

Rapport

Accident survenu le **26 février 2011**
à **Saint Christophe-sur-Avres (27)**
au **Cessna P210N Centurion**
immatriculé **F-GMGF**

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	6
RÉSUMÉ	6
1 - RENSEIGNEMENTS DE BASE	7
1.1 Déroulement du vol	7
1.2 Tués et blessés	8
1.3 Dommages à l'aéronef	8
1.4 Autres dommages	8
1.5 Renseignements sur le personnel	9
1.5.1 Pilote	9
1.5.2 Historique des vols et expérience depuis août 2010	9
1.6 Renseignements sur l'aéronef	9
1.6.1 Cellule	9
1.6.2 Moteur	9
1.6.3 Instrumentation de bord	10
1.6.4 Historique de l'avion	10
1.6.5 Limitations	10
1.7 Conditions météorologiques	11
1.7.1 Dossier météorologique du pilote	11
1.7.2 Prévisions	11
1.7.3 Conditions observées	11
1.7.4 Influence sur les vols réguliers dans le secteur	13
1.8 Aides à la navigation	13
1.9 Télécommunications	13
1.10 Renseignements sur l'espace aérien	13
1.11 Enregistreurs de bord	13
1.12 Renseignements sur l'épave et sur l'impact	13
1.12.1 Examen du site	13
1.12.2 Examen de l'épave	14
1.13 Renseignements médicaux et pathologiques	16
1.14 Incendie	16
1.15 Questions relatives à la survie des occupants	16
1.16 Essais et recherches	16
1.16.1 Reconstitution de l'aile et de la gouverne de profondeur	16
1.16.2 Examens des éléments de l'épave	16
1.16.3 Exploitation des données radar	17

1.17 Renseignements sur les organismes et la gestion	19
1.18 Renseignements supplémentaires	20
1.18.1 Plan de vol	20
1.18.2 Témoignages	20
2 - ANALYSE	21
2.1 Préparation du vol	21
2.2 Prise en compte de la situation réelle de la météo	21
2.3 Surveillance et maîtrise de la trajectoire	22
2.4 Défaillance du PA	22
2.5 Conditions de vol	22
2.6 Perte de contrôle et défaillance structurale	22
2.7 Décision d'entreprendre et de poursuivre le vol	23
3 - CONCLUSION	24
3.1 Faits établis par l'enquête	24
3.2 Causes de l'accident	24
ANNEXE	25

Glossaire

FL	Niveau de vol
GPS	Système de positionnement par satellite
IFR	Règles de vol aux instruments
IMC	Conditions météorologiques de vol aux instruments
IR	Qualification de vol aux instruments
KIAS	Vitesse indiquée (en Nœuds)
METAR	Message régulier d'observation météorologique pour l'aéronautique
PA	Pilote automatique
TAF	Message de prévision météorologique d'aérodrome
TEMSI	Carte de prévision du temps significatif
TMA	Région de contrôle terminale
VNE	Vitesse à ne jamais dépasser
VNO	Vitesse maximale de croisière

Synopsis

Date	Aéronef	
26 février 2011 à 14 h 15 ⁽¹⁾	Cessna P210N Centurion	
Lieu	Propriétaire	
Saint Christophe-sur-Avres (27)	Privé	
Nature du vol	Exploitant	
Voyage IFR Rouen - Montpellier	Privé	
	Personnes à bord	
	Pilote + 1	
		⁽¹⁾ Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en temps universel coordonné (UTC). Il convient d'y ajouter une heure pour obtenir l'heure en France métropolitaine le jour de l'événement.

RÉSUMÉ

Le pilote décolle avec un passager à 13 h 45 pour un vol IFR de l'aérodrome de Rouen (76) vers l'aérodrome de Montpellier Fréjorgues (34). Il contacte « Paris Contrôle » et est autorisé à monter au FL 150 puis à prendre une route directe vers le point « KOVAK ». Il demande ensuite à monter au FL 170.

A 14 h 12 min 53, le contrôleur l'informe que la trace radar montre des « oscillations de cap entre l'est et l'ouest ». Le pilote indique qu'il a des problèmes avec le pilote automatique et qu'il effectue des tests.

Le contrôleur lui demande de prendre « à droite le cap 250 pour espacement ». Le pilote collationne à 14 h 13 min 13.

A 14 h 13 min 23, le contrôleur demande au pilote de stopper la montée et de maintenir le FL 160. Il n'obtient aucune réponse. La trace radar montre l'avion en très forte descente par la droite. La détection radar est perdue à 14 h 14 min 20 et plus aucun contact radio n'est établi avec le pilote.

L'épave est retrouvée dispersée sur quatre kilomètres sur la commune de Saint Christophe-sur-Avres.

L'enquête a établi que l'accident est probablement dû à une surveillance insuffisante de la trajectoire de l'avion par le pilote. Celle-ci a conduit à une perte de contrôle, un dépassement de la VNE et une rupture en vol de l'avion.

Les facteurs suivants ont contribué à l'accident :

- la décision du pilote de réaliser et de poursuivre le vol dans des conditions météorologiques défavorables ;
- l'absence d'actualisation par le pilote des conditions météorologiques sur le trajet.

Les facteurs suivants ont pu contribuer à l'accident :

- les tests effectués sur le pilote automatique, diminuant la vigilance du pilote sur la conduite du vol ;
- la poursuite du vol en conditions givrantes.

1 - RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1 Déroulement du vol

Le pilote prévoit un décollage à 13 h 10 pour un vol IFR de l'aérodrome de Rouen (76) vers l'aérodrome de Montpellier Fréjorgues (34).

A 13 h 30, il demande l'autorisation de mise en route. A 13 h 38, il obtient la clairance suivante « Départ omnidirectionnel sur la radio balise de l'Aigle (LGL), niveau 110, transpondeur 3302 et la prochaine fréquence avec Paris contrôle 124,850 ».

A 13 h 45, il décolle avec un passager. Le contrôleur l'informe de la présence « d'un grain sur le terrain ». Le pilote collationne l'information.

A 13 h 51, le pilote contacte « Paris Contrôle ». Il est autorisé à monter au FL 150.

A 14 h 01, il est autorisé à prendre une route directe vers le point « KOVAK ».

A 14 h 05, il demande à monter au FL 170. Vers 14 h 10, l'équipage d'un autre aéronef (FWI 512), en provenance de l'aérodrome d'Orly en montée vers le FL 120 au cap 290°, demande à accélérer la montée et changer de cap afin d'éviter « une zone active avec un cumulonimbus devant ». Le contrôle l'autorise à monter vers le FL 240 et à prendre un cap 250° avec un taux de montée minimum de 1 500 ft/min jusqu'au FL 180.

A 14 h 11 min 42, à la demande du contrôleur, le pilote du F-GMGF confirme qu'il monte vers le FL170.

A 14 h 12 min 53, le contrôleur l'informe que la trace radar montre des « oscillations de cap entre l'est et l'ouest » et lui demande s'il suit une trajectoire rectiligne. Le pilote répond qu'il a des problèmes avec le pilote automatique et qu'il effectue des tests. L'avion est au FL 163, aux environs du cap 200°. Le contrôleur lui demande de prendre « à droite le cap 250 pour espacement ». Le pilote collationne à 14 h 13 min 13.

A 14 h 13 min 23, le contrôleur demande au pilote de stopper la montée et de maintenir le FL 160. Il n'obtient aucune réponse. La trace radar montre l'avion en très forte descente par la droite. La détection radar est perdue à 14 h 14 min 20 et plus aucun contact radio n'est établi avec le pilote.

L'épave est retrouvée dispersée sur quatre kilomètres sur la commune de Saint Christophe-sur-Avres.

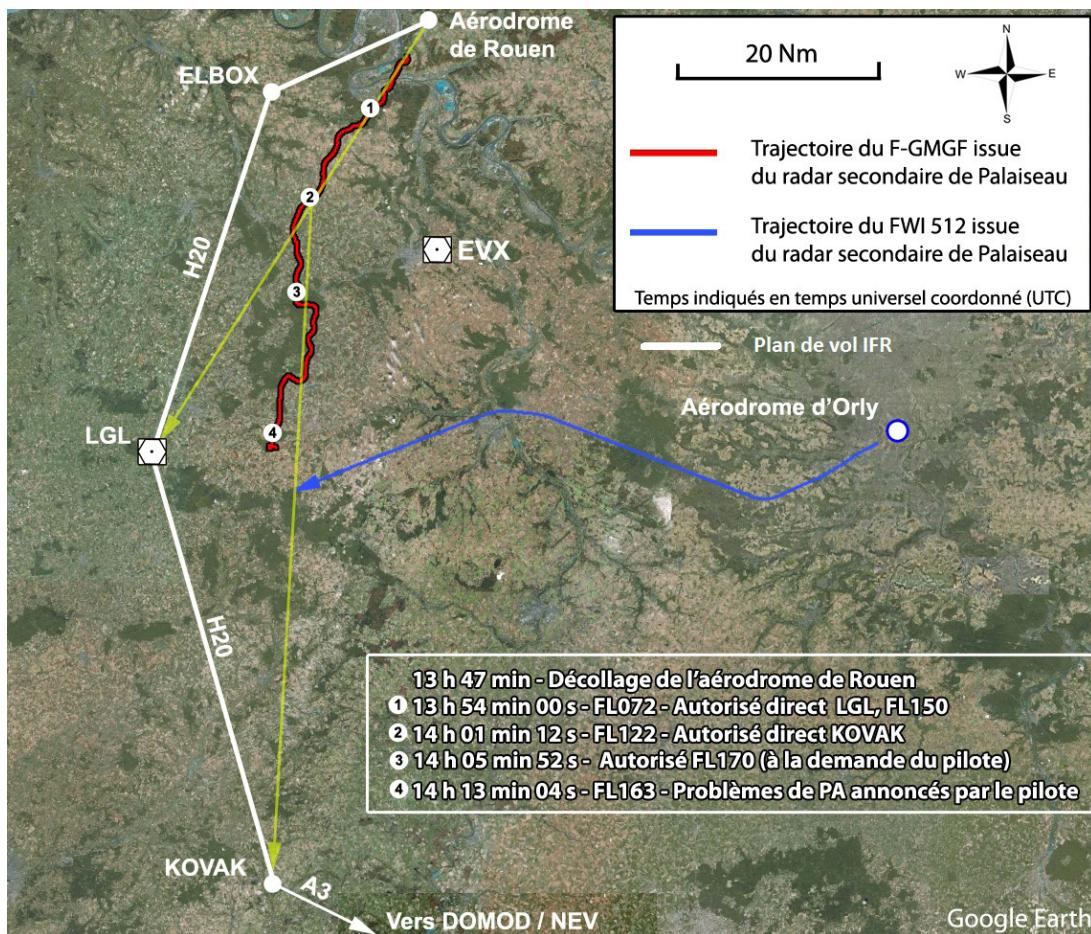


Figure 1 : plan de vol et route suivie

1.2 Tués et blessés

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

1.3 Dommages à l'aéronef

L'aéronef est détruit.

1.4 Autres dommages

Sans objet.

1.5 Renseignements sur le personnel

1.5.1 Pilote

Homme, 74 ans

- Licence de pilote privé de 1979 en état de validité, qualifié IFR.
- Expérience à la date du 17 octobre 2010 :
 - environ 1 400 heures de vol dont 1 200 heures en tant que commandant de bord ;
 - douze heures en IFR dans les 6 derniers mois.

Le carnet de vol retrouvé dans l'épave était rempli jusqu'au 17 octobre 2010, soit 5 mois avant l'accident. Le total des heures en IFR n'était pas calculé.

Il comportait cependant la mention de prorogation de la licence de pilote privé IR effectuée le 17 octobre 2010.

1.5.2 Historique des vols et expérience depuis août 2010

De juillet 2009 à août 2010, le pilote a volé exclusivement sur le F-GMGF et réalisé environ 60 heures de vol. D'août à octobre 2010, il avait volé sur Cessna 177 car le F-GMGF était en chantier avionique et moteur.

Fin novembre 2010, il avait effectué deux vols d'environ 1 heure 30 sur le F-GMGF.

Il avait convoyé l'avion de Montpellier Candillargues à Rouen le 9 février 2011.

Le 20 février, il avait réalisé un vol local avec 2 autres pilotes.

1.6 Renseignements sur l'aéronef

1.6.1 Cellule

Constructeur	Cessna
Type	P210 N
Numéro de série	00253
Immatriculation	F-GMGF
Mise en service	12/04/1994
Certificat de navigabilité	Valide
Certificat d'examen de navigabilité	15/04/2010 valide jusqu'au 17/04/2011
Utilisation à la date du 26/02/2011	2 030 heures

1.6.2 Moteur

Constructeur	Continental
Type	TSIO520P
Numéro de série	278777-R

1.6.3 Instrumentation de bord

L'avion était équipé :

- d'un pilote automatique (PA) de type S-TEC 55X couplé à la bille aiguille (sauf pour l'Altitude Select reportée sur le Garmin G500) ;
- de 2 GPS Garmin GNS430W pour les fonctions de navigation et de communication ;
- d'un système d'affichage Garmin G500 avec les options suivantes :
 - Altitude Select (Primary Flight Display),
 - IFR Chart (Multi-Function Display),
 - Vision Synthétique (Primary Flight Display) ;
- d'un Stormscope de type 3M WX-10.

L'avion ne disposait pas de radar météorologique.

1.6.4 Historique de l'avion

L'avion avait été acheté par le pilote en 1999. Son entretien était effectué par un atelier agréé.

1.6.4.1 Problème de pilote automatique (2009-2010)

Lors de l'enquête, il est apparu que le pilote avait été confronté à des pannes intermittentes de pilote automatique au cours de vols précédents. La défaillance n'avait pas pu être clairement identifiée et aucune réparation n'avait été faite.

1.6.4.2 Chantier Avionique Garmin G500

Un chantier d'installation du système Garmin G500 a été réalisé au mois de juillet 2010 sur l'aérodrome d'Aix-Les-Milles.



Figure 2 : avant chantier de modification



Figure 3 : après chantier de modification

Lors de ce chantier, des tests sur le PA avaient été effectués et aucune panne n'avait été identifiée ni reproduite.

1.6.5 Limitations

L'avion n'était pas équipé de système de dégivrage ou d'anti-givrage, à l'exception de la sonde Pitot. Le manuel de vol indique que le vol en conditions givrantes connues est interdit.

La VNE et la VNO sont respectivement de 200 KIAS et 167 KIAS.

1.7 Conditions météorologiques

1.7.1 Dossier météorologique du pilote

Le pilote disposait avant le départ des cartes de vent et températures jusqu'au FL 300 ainsi que de la carte EUROC de 12 UTC (annexe).

Il disposait aussi des TAF et METAR pour les aérodromes de départ et de destination.

La constitution de ce dossier était conforme à la réglementation.

1.7.2 Prévisions

Les cartes de prévisions météorologiques montrent que sur la quasi-totalité du parcours, des couches de nuages fragmentées (BKN) à soudées (OVC) s'étendent du sol au FL 360.

La carte EUROC fait apparaître un risque de givrage modéré entre le FL 070 et le FL 150 ainsi qu'une zone de turbulence modérée entre le FL 140 et le FL 380 et forte localement entre le FL 140 et FL 200. Cette zone comprise entre la Seine et la Loire est associée à la présence d'un Jet Stream de 140 kt au FL 290 soufflant d'ouest en est. Il est également fait mention de cumulonimbus isolés.

1.7.3 Conditions observées

L'évolution des conditions observées le jour de l'accident est retracée ci-après sur une compilation des images radar des précipitations à intervalles de 5 minutes. Le trajet suivi par l'avion et sa position ainsi que les points caractéristiques ont été reportés.

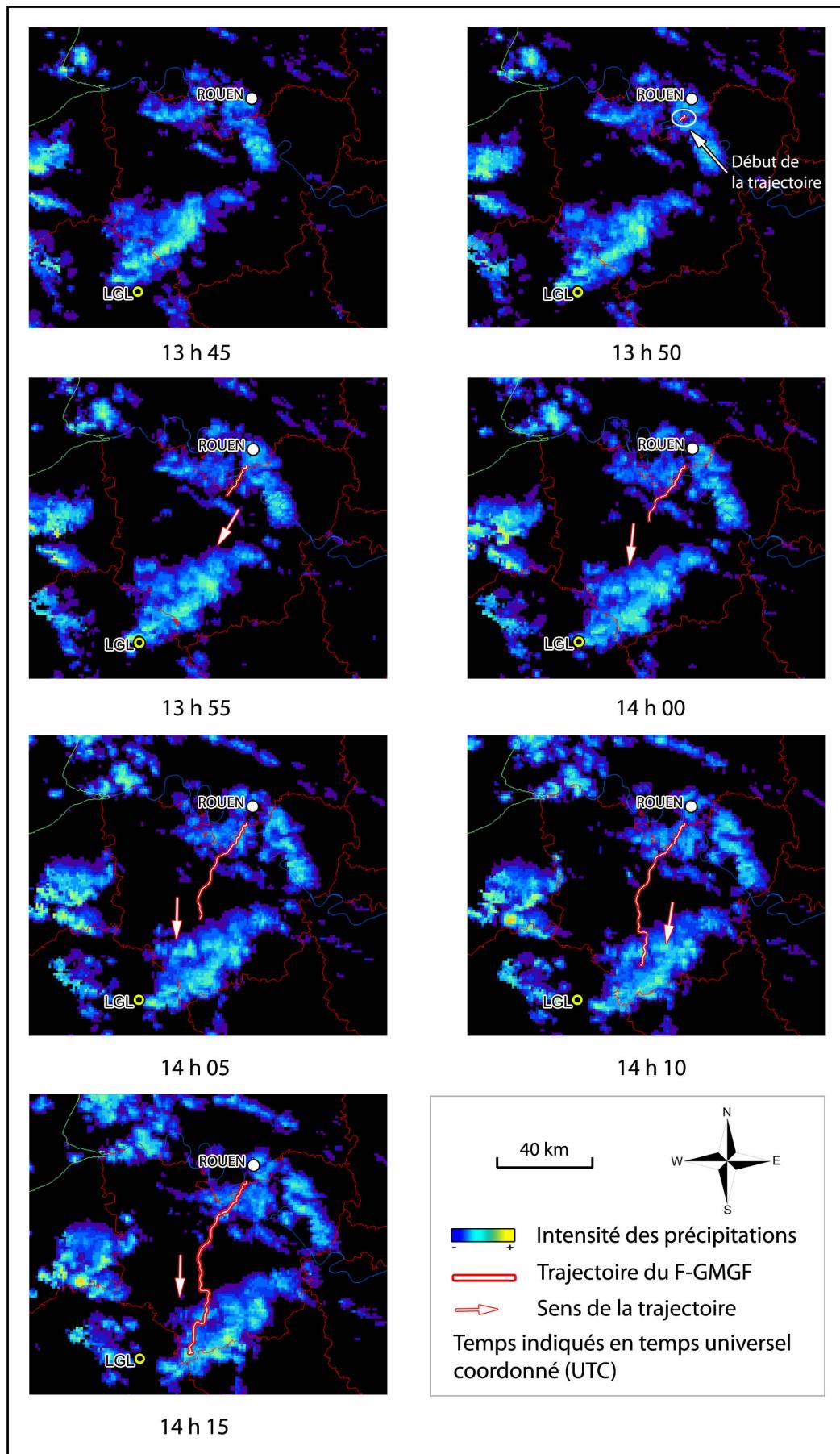


Figure 4 : compilation des images radar

1.7.4 Influence sur les vols réguliers dans le secteur

Dans l'heure ayant précédé l'accident, l'écoute des radiocommunications a montré que plusieurs pilotes avaient demandé à changer de route ou de niveau de vol afin d'éviter une zone orageuse apparaissant sur leurs radars au sud de Rouen.

Un équipage volant au FL 180 à 8 NM au sud de la dernière position connue du F-GMGF a indiqué qu'il voyait une couche nuageuse soudée montant jusqu'au FL 170 et que des cumulonimbus étaient noyés dans la masse.

1.8 Aides à la navigation

Sans objet.

1.9 Télécommunications

Au moment de l'accident, le pilote était en contact avec le centre de contrôle en route de Paris sur la fréquence 124,850 MHz.

1.10 Renseignements sur l'espace aérien

Le pilote évoluait dans l'espace aérien contrôlé de Paris, TMA1 classe d'espace D.

1.11 Enregistreurs de bord

La réglementation n'impose pas l'emport d'enregistreurs sur ce type d'aéronef. L'avion n'en était pas équipé.

Un calculateur portable GPS se trouvant à bord de l'avion a été exploité mais aucune donnée de position datée du jour de l'accident n'était enregistrée.

1.12 Renseignements sur l'épave et sur l'impact

1.12.1 Examen du site

La partie principale de l'épave se trouve dans une zone boisée, à environ vingt mètres d'une route nationale. Les arbres situés autour de l'épave sont peu endommagés ce qui montre que l'avion est entré en collision avec le sol avec une trajectoire quasiment verticale.

Les autres éléments de l'épave sont répartis sur environ quatre kilomètres selon une trajectoire nord-ouest / sud-est, orientée au cap 116° (figure 5).

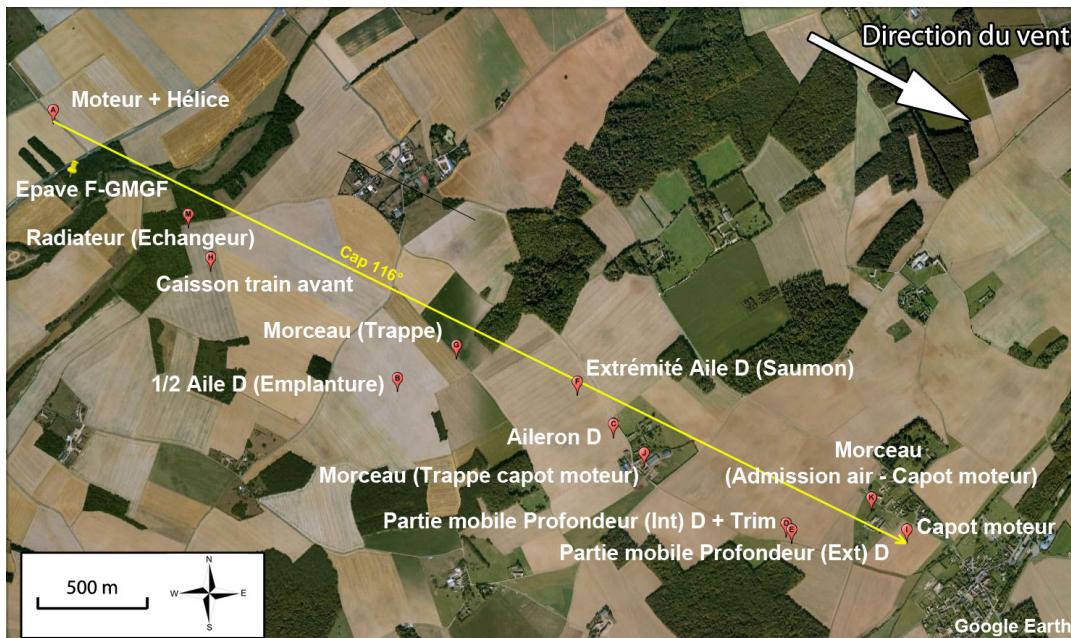


Figure 5 : répartition des débris

Les débris sont répartis sur cet axe, des éléments les plus lourds (moteurs et partie principale de l'épave) aux éléments les plus légers (éléments de voilure, capotage moteur).

La répartition des débris, les positions relatives entre les plus lourds et les plus légers ainsi que les distances importantes entre chacun sont cohérents avec la direction du vent relevée au moment de l'événement et sont caractéristiques d'une rupture de l'avion en vol.

L'ensemble des documents nécessaires à la préparation et réalisation du vol ont été retrouvés dans l'épave.

1.12.2 Examen de l'épave

La partie principale de l'épave est composée du fuselage, du plan arrière vertical, d'une partie du plan arrière horizontal et de l'aile gauche (figures 6 et 7).

L'avant du fuselage est détruit, la partie arrière est fortement endommagée.

Les plans arrière sont fortement endommagés.

L'aile gauche est entière. Elle présente un enfoncement du bord d'attaque à proximité du saumon d'aile, conséquence du contact avec la végétation (des traces végétales sur le bord d'attaque sont visibles).



Figure 6 : partie avant du fuselage et aile gauche



Figure 7 : partie arrière du fuselage et plans arrières

La partie avant de la cellule est détruite ainsi que la quasi-totalité des équipements et indicateurs de la planche de bord.

Les observations réalisées permettent cependant d'effectuer les constatations suivantes :

- le contact magnétos était sur la position « Both » ;
- les interrupteurs, alternateur et batterie, étaient sur la position « ON » ;
- le sélecteur carburant était en position « ouvert ».

Les principaux éléments retrouvés éloignés de l'épave principale sont :

- l'aile droite en deux morceaux (figures 8 et 9) ;
- la gouverne de profondeur droite ;
- le caisson de train avant (figure 10) ;
- le moteur ;
- l'hélice ;
- le capot moteur ;
- le radiateur.

Le moteur et l'hélice (figure 11) se situent environ à 200 m de la partie principale de l'épave, à l'opposé des autres éléments. L'hélice est désolidarisée du plateau porte hélice.



Figure 8 : morceau intérieur de l'aile droite



Figure 9 : morceau extérieur de l'aile droite



Figure 10 : caisson de train avant
avec fixations moteur



Figure 11 : moteur et hélice

1.13 Renseignements médicaux et pathologiques

L'enquête sur la condition médicale du pilote n'a pas mis en évidence de lien avec l'accident.

1.14 Incendie

L'épave ne montre aucune trace d'incendie.

1.15 Questions relatives à la survie des occupants

La violence de l'accident ne laissait pas de possibilité de survie aux occupants de l'avion.

1.16 Essais et recherches

1.16.1 Reconstitution de l'aile et de la gouverne de profondeur

La reconstitution de l'aile droite et de la gouverne de profondeur droite a permis de confirmer que tous leurs éléments constitutifs ont été récupérés (figures 12 et 13).



Figure 12 : aile droite reconstituée



Figure 13 : gouverne de profondeur droite
reconstituée

1.16.2 Examens des éléments de l'épave

1.16.2.1 Groupe motopropulseur

L'hélice s'est désolidarisée du moteur lors de l'impact avec le sol.

L'endoscopie du moteur n'a pas révélé d'endommagement interne. La rupture du carter est consécutive à l'impact du moteur au sol.

Les attaches du moteur se sont rompues en vol. Les dommages observés sur le groupe motopropulseur sont consécutifs à l'impact.

1.16.2.2 Plan horizontal arrière

Les ruptures observées sur le plan horizontal arrière sont toutes de nature brutale.

Tous les éléments du côté gauche ont été retrouvés sur le site de l'épave principale. Les ruptures et déformations observées sur ces éléments sont consécutives au contact avec les arbres et à l'impact avec le sol.

1.16.2.3 Ailes

L'aile gauche est entière. Elle était liée à la cellule sur le site de l'accident.

L'aile droite est retrouvée en deux morceaux, à deux endroits éloignés du site principal de l'accident et distants d'environ 500 m.

Les ruptures observées sur les deux ailes sont toutes brutales.

Les déformations observées sur les deux ailes témoignent d'efforts importants de flexion vers le haut, supérieurs à ceux admissibles.

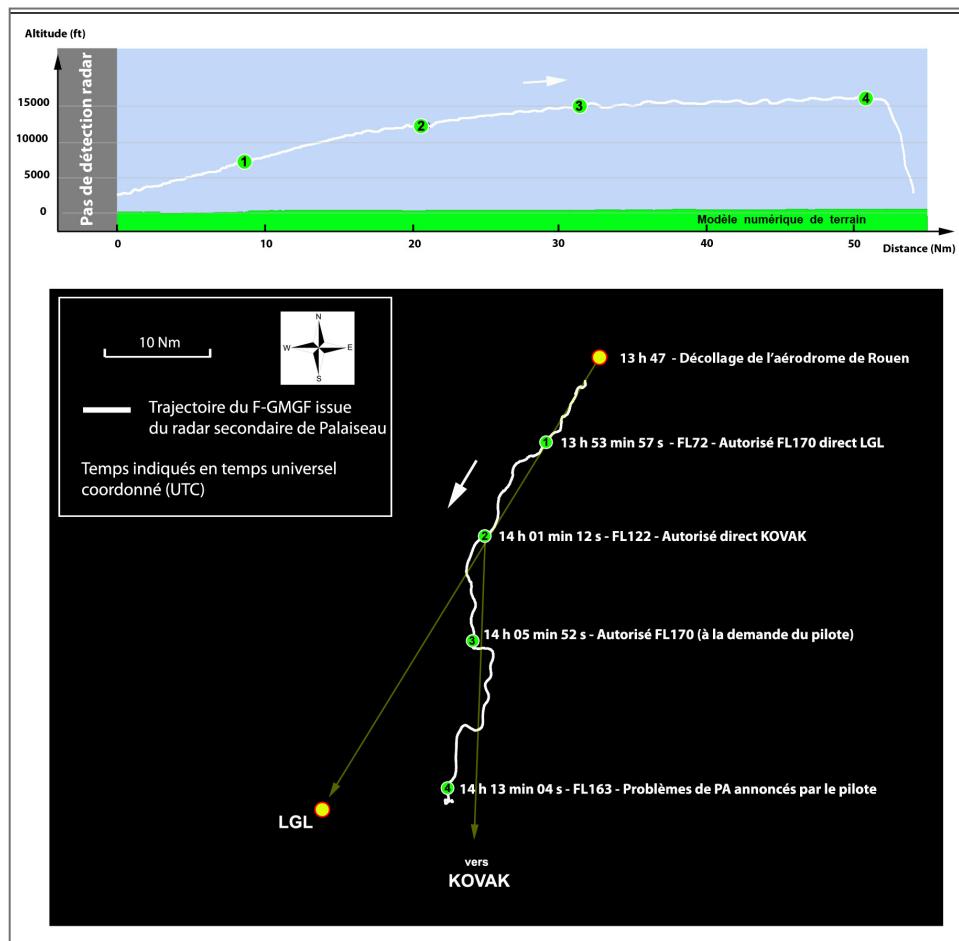
1.16.2.4 Avionique

Compte tenu des endommagements, aucun examen des équipements de bord n'a pu être réalisé.

1.16.3 Exploitation des données radar

Les informations sur les positions de l'avion proviennent du radar secondaire de Palaiseau.

Elles ont permis de réaliser 2 trajectographies dans les plans horizontal et vertical. La première position a été enregistrée à 13 h 48 min 53 à 2 NM dans le sud-ouest de l'aérodrome de Rouen, peu après le décollage. La dernière position a été enregistrée à 14 h 14 min 20 ; elle se situe dans le 290° à 230 m en distance horizontale de la position de l'épave principale.



Le tableau donne le détail des valeurs d'altitude et de route.

Heure (TU)	Altitude (ft)	Route (°)	Repère
14:12:51	16 345	192	
14:12:55	16 270	183	
14:12:59	16 171	170	
14:13:03	16 070	164	4
14:13:07	16 047	166	5
14:13:11	16 070	173	
14:13:15	16 047	186	
14:13:19	15 869	214	
14:13:23	15 322	231	6
<i>Information radar non disponible</i>			
14:13:32	13 245	inv ^(*)	
14:13:36	12 119	096	
14:13:40	11 047	139	7
14:13:44	10 020	inv	
14:13:48	9 196	inv	
14:13:52	8 422	inv	
14:13:56	7 621	inv	

(*) inv : information non significative

La figure ci-après est un zoom de la trajectoire des dernières minutes de vol jusqu'à la perte de contact radar.

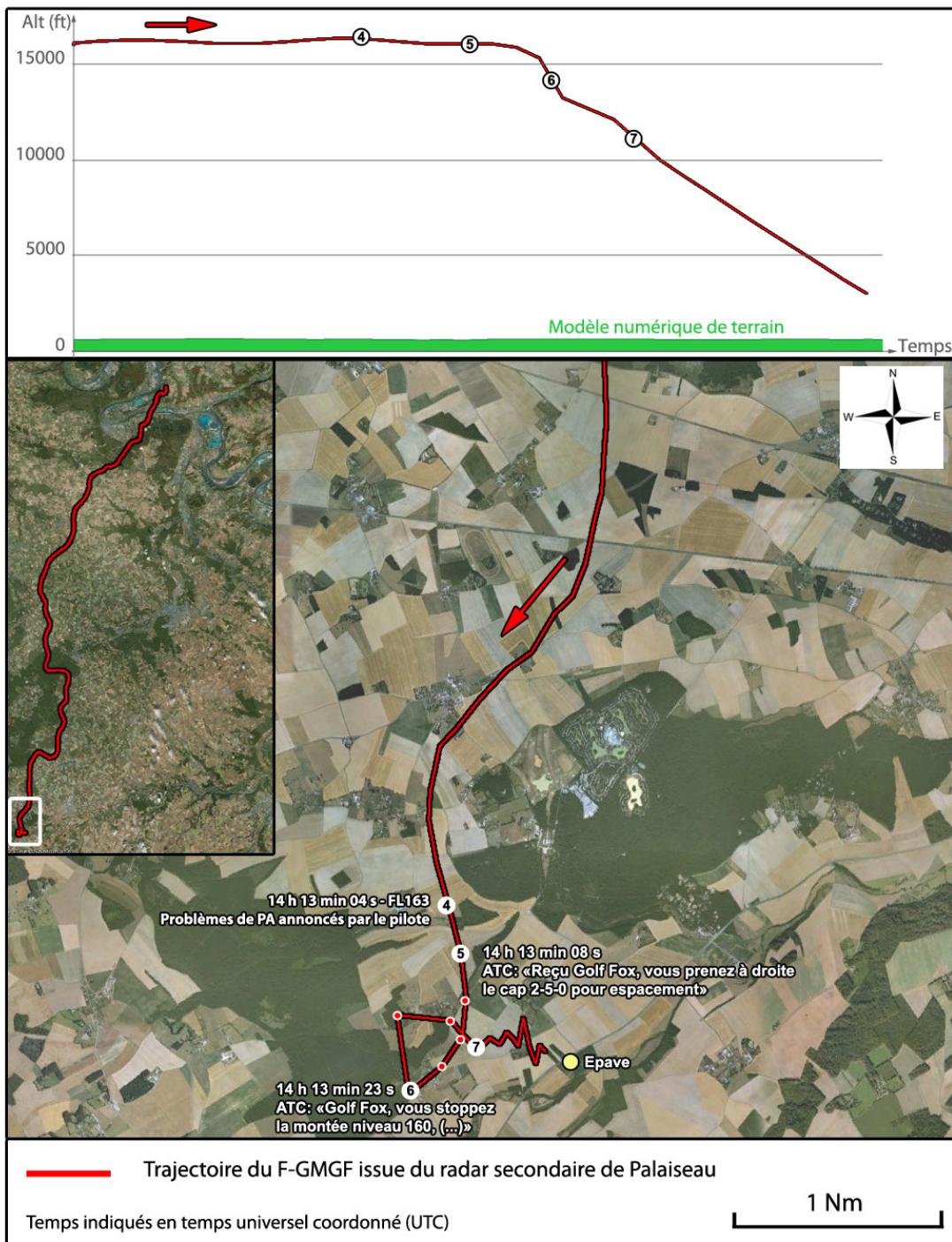


Figure 15 : loupe sur la trajectoire finale

1.17 Renseignements sur les organismes et la gestion

Le trafic aérien dans la TMA1 de Paris est géré par Paris ACC.

Les services rendus aux aéronefs évoluant en IFR sont les suivants :

- l'espacement entre les autres aéronefs ;
- la délivrance d'information pertinente à la sécurité du vol à la demande du pilote.

Le contrôleur aérien coordonne la circulation aérienne entre les aéronefs mais il ne dispose pas de moyens de visualisation en temps réel de la situation météorologique (nuages, précipitations, phénomènes dangereux).

1.18 Renseignements supplémentaires

1.18.1 Plan de vol

Le pilote avait déposé un plan de vol IFR conformément à la réglementation en vigueur.

La route demandée était « ELBOX H20 DOMOD A3 NEV R161 CFA A3 MEN » (voir figure 1).

Le niveau demandé était le FL 150, la vitesse déclarée était de 150 kt et la durée de vol prévue de 2 h 45 min.

Le pilote avait également porté la mention « Rerouting accepted ».

1.18.2 Témoignages

- Un témoin, pilote et propriétaire d'un Cessna 207, connaissait bien le pilote du F-GMGF. Il indique que, le matin de l'accident, celui-ci paraissait préoccupé par la situation météorologique.
- Le gérant la société SEAM indique qu'à la demande du pilote ses ateliers avaient modifié l'avionique de bord de l'avion (intégration sous STC d'un G500/600 et changement d'ADF).

En juillet 2010, le pilote était venu s'exercer chez SEAM sur le démonstrateur G500 puis sur l'avion au sol afin de se familiariser avec la nouvelle avionique. Il disposait sur son ordinateur du logiciel de simulateur G500 et avait affirmé « s'entraîner régulièrement à utiliser le système ».

Le gérant précise que le pilote lui avait fait part d'un problème intermittent sur le PA. Lors des tests au sol après mise sous tension, une panne « FAIL » apparaissait et rendait l'équipement indisponible pour le vol. Cette panne n'apparaissait pas en cours de vol. Le pilote soupçonnait un problème avec la « bille-aiguille », instrument couplé au PA et susceptible d'être à l'origine du dysfonctionnement. Il avait fait part de son intention de changer cet équipement courant 2011.

Les tests réalisés au cours du chantier de juillet/août 2010 n'ont pas permis de reproduire la panne.

- Le gérant de la société Baldy Aéro indique que le pilote lui avait demandé de préparer l'installation d'un instrument de surveillance des paramètres moteur (EDM 730). Le montage devait être réalisé début mars 2011 à Candillargues.
- Un pilote avait réalisé les vols de contrôle en novembre 2010. Il indique que la vitesse de croisière sur P210N est très proche de la VNO. La prise de vitesse peut être très rapide en descente ou en virage et ces manœuvres nécessitent une surveillance attentive de la vitesse et de la puissance du moteur pour ne pas excéder la VNE/VNO.

2 - ANALYSE

2.1 Préparation du vol

Les documents récupérés dans l'épave ainsi que les renseignements et témoignages recueillis montrent que le pilote avait préparé son vol mais qu'il était préoccupé par la situation météorologique.

La route prévue l'amenait à voler en arrière de la ligne de front observable sur la carte EUROC de 12 UTC. Cette carte mentionnait la présence d'une zone de givrage modéré entre le FL 070 et le FL 150 sur la quasi-totalité du parcours.

Le choix du FL150 impliquait la traversée de cette zone alors que l'avion ne permettait pas le vol en conditions givrante. La présence de givrage aurait dû inciter le pilote à reporter le vol.

2.2 Prise en compte de la situation réelle de la météo

Lors de son départ de Rouen, le pilote a été averti par le contrôleur de la proximité d'un front orageux et de fortes averses en provenance de l'ouest. La réponse du pilote faite au contrôleur montre qu'il a pris l'information mais qu'il n'a pas semblé avoir d'inquiétude particulière alors que la trajectoire prévue par le pilote allait intercepter le front se déplaçant d'ouest en est.

Cette arrivée d'un front orageux par l'ouest indique un décalage entre les cartes de prévision et la situation réelle.

Il est probable que le pilote a sous-estimé la dangerosité du front et que, en l'absence de radar météorologique de bord, il n'a pas réactualisé les informations météorologiques. Par ailleurs le pilote n'a pas demandé au contrôleur d'information sur les conditions météorologiques pendant le vol. Dès lors, il n'a pas été conduit à envisager l'annulation ou l'interruption du vol.

Le contrôleur ne dispose pas de la visualisation de la situation météorologique sur son écran radar, il n'est donc pas en mesure d'aider le pilote, ni même de s'apercevoir si les routes proposées peuvent être conflictuelles avec des phénomènes météorologiques dangereux. Bien qu'ayant connaissance de leur existence dans la région où évoluait l'avion, il n'est pas en mesure de positionner précisément ces zones potentiellement dangereuses. Par ailleurs, les cartes météorologiques montrent qu'il y a un défilement de plusieurs lignes de grains et d'orage associées à des précipitations dans la zone concernée.

Ainsi, il n'était pas possible pour le contrôleur d'identifier que les modifications de route qu'il a proposées et qui ont été acceptées par le pilote conduisaient ce dernier à rattraper le front orageux.

De nombreuses publications sur le thème des situations orageuses existent et le BEA a publié en 2008 une étude sur ce sujet :

<http://www.bea.aero/etudes/turbulences.en.transport.aerien/turbulences.en.transport.aerien.pdf>

Cette étude a fait l'objet de plusieurs recommandations vers les services de la DGAC, notamment :

que la DGAC introduise des outils, et définisse des méthodes de travail associées, permettant aux contrôleurs en route et d'approche de visualiser sur les écrans de contrôle les zones orageuses et les zones de turbulence.

2.3 Surveillance et maîtrise de la trajectoire

L'analyse de la trajectoire initiale de l'avion montre une bonne stabilité du cap et du taux de montée jusqu'aux environs du FL 70. Quelques faibles variations semblent indiquer un pilotage manuel de l'avion.

Par la suite, les variations de vitesse verticale et de cap deviennent plus importantes. A deux reprises, le cap diverge de plus de 90° par rapport à la route prévue sur le plan de vol. Bien qu'ayant demandé à monter au FL 170, le pilote reste aux environs du FL 160 jusqu'à la perte de contrôle.

Durant cette phase, d'autres équipages ont demandé l'évitement de la zone concernée en raison d'une très forte activité orageuse, parfois qualifiée de « dangereuse » par certains.

Les fluctuations de trajectoire du F-GMGF pourraient donc avoir pour origine de fortes turbulences, une surveillance moins attentive des paramètres de vol par le pilote, ou une combinaison des deux.

2.4 Défaillance du PA

La panne du PA n'a probablement été détectée que lorsque le pilote a voulu l'engager pendant la montée. La durée et les conditions difficiles de vol l'ont certainement incité à vouloir résoudre le problème du PA.

Ces difficultés ont pu accaparer son attention au détriment de la surveillance des paramètres de vol.

2.5 Conditions de vol

Lorsque survient la perte de contrôle, les images météorologiques montrent que l'avion est depuis quelques minutes au cœur ou proche d'une cellule orageuse très active, associée probablement à de fortes turbulences et à du givrage.

2.6 Perte de contrôle et défaillance structurale

Le changement de trajectoire dans le plan vertical a débuté après une demande du contrôleur de virer à droite au cap 250°. La trajectoire radar montre l'avion au cap 200° et une mise en virage en descente par la droite suivie d'une perte rapide d'altitude (4 000 ft en 21 secondes).

La régularité du début de virage semble indiquer que l'avion était structurellement intact. A l'approche du cap 250°, le virage s'est poursuivi sur 270° et la perte d'altitude s'est amplifiée. Ces éléments indiquent qu'à ce moment, l'avion était probablement en virage engagé à forte vitesse.

L'enregistrement radar montre que, vers le FL 110, la trajectoire a changé et correspondu à une chute balistique. Il est probable que la rupture de l'aile droite s'est produite à ce moment.

L'examen des débris a montré que l'arrachement de cette aile était dû à une surcharge probablement liée à un dépassement de la VNE.

Les examens complémentaires réalisés sur l'épave et le moteur n'ont pas mis en évidence de défaillances pouvant expliquer ou ayant pu contribuer à la perte de contrôle.

L'ensemble des dégâts constatés résulte soit de la dislocation en vol, soit de l'impact avec le sol.

Les conditions météorologiques ont montré une possibilité de givrage de la cellule ayant pu contribuer à la perte de contrôle.

2.7 Décision d'entreprendre et de poursuivre le vol

Il n'a pas été possible de déterminer si le pilote avait des impératifs l'incitant à poursuivre le vol malgré des conditions météorologiques défavorables et une panne du pilote automatique.

Le carnet de vol montre que le pilote n'a effectué aucun vol de nuit et n'avait donc aucune expérience pour ce type de vol. L'interruption du vol n'aurait probablement pas incité le pilote à reprogrammer le vol le jour même en raison de l'heure de la nuit aéronautique.

3 - CONCLUSION

3.1 Faits établis par l'enquête

L'enquête a permis d'établir les faits suivants :

- l'avion était en état de vol et les documents valides ;
- le pilote disposait des qualifications requises à la réalisation du vol ;
- le pilote disposait d'un dossier de vol complet (météo, taf, metar, plan de vol) ;
- l'avion ne disposait pas de radar météorologique ;
- l'avion n'était pas autorisé au vol en conditions givrantes connues ;
- les conditions météorologiques étaient défavorables au vol sur cet avion ;
- les turbulences associées aux orages ont contribué à une dégradation des qualités de vol et du suivi d'une trajectoire précise ;
- le pilote a perdu le contrôle de l'avion au cours d'un virage alors que l'avion se trouvait en IMC à proximité d'une cellule orageuse active ;
- l'enquête n'a pas mis en évidence de défaillance structurelle ou de panne du moteur permettant d'expliquer la perte de contrôle ;
- des charges excessives, probablement engendrées par un dépassement de la VNE, ont provoqué la rupture en vol de l'aile droite.

3.2 Causes de l'accident

L'accident est probablement dû à une surveillance insuffisante de la trajectoire de l'avion par le pilote. Celle-ci a conduit à une perte de contrôle, un dépassement de la VNE et une rupture en vol de l'avion.

Les facteurs suivants ont contribué à l'accident :

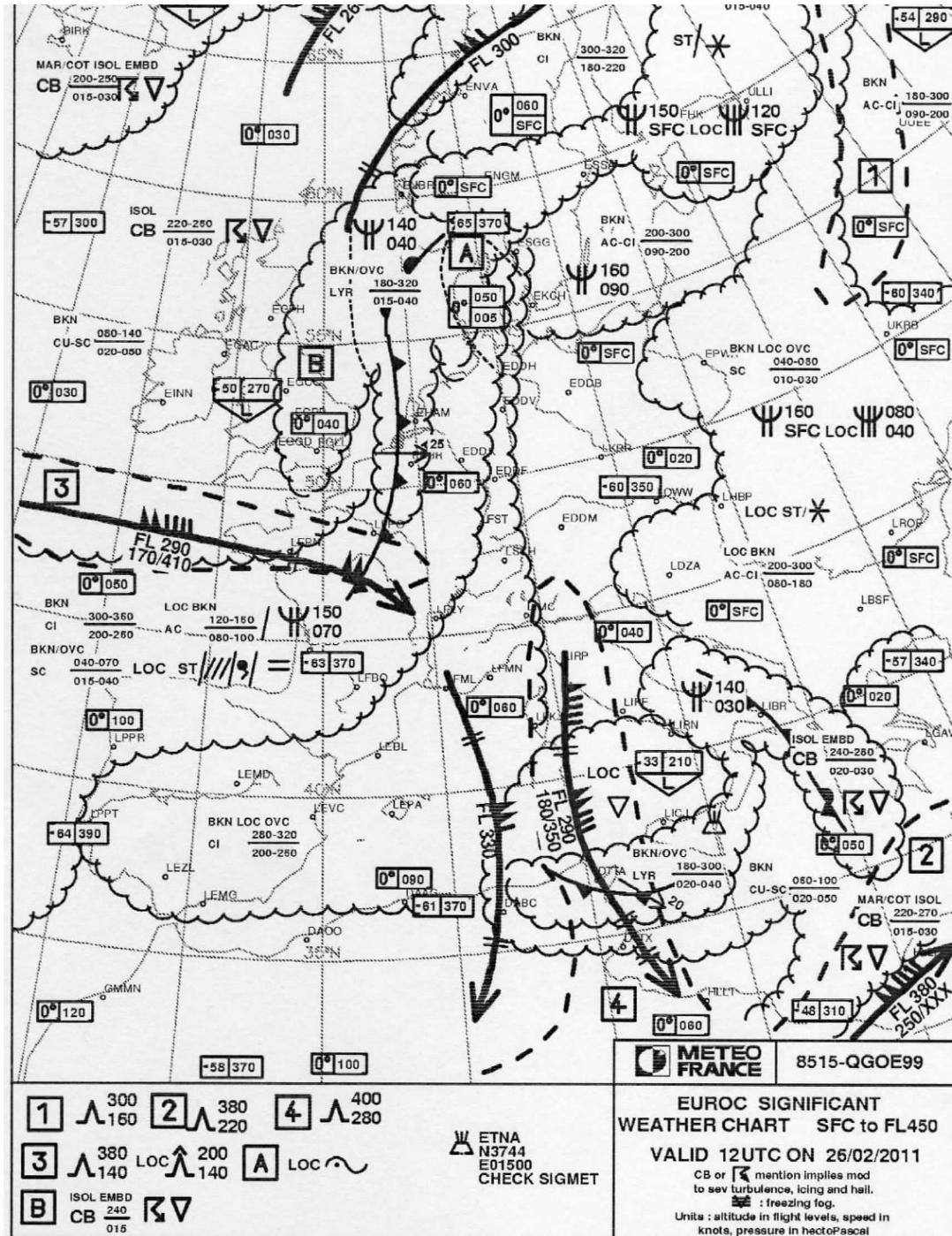
- la décision du pilote de réaliser et de poursuivre le vol dans des conditions météorologiques défavorables ;
- l'absence d'actualisation par le pilote des conditions météorologiques sur le trajet.

Les facteurs suivants ont pu contribuer à l'accident :

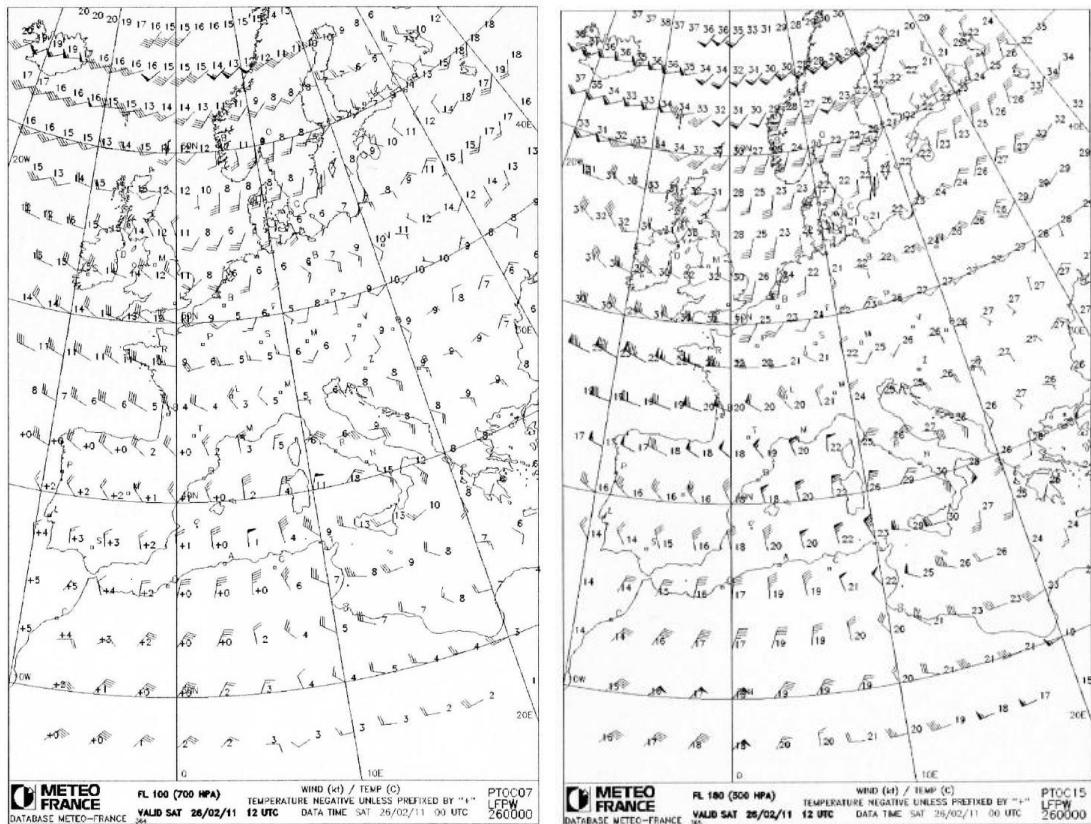
- les tests effectués sur le pilote automatique, diminuant la vigilance du pilote sur la conduite du vol ;
- la poursuite du vol en conditions givrantes.

ANNEXE
PRÉVISION MÉTÉOROLOGIQUE

EUROC de 12 UTC



Vent EUROC FL100-180 12 UTC



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

