué piste 25	Volets 45°	123 kt	950 m
--	---------------------------------------	------------	--------	-------



VOL N-4 (PF=OPL)

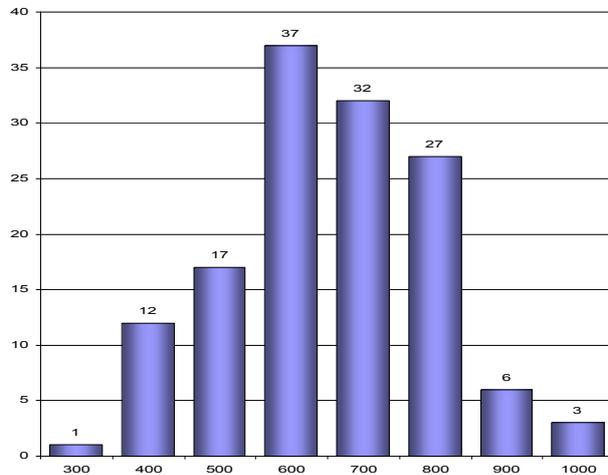
Jour Visibilité > 10 km Vent au passage du seuil =200°/4kt	Quimper piste 28	Volets 45°	128 kt	385 m
---	---------------------	------------	--------	-------



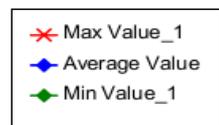
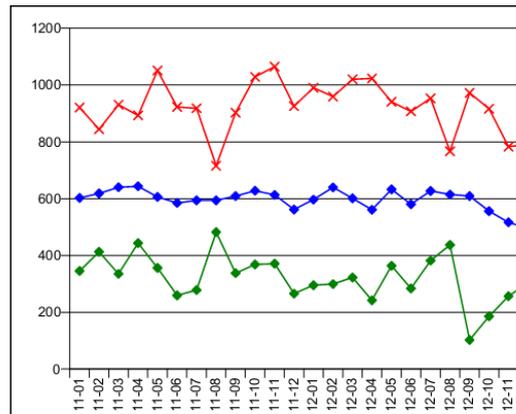
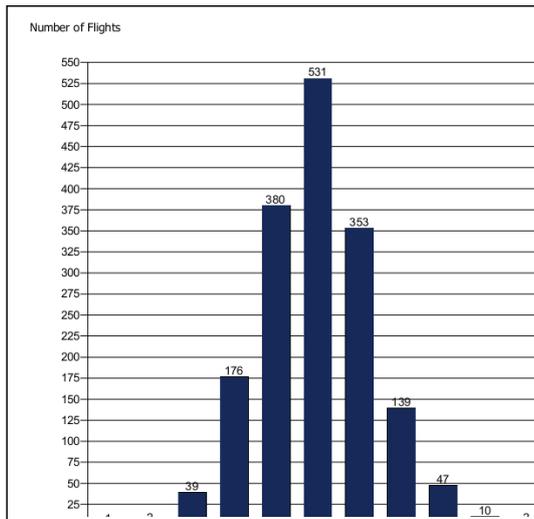
annexe 9

Statistiques Brit Air

- Atterrissages long en CRJ-1000 de mai 2011 à décembre 2011 (Lyon Saint-Exupéry) piste 36 L (LDA : 4000 m)



- Nombre d'atterrissages long CRJ-700 par rapport au nombre total d'atterrissage CRJ-700 sur la piste 25 de Lorient Lann Bihoué de janvier 2011 à décembre 2012.



annexe 10

Classes d'ANS (Source : Brit Air)

	Classe 1	Classe 2	Classe 3
LOC	Entre 1000 et 200 ft 1.1 dots pendant plus de 3 s	Entre 1000 et 200 ft 1.5 dots pendant plus de 3 s	Entre 1000 et 200 ft 2 dots pendant plus de 3 s
GLIDE	Entre 1000 et 200 ft 1.1 dots pendant plus de 3 s	Entre 1000 et 200 ft 1.5 dots pendant plus de 3 s	Entre 1000 et 200 ft 2 dots pendant plus de 3 s
TRAIN	Sortie < à 900 ft	Sortie < à 500 ft	Sortie < à 300 ft
VOLETS	Sortie 45° < 900 ft	Sortie 45° < 250 ft	Sortie 45° < 100 ft
VITESSE	Entre 900 et 10 ft <u>CR7/CRK</u> Vitesse > VAPP +20 Pendant plus de 3 s	Entre 900 et 10 ft <u>CR7/CRK</u> Vitesse > VAPP +30 Pendant plus de 3 s	Entre 900 et 10 ft <u>CR7/CRK</u> Vitesse > VAPP +40 Pendant plus de 3 s
	<u>CR1</u> Vitesse > 160 kts Pendant plus de 3 s	<u>CR1</u> Vitesse > 170 kts Pendant plus de 3 s	<u>CR1</u> Vitesse > 180 kts Pendant plus de 3 s
POUSSÉE	Entre 1000 ft et 10 ft N1 < 35 % pendant plus de 20 s	Entre 1000 ft et 10 ft N1 < 35 % pendant plus de 40 s	-

annexe 11
ASR Embraer 145



ASR Air Safety Report	Sécurité des Vols Réf.: 952/ER4/12
--	--

- Evénement en exploitation
- CFTT
- Perte de Contrôle en Vol
- Collision VOL
- Collision SOL
- Domage VOL
- Domage SOL
- Sortie (ou Risque) piste/TWY
- AUTRES PRECURSEURS
- AUTRE EVENEMENT

Type d'avion ER4	Immat F-GRGC	Date 16/10/2012	Heure 1910	N°vol ATC RA446DJ						
N° d'ATLB 0806236	Départ (initial/reel) LYS	Dest. (initiale/reelle) LRT	N°vol commercial AF5446							
Lieu/Position		Niv. grav. 2	Parking	Masse 16T	Phase de vol Atterrissage					
Type d'App. ILS	IMC/VMC VMC	Piste 25	Etat piste Wet / Mouillée	MTO Terrain Vent: 190/22	Visi: 10000 QNH: 1002					
IAS/MACH 100	SAT/TAT 13	Alti./Haut. QNH	Plafond: BKN 800	Lum. Nuit	T°(SAT): 13					
Temps sign. Pluie										
Config. Utilisée	AP Non	FD Oui	ATS Non	Train Oui	Volets 22	Aérofr. Rentrés	Stab Trim	PRNAV Oui	BRNAV Oui	RVSM Oui

DESCRIPTION : Pour les événements "ASR" ayant eu lieu à l'étranger, merci de rédiger en ANGLAIS.

En approche ILS RWY 25 à LRT, la tour nous annonce un grain sur le terrain et un vent en finale du 190 pour 22Kt. Le plafond est de 800FT reporté à l'ATIS. Une pluie modérée nous oblige à mettre les essuie-glaces vers 700FT obtenant ainsi le visuel de la piste. Aucun cisaillement de vent n'est à reporter. Après l'atterrissage, vu la quantité d'eau sur la piste, le CDB PF applique pleines reverses par sécurité et vers la fin du premier tiers de la piste, l'avion entre en aquaplaning aux environ de 100KT faisant une embardée à droite que le CDB corrige doucement, l'avion revenant au centre de la piste s'arrête rapidement.

Il semble que des flaques d'eau apparaissent sur la piste 25 lorsqu'il pleut, ceci a déjà été constaté.

En dégageant la piste, nous rendons compte à la tour de l'état de la piste glissante et que nous sommes entrés en aquaplaning, pour le reporter à l'avion Britair que nous avions entendu en fréquence quelques minutes au paravant, demandant la piste 25, comme nous plutôt que la 07 mentionnée sur l'ATIS, vu le plafond assez bas pour effectuer une percée locator et le vent passant un peu plus ouest.

URGENCE	ALARME	SITUATION
CONSEQUENCE EXPLOITATION sans conséquence		

Type d'avion ER4	Immat F-GRGC	Date 16/10/2012	Heure	N°vol ATC RA446DJ						
N° d'ATLB NIL	Départ (initial/reel) LYS	Dest. (initiale/reelle) LRT	N°vol commercial AF5446							
Lieu/Position CF ASR CDB SUR LE SUJET		Niv. grav. 2	Parking	Masse	Phase de vol Atterrissage					
Type d'App.	IMC/VMC	Piste	Etat piste	MTO Terrain	Visi:					
IAS/MACH	SAT/TAT	Alti./Haut.		Vent:	QNH:					
				Plafond:	T°(SAT):					
				Lum.						
Temps sign.										
Config. Utilisée	AP	FD	ATS	Train	Volets	Aérofr.	Stab Trim	PRNAV	BRNAV	RVSM

DESCRIPTION : Pour les événements "ASR" ayant eu lieu à l'étranger, merci de rédiger en ANGLAIS.

ASR rédigé en complément de celui du CDB, concernant un risque de sortie de piste, en conditions météo dégradées (pluie modérée, piste & ILS25 à LRT, Vw travers 20kt, et Vw effectif de 09 Kt de face, "flaque d'eau" sur la piste (WET à l'ATIS), masse au LDW de 16T, F22, visi >10km et B800). CDB PF. Après une approche bien stabilisée, et un touché des roues aux plots, les reverses sont déployées FULL POWER immédiatement, et le freinage des roues activé. Vers 100 Kt, perte de contrôle temporaire avec glissade/dérapiage à droite de l'axe (nez à gauche et arrière de l'avion vers la droite de l'axe). Les freins sont relâchés et l'avion revient peu après dans l'axe, et le freinage reprend, et la vitesse de l'avion est contrôlée en deuxième partie de piste. Dégagement au bout et on signale à la TWR (je ne me souviens pas des termes exacts employés), que le suivant (DB) doit être prévenu que la piste est glissante (N'aurais-je pas utilisé un terme trop vague, ou trop imprécis, pour la transmission des infos au suivant?!)..

Nous apprendrons peu après que le vol DB qui nous suivait est sorti de piste (bout de bande 25).

r

J'aimerais mentionner plusieurs choses à propos de ces problèmes récurrent des CONDITIONS et de l'ETAT de piste, de façon générale sur beaucoup d'aéroports que nous fréquentons, notamment Lorient.

1) En effet, les contrôleurs nous signalent souvent des "flaques d'eau", ou, une piste inondée (?), ou "très mouillée (!)". Il est rare d'avoir connaissance de la contamination réelle des pistes, par absence de mesure. Nous ne pouvons nous fier qu'à des termes connus et définis dans notre documentation, afin de prendre une décision, fiable. Cela est souvent de même avec les problèmes de glissance ("ça glisse un peu", "le freinage n'est pas top", "y'a un peu de neige sur les piste" etc...).

Nous ne pouvons nous permettre d'attendre de "voir sur place" pour décider, c'est trop tard !

2) Sur certains terrains, comme celui de LRT, la piste est en mauvais état, et présente des omières effectivement propices à la présence de flaques d'eau, même longtemps après la précipitation. Nous devons nous interroger sur les 5 sorties de piste en 5 ans sur ce terrain...

Nous n'avons aucune information dans notre documentation sur la capacité d'un avion à se poser sur des flaques d'eau, même ponctuelles...

Nous nous sentons désarmés face à ce type de problème...

3) Comment se serait comporté notre avion, avec 3 tonnes de plus, 20 kt d'IAS de plus, et des pneus dont les sculptures sont effacées, (en restant dans les tolérances)..? Les conditions ou ambients n'étaient certes pas très favorables, mais nous étions loin des limitations.

URGENCE	ALARME	SITUATION
CONSEQUENCE EXPLOITATION sans conséquence		

BEA

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

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