

Rapport

Accident survenu **le 28 octobre 2011**
à Toulouse-Blagnac (31)
à l'avion Piper Aircraft PA31T
immatriculé **OE-FKG**

BEA

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

Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer

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	9
ORGANISATION DE L'ENQUÊTE	9
RÉSUMÉ	9
CAUSES, FACTEURS CONTRIBUTIFS ET THÈMES DES RECOMMANDATIONS	9
1 - RENSEIGNEMENTS DE BASE	10
1.1 Déroulement du vol	10
1.2 Tués et blessés	10
1.3 Dommages à l'aéronef	10
1.4 Autres dommages	10
1.5 Renseignements sur le pilote	10
1.6 Renseignements sur l'aéronef	11
1.6.1 Généralités	11
1.6.2 Les vitesses	12
1.6.3 Masse et centrage	12
1.6.4 Moteurs	12
1.6.5 Procédures d'urgence en cas de panne d'un moteur	13
1.6.6 Maintenance	13
1.7 Renseignements météorologiques	13
1.7.1 Situation générale	13
1.7.2 Observations météorologiques de 20 h 30	14
1.7.3 Enregistrement ATIS	14
1.8 Aides à la navigation	14
1.9 Télécommunications	14
1.10 Renseignements sur l'aérodrome	14
1.11 Enregistreurs de bord	15
1.12 Renseignements sur l'épave et sur l'impact	15
1.12.1 Examen du site	15
1.12.2 Examen de l'épave	15
1.13 Renseignements médicaux et pathologiques	16
1.14 Incendie	16

1.15 Questions relatives à la survie des occupants	16
1.15.1 Survie	16
1.15.2 Nombre de personne à bord	16
1.16 Essais et recherches	17
1.16.1 Trajectographie	17
1.16.2 Analyse des données radar	19
1.16.3 Analyse spectrale des bandes ATC	19
1.16.4 Examen des moteurs	19
1.17 Renseignements sur les organismes et la gestion	21
1.18 Renseignements supplémentaires	21
1.18.1 Formation à la qualification de type – JAR FCL	21
1.18.2 Formation à la qualification de type – PART FCL « AIRCREW »	22
1.18.3 Témoignages	22
1.19 Techniques d'enquête utiles ou efficaces	23
1.19.1 Première approche	24
1.19.2 Deuxième approche	25
1.19.3 Troisième approche	26
1.19.4 Exploitation des résultats	26
2 - ANALYSE	27
2.1 Puissance du moteur pendant l'approche	27
2.2 Description de l'approche,	27
2.3 Formation	30
2.3.1 Contenu de la formation réglementaire au regard de la VMCA	30
2.3.2 Inadaptation du programme de formation des avions multipilotes aux avions monopilote complexes hautes performances - PART FCL « AIRCREW »	30
2.3.3 Formation suivie par le pilote	31
2.4 Indisponibilité de l'information relative au nombre de personnes à bord sur le plan de vol	31
3 - CONCLUSION	32
3.1 Faits établis par l'enquête	32
3.2 Causes de l'accident	32
4 - RECOMMANDATIONS DE SECURITE	33
4.1 Réglementation relative à la formation des équipages PART FCL	33
4.2 Surveillance des ATO	34
4.3 Disponibilité de l'information relative au nombre de personnes à bord	34

Glossaire

AMC	<i>Acceptable Means of Compliance</i> Moyen acceptable de conformité
ATC	<i>Air Traffic Control (in general)</i> Contrôle de la circulation aérienne (en général)
ATM	<i>Air Traffic Management</i> Gestion du trafic aérien
ATIS	<i>Automatic Terminal Information Service</i> Service automatique d'information de région terminale
ATO	<i>Approved Training Organization</i> Organisme de formation homologué
ATS	<i>Air Traffic Service</i> Service de la navigation aérienne
BKN	<i>Broken</i> Nuages morcelés (5 à 7 octas), suivi de la hauteur de la base des nuages
CAVOK	<i>Visibility, cloud and present weather better than prescribed values or conditions</i> Visibilité, nuages et temps présent meilleurs que valeurs ou conditions prescrites
CdB	Commandant de Bord <i>Captain</i>
CPL	<i>Commercial Pilot Licence</i> Pilote professionnel
CSN	<i>Cycle Since New</i> Nombre de cycle total
EASA	<i>European Aviation Safety Agency</i> Agence Européenne pour la Sécurité de l'Aviation
FCL	<i>Flight Crew Licences</i> Règlement européen relatif aux licences des équipages
FCU	<i>Fuel Control Unit</i> Régulateur carburant
FEW	<i>Few</i> Nuages rares (1 à 2 octas), suivi de la hauteur de la base des nuages
FIR	<i>Flight Information Region</i> Région d'information de vol
FPL	<i>Flight Plan</i> Plan de vol

ft	Pied(s) <i>Feet</i>
FTO	<i>Flight Training Organization</i> Organisme de formation
G/S	<i>Glide Slope</i> Radioalignement de descente
HPA	<i>High Performance Aircraft</i> Avion hautes performances
HSI	<i>Horizontal Situation Indicator</i> Indicateur de situation horizontale
IFPS	<i>Integrated initial Flight plan Processing System</i> Système de traitement du plan de vol
IFR	<i>Instrument Flight Rules</i> Règles de vol aux instruments
ILS	<i>Instrument Landing System</i> Système d'atterrissage aux instruments
IMC	<i>Instrument Meteorological Conditions</i> Conditions météorologiques de vol aux instruments
IR	<i>Instrument Rating</i> Qualification de vol aux instruments
ISA	<i>International Standard Atmosphere</i> Atmosphère standard internationale
JAR	<i>Joint Airworthiness Requirements</i>
kt	<i>Knots</i> Nœuds
lb	<i>Pound(s)</i> Livre(s)
LOC	<i>Localizer</i> radio alignement de piste
METAR	<i>METEorological Aerodrome Report</i> Message régulier d'observation météorologique pour l'aéronautique
NM	<i>Nautical mile</i> Mille Marin
NOSIG	<i>No signifiant change</i> Pas de changement significatif prévu dans les 2 heures suivant l'heure d'observation
P/N	<i>Part Number</i> Référence de pièce
PA	Pilote Automatique <i>Auto-pilot</i>

QFE	Pression atmosphérique à l'altitude de l'aérodrome <i>Atmospheric pressure at aerodrome elevation</i>
QFU	Orientation magnétique de la piste(en dizaines de degrés) <i>Magnetic bearing</i>
QNH	Calage altimétrique requis pour lire l'altitude de l'aérodrome au sol <i>Altimeter setting to obtain aerodrome elevation when on the ground</i>
QT	Qualification de type <i>Type rating</i>
RPM	<i>Revolutions Per Minute</i> Tour par minute
RQS	<i>Message Request</i>
S/N	<i>Serial Number</i> Numéro de série
SAR	<i>Search And Rescue</i> Recherches et sauvetage
SCT	<i>Scattered</i> Nuages épars (3 à 4 octas) suivi de la hauteur de la base des nuages
SESAR	<i>Single European Sky ATM Research</i>
SPL	<i>SupPLEMENTARY</i> Message Supplementary information : case 19 du FPL
SSIS	Service de Sécurité Incendie et de Sauvetage <i>Fire safety and rescue services</i>
TAF	<i>Terminal and Alternate Forecast</i> Prévision d'atterrissage
TRTO	<i>Type Rating Training Organization</i> Organisme de formation à la qualification de type
TSN	<i>Time Since New</i> Nombre d'heures totales
UTC	<i>Coordinated universal time</i> Temps universel coordonné
VFE	<i>Maximum speed Flaps Extended</i> Vitesse maximale volets sortis
VHF	<i>Very High Frequency (30 to 300 MHz)</i> Très haute fréquence (30 à 300 MHz)
VLO	<i>Maximum speed gear Extended</i> Vitesse maximale opérationnelle train sorti
VMC	<i>Visual Meteorological Conditions</i> Conditions météorologiques de vol à vue
VMCA	Plus faible vitesse à laquelle l'avion est contrôlable lorsque le moteur critique est en panne et son hélice n'est pas en drapeau, en configuration lisse

VNE	<i>Velocity Never Exceed</i> Vitesse à ne pas dépasser
VOR	<i>VHF Omnidirectionnal Radio Range</i> Radiophare omnidirectionnel
Vs	Vitesse de décrochage <i>Stall speed</i>

Synopsis

Asymétrie de traction, perte de contrôle en approche finale, collision avec le sol, incendie

Aéronef	Avion Piper Aircraft PA31 T immatriculé OE-FKG
Date et heure	28 octobre 2011 à 19 h 35 ⁽¹⁾
Exploitant	Privé
Lieu	Aérodrome de Toulouse-Blagnac (31)
Nature du vol	Aviation générale
Personnes à bord	Un pilote et trois passagers
Conséquences et dommages	Pilote et trois passagers décédés, avion détruit

⁽¹⁾Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en temps universel coordonné (UTC). Il convient d'y ajouter 2 heures pour obtenir l'heure en France métropolitaine le jour de l'événement.

ORGANISATION DE L'ENQUÊTE

Deux enquêteurs du BEA se sont rendus sur place.

L'Autriche, Etat d'immatriculation et de l'exploitant, les Etats-Unis, Etat de conception et de construction de l'avion, le Canada, Etat de conception et de construction des moteurs, l'Allemagne, Etat où la dernière visite d'entretien programmée a été réalisée, ont été notifiés. Chacun a désigné un représentant accrédité pour participer à l'enquête de sécurité.

La commission Européenne et l'AESA ont également été notifiés conformément au règlement européen n° 996/2010.

RÉSUMÉ

Le pilote, accompagné de trois passagers, membres de sa famille, décolle à 16 h 35 min de l'aérodrome de Kassel (Allemagne) pour un vol privé en IFR à destination de celui de Toulouse-Blagnac. Après environ trois heures de vol, il est autorisé à l'approche, puis bénéficie d'un guidage radar pour l'ILS de la piste 14R. Lors du dernier échange avec le contrôleur, alors que l'avion est en finale à 900 pieds de hauteur, le pilote précise qu'il a un problème, sans en préciser la nature car le message est interrompu. Peu après, les contacts radar et radio sont perdus. L'épave est retrouvée à proximité du seuil de la piste 14R.

Le pilote et les trois passagers sont décédés. L'avion est détruit.

CAUSES, FACTEURS CONTRIBUTIFS ET THÈMES DES RECOMMANDATIONS

Une anomalie au niveau du moteur droit a vraisemblablement généré une asymétrie de traction. Le pilote n'a probablement pas réagi suffisamment tôt à la diminution de vitesse et a probablement rencontré des difficultés à maîtriser l'asymétrie de traction avant de perdre le contrôle de l'avion.

La poursuite d'une arrivée rapide sans références visuelles extérieures, la fascination probable sur l'objectif, une formation à la qualification de type insuffisante et inadaptée ont pu contribuer à la survenue de cet accident.

La formation théorique et pratique des équipages de conduite des aéronefs et la surveillance des organismes de formation ont fait l'objet de cinq recommandations de sécurité.

1 - RENSEIGNEMENTS DE BASE

1.1 Déroulement du vol

Le pilote, accompagné de trois passagers membres de sa famille, décolle à 16 h 35 min de l'aérodrome de Kassel (Allemagne) pour un vol privé en IFR à destination de celui de Toulouse-Blagnac. Après environ trois heures de vol, il est autorisé à l'approche puis bénéficie d'un guidage radar pour l'ILS de la piste 14R. Lors du dernier échange avec le contrôleur, alors que l'avion est en finale à 900 pieds de hauteur, il précise qu'il a un problème, sans en préciser la nature car le message est interrompu. Peu après, les contacts radar et radio sont perdus. L'épave est retrouvée à proximité du seuil de la piste 14R.

1.2 Tués et blessés

Le pilote et les trois passagers sont décédés.

1.3 Dommages à l'aéronef

L'avion est détruit.

1.4 Autres dommages

Sans objet.

1.5 Renseignements sur le pilote

Homme, 49 ans.

Détenteur d'une licence CPL autrichienne délivrée le 9 janvier 1995, validée en licence JAR FCL N° CPL A-2113-JAR.

- SEP valide jusqu'au 18 juin 2012.
- Qualification de type PA31/42 assortie d'une qualification IR, obtenue le 30 novembre 1995, prorogée en 1996 et renouvelée le 18 juin 2011, valide jusqu'au 18 juin 2012.
- Qualification copilote C500/550/560 IR, valide jusqu'au 18 juin 2012.
- Aptitude médicale classe 1 valide jusqu'au 19 avril 2012.
- Aptitudes à la langue allemande niveau 6 et anglaise niveau 4, valides.

Expérience :

- totale : 1 145 heures de vol, dont 834 en qualité de commandant de bord et 828 en IFR ;
- sur type : 124 de 1995 à 1997 et 93 en 2011 soit 217 heures de vol ;
- dans les trois derniers mois : 50 heures, 24 décollages et 23 atterrissages sur type ;
- dans les sept derniers jours : 3 heures sur type.

Le pilote avait passé sa qualification de type PA31T en 1995 et avait volé régulièrement jusqu'en 1997. Il n'avait plus volé sur cet avion jusqu'en juin 2011, date à laquelle il avait renouvelé sa qualification de type PA31T dans une école homologuée autrichienne. Ces formations ont été entièrement réalisées sur son avion. Le renouvellement de la qualification de type PA31T (programme identique à celui de la qualification de type initiale) a été réalisé en quinze heures de vol réparties sur quatre jours. Toutes ont été enregistrées en IFR dans le carnet de vol du pilote. L'instructeur qui a dispensé la formation précise qu'environ deux heures ont été effectuées en VFR pour faire des exercices de vol asymétrique.

Le pilote effectuait régulièrement des vols aller-retour entre l'Autriche ou l'Allemagne et Toulouse où il résidait.

1.6 Renseignements sur l'aéronef

1.6.1 Généralités

Le PA31T est désigné commercialement : Piper Cheyenne II. C'est un bimoteur léger, à hautes performances, pressurisé et équipé de deux turbopropulseurs PT6-A28. Sa masse maximale au décollage est de 4 082 kg.

Le OE-FKG était équipé de six sièges. Sa capacité totale en carburant de 1 385 litres lui assurait une autonomie d'environ 4 h 30 de vol (conditions ISA, croisière 2 000 RPM, FL240).



Figure 1- avion OE-FKG

Cellule

Constructeur	Piper Aircraft Corporation USA
Type	PA-31T
Numéro de série	31T-8020036
Immatriculation	OE-FKG
Mise en service	22 août 1986
Certificat de navigabilité	OE-FKG/16-6/08 du 9 février 2009 valide au 6 février 2012
Utilisation à la date du 01/10/2011	7 300 hdv et 5434 cycles

1.6.2 Les vitesses

Vitesses caractéristiques utiles pour la compréhension de l'accident

	kt(IAS)
Vitesse maximale volets à 15° VFE	181
Vitesse maximale volets à 40° VFE	148
Vitesse maximale d'extension du train d'atterrissage VLO	153
VMCA plus petite vitesse à laquelle l'avion est contrôlable avec le moteur critique en panne, sans passage du drapeau et sans volets ⁽²⁾ ,	91
Vitesse de décrochage dans les conditions du jour volet 40°	75

⁽²⁾Conditions décrites dans le manuel de vol de l'avion.

Sur un avion bimoteur lorsqu'un moteur est en panne, le moment en lacet généré par la traction asymétrique doit être contrôlé par une action du pilote sur les commandes, principalement les palonniers.

Lorsque la vitesse de l'avion diminue, l'effet aérodynamique sur la dérive et la gouverne de direction décroît et la déflexion du palonnier doit augmenter. Il existe une vitesse (VMCA) en deçà de laquelle le pilote ne pourra plus empêcher la rotation en lacet, la gouverne de direction étant totalement braquée. Sa valeur a été démontrée lors d'essais en vol dans les conditions de centrage et de masse les plus défavorables, lorsque le moteur critique est en panne et que l'autre moteur délivre la puissance maximale.

1.6.3 Masse et centrage

Au moment de l'accident, la masse et le centrage de l'avion étaient dans les limites définies par le constructeur.

1.6.4 Moteurs

	Moteur Gauche	Moteur Droit
Constructeur	Pratt et Whitney Canada	Pratt et Whitney Canada
Type	PT6A-28	PT6A-28
Numéro de série	PCE52163	PCE 52178
Temps total de fonctionnement depuis installation	7 300 ⁽³⁾	7 300 ⁽³⁾
Temps de fonctionnement depuis révision générale	188 ⁽³⁾	209 ⁽³⁾
Type d'hélice	HC-B3TN-3B	HC-B3TN-3B
Numéro de série de l'hélice	BUA-19571	BUA-19569
Temps de fonctionnement hélice depuis la dernière révision	392 ⁽³⁾	392 ⁽³⁾

⁽³⁾Au 27/10/2011.

L'avion n'est pas équipé d'un système de mise en drapeau automatique.

1.6.5 Procédures d'urgence en cas de panne d'un moteur

Le manuel de vol comporte les procédures suivantes :

- ENGINE FAILURE DURING FLIGHT (Above 91 kt)
Cette procédure demande notamment d'atteindre la vitesse de 113 kt et de maintenir le contrôle directionnel.
- SINGLE-ENGINE APPROACH AND LANDING
Cette procédure demande notamment d'accomplir la procédure de mise en drapeau du moteur en panne, de positionner les volets en configuration approche (15°), d'afficher la vitesse de 113 kt, de sortir le train puis de sortir les volets en position « full down » « lorsque l'atterrissage est assuré ».

Une note du constructeur attire l'attention des équipages sur le fait qu'une remise des gaz ne peut pas être entreprise si la vitesse de l'avion est inférieure à 113 kt ou si les volets sont sortis à 40°.

1.6.6 Maintenance

La dernière visite programmée était de type « Event 1 », effectuée du 19 au 28 octobre 2011 au 28/10/2011 à 7 300 hdv et 5 434 cycles.

Dans le cadre de cette visite, des opérations d'inspection et de lubrification ont été effectuées sur les hélices. Concernant les moteurs, des contrôles ont été effectués sur les systèmes suivants :

- inspection circuit d'allumage ;
- nettoyage des filtres air et carburant ;
- inspection du circuit carburant ;
- circuit dégivrage ;
- niveau d'huile ;
- inspection du filtre à air P3 (alimentation air vers le FCU) ;
- contrôle des performances des moteurs (aucune anomalie n'a été mise en évidence au cours de ce contrôle).

L'Air Data Computer KDC 380 et le Flight Computer KCP 320 ont été révisés.

1.7 Renseignements météorologiques

1.7.1 Situation générale

La situation se caractérisait par un flux de sud-est, humide mais faiblement perturbé. Le vent était faible.

Les conditions estimées sur le site étaient les suivantes :

- vent 100 à 120°, 2 kt maximum 4 kt ;
- 2/8 de stratus à 600 ft, 4/8 de strato-cumulus à 1 300 ft et 7/8 de strato-cumulus à 2 000 ft ;
- pas de phénomène significatif ;
- visibilité : 9 000 mètres ;
- température : 14 °C ;
- point de rosée : 13 °C ;
- altitude de l'iso 0° C : 3 000 m ;
- QNH : 1023 hPa.

1.7.2 Observations météorologiques de 20 h 30

Le METAR de LFBO était le suivant :

LFBO 282030Z 08003KT 9000 FEW006 SCT016 BKN026 14/13 Q1023 NOSIG=

1.7.3 Enregistrement ATIS

- information U enregistrée à 18 h 25 min ;
- pistes en service 14 ;
- approche ILS piste 14R ;
- piste 14L utilisée au décollage ;
- itinéraire de départ 5A ;
- niveau de transition 50 ;
- vent calme ;
- visibilité 10 km ;
- nuages épars 600 ft, fragmentés 2300 ft ;
- température + 14 °C point de rosée +13 °C ;
- QNH 1023 QFE 1005.

1.8 Aides à la navigation

Le pilote a bénéficié d'un guidage radar en vue d'une approche ILS pour la piste 14R.

Les enregistrements de maintenance de l'ILS n'ont révélé aucun dysfonctionnement.

1.9 Télécommunications

Les communications radio entre le pilote et le contrôleur d'approche de Toulouse ont été enregistrées. Seuls les extraits suivants sont pertinents dans le cadre de l'enquête.

Entre 19 h 27 min 39 s et 19 h 27 min 59 s, en raison de l'arrivée imminente d'un avion de ligne, le contrôleur et le pilote communiquent au sujet de la vitesse d'approche du OE-FKG :

Contrôleur : - Oscar Kilo Golf say your speed?

Pilote : - Euuuh ... two....Two three zero () Kilo Golf*

Contrôleur : - Oscar Kilo Golf for time being maintain two three zero knots if you can

Pilote : - I will try (as long as I can) Oscar Kilo Golf

A 19 h 32 min 41 s, le pilote annonce :

Pilote : - Oscar Kilo Golf [...], just a moment I have a problem with one

Ce message constitue le dernier échange avec le contrôleur.

1.10 Renseignements sur l'aérodrome

L'aérodrome de Toulouse-Blagnac dispose de deux pistes revêtues parallèles orientées 14/32 et décalées de 1 150 mètres au seuil 14. La piste 14R/32L d'une longueur de 3 500 mètres se trouve au sud de la piste 14L/32R d'une longueur de 3 000 mètres. Les deux pistes ont une largeur de 45 mètres. L'altitude de référence de l'aérodrome est de 499 ft.

La piste 14R, utilisée pour l'atterrissage lors de l'accident, est équipée d'un ILS et d'un dispositif lumineux d'approche de précision. Ce dispositif comprend une rampe d'approche composée de feux à éclats séquentiels, d'une longueur de 870 mètres, située entièrement à l'intérieur de l'emprise de l'aérodrome, d'un balisage haute intensité du seuil de piste et de la zone de touché ainsi que d'un balisage lumineux axial codé.

Les secours sont situés à environ 2 000 mètres du seuil de piste 14R.

1.11 Enregistreurs de bord

L'avion n'était pas équipé d'enregistreurs de vol. La réglementation ne l'impose pas.

1.12 Renseignements sur l'épave et sur l'impact

1.12.1 Examen du site

L'épave principale est groupée et partiellement brûlée. Elle se situe à environ 40 mètres à droite de l'axe de la rampe d'approche et à 640 mètres de l'extrémité de la piste 14R. Elle s'est immobilisée sur le dos suivant un cap magnétique 270°.



Figure 2 - site de l'accident

1.12.2 Examen de l'épave

L'avion est en configuration atterrissage. L'hélice et le réservoir externe gauche reposent à une quinzaine de mètres en amont de l'épave principale indiquant, comme les déformations de la voilure gauche, que cette dernière a heurté le sol en premier. Les volets étaient sortis symétriquement à 40°. L'absence de trace sur le train d'atterrissage complètement sorti indique que l'avion a percuté le sol sur le dos lors de ce premier impact. Son assiette longitudinale était d'approximativement de 20° vers le sol. Des traces de glissade sur l'avant de la cabine sont visibles sur une vingtaine de mètres suivant un axe orienté au 165°.

Un feu postérieur à l'impact s'est déclaré sur la voilure gauche (bord d'attaque et extradors) ainsi que sur l'avant de la cabine. La planche de bord a été très endommagée par le feu.

La cinématique des commandes de vols était continue.

Le palonnier droit est enfoncé à droite. La gouverne de direction était braquée à droite lors de l'impact et le compensateur de lacet était positionné vers la gauche.

La check-list « *EMERGENCY PROCEDURES* » est retrouvée à proximité du siège passager, ouverte à la page « *ENGINE INOPERATIVE PROCEDURES* ».

1.13 Renseignements médicaux et pathologiques

Les analyses pratiquées sur les occupants de l'avion n'ont pas mis en évidence d'élément susceptible d'expliquer l'accident.

1.14 Incendie

Un témoin au sol indique qu'il n'a pas observé de fumée ni de flammes pendant l'approche finale de l'avion. L'incendie est consécutif à l'accident.

1.15 Questions relatives à la survie des occupants

1.15.1 Survie

Les occupants des places avant sont décédés à l'impact.

Les pompiers de l'aéroport ont porté assistance aux passagers des places arrière. Ils étaient inconscients et allongés sur le sol (plafond de la cabine). Leurs ceintures de sécurité n'étaient pas attachées. Ils ont tous deux succombé, quelques heures après l'accident, à une intoxication provoquée par l'inhalation des fumées de l'incendie.

1.15.2 Nombre de personne à bord

Lorsqu'un pilote dépose un plan de vol, il peut remplir les informations relatives au nombre de personnes à bord en case 19. Cette information est alors disponible via l'organisme de la circulation aérienne auprès duquel le plan de vol a été accepté ou, dans le cas des FPL IFR, auprès de l'IFPS (*Integrated initial Flight plan Processing System*). En revanche, les organismes sur la route et à destination ne disposent pas des informations contenues dans la case 19 et notamment du nombre de personnes à bord. Ces informations peuvent faire l'objet d'une requête spécifique (RQS) auprès du BRIA de rattachement de l'aérodrome de départ ou directement auprès de l'IFPS. Une réponse automatique est alors obtenue par un message (SPL) avec le contenu de la case 19.

Dans le cas de l'événement, lors de l'intervention des secours, certains indices pouvaient laisser penser qu'une cinquième personne était présente à bord. Tous les moyens ont été mis en œuvre afin de la retrouver et une demande des secours a été adressée à l'organisme de contrôle de Blagnac afin de disposer de l'information déclarée dans le plan de vol déposé.

La confirmation de la déclaration, dans la case 19 du FPL, de la présence de quatre occupants est intervenue environ deux heures après l'accident et a mis fin aux recherches.

Cette procédure d'interrogation (RQS) n'a pas été mise en œuvre le jour de l'accident et les responsables des recherches ont accédé téléphoniquement à ces informations, avec délai.

En France, tout pilote d'un aéronef qui contacte un organisme de la circulation aérienne militaire se voit interrogé, lors du premier contact radio, quant au nombre de personnes à bord. Cette pratique permet d'optimiser les délais de recherche et sauvetage, indépendamment du régime de vol (IFR ou VFR) ou du dépôt d'un plan de vol.

Cette pratique n'est pas exigée par le règlement de la Circulation Aérienne et n'est pas systématique lors d'échanges radio entre les pilotes et les organismes de contrôle de la navigation aérienne civile.

1.16 Essais et recherches

Les données du radar secondaire de Toulouse ont été exploitées afin de reconstituer les cinq dernières minutes de la trajectoire de l'avion. Les évolutions d'altitude et de vitesse sol ont été analysées.

1.16.1 Trajectographie

Le pilote est en contact avec l'approche de Toulouse-Blagnac. L'avion est à 3 000 ft, après être descendu progressivement depuis le FL80, avec une vitesse annoncée de 230 kt.

A 19 h 27 min 53 s, le contrôleur demande au pilote de maintenir cette vitesse le plus longtemps possible. Le pilote lui répond positivement.

A 19 h 28 min 16 s, le pilote est autorisé à l'approche ILS en piste 14R. Il bénéficie d'un guidage radar.

A 19 h 29 min 47 s, le pilote contacte la Tour.

A 19 h 30 min 19 s (point ❶), l'avion capture l'axe de l'ILS (LOC) avec un léger dépassement. La vitesse sol moyenne est de l'ordre de 230 kt.

A 19 h 30 min 44 s (point ❷), l'avion intercepte le plan de descente (G/S) et le suit. La vitesse sol moyenne est de l'ordre de 185 kt.

A 19 h 32 min 02 s, le pilote est autorisé à atterrir. Le vent rapporté est calme.

Entre 19 h 32 min 23 s (point ❸) et 19 h 33 min 02 s, l'avion passe à 1 470 ft d'altitude puis remonte légèrement. Sa vitesse sol moyenne diminue de 185 kt à environ 80 kt en une quarantaine de secondes. Pendant cette période, l'avion passe au-dessus du plan de descente.

A 19 h 32 min 41 s (point ❹), le pilote annonce « ... *just a moment I have a problem with one ... (*)... (*)...* ». La pente de descente de l'avion s'accroît, il passe alors sous le plan de descente.

Le dernier contact radar est daté à 19 h 33 min 57 s au point ❺. Un dernier message inaudible est émis par le pilote.

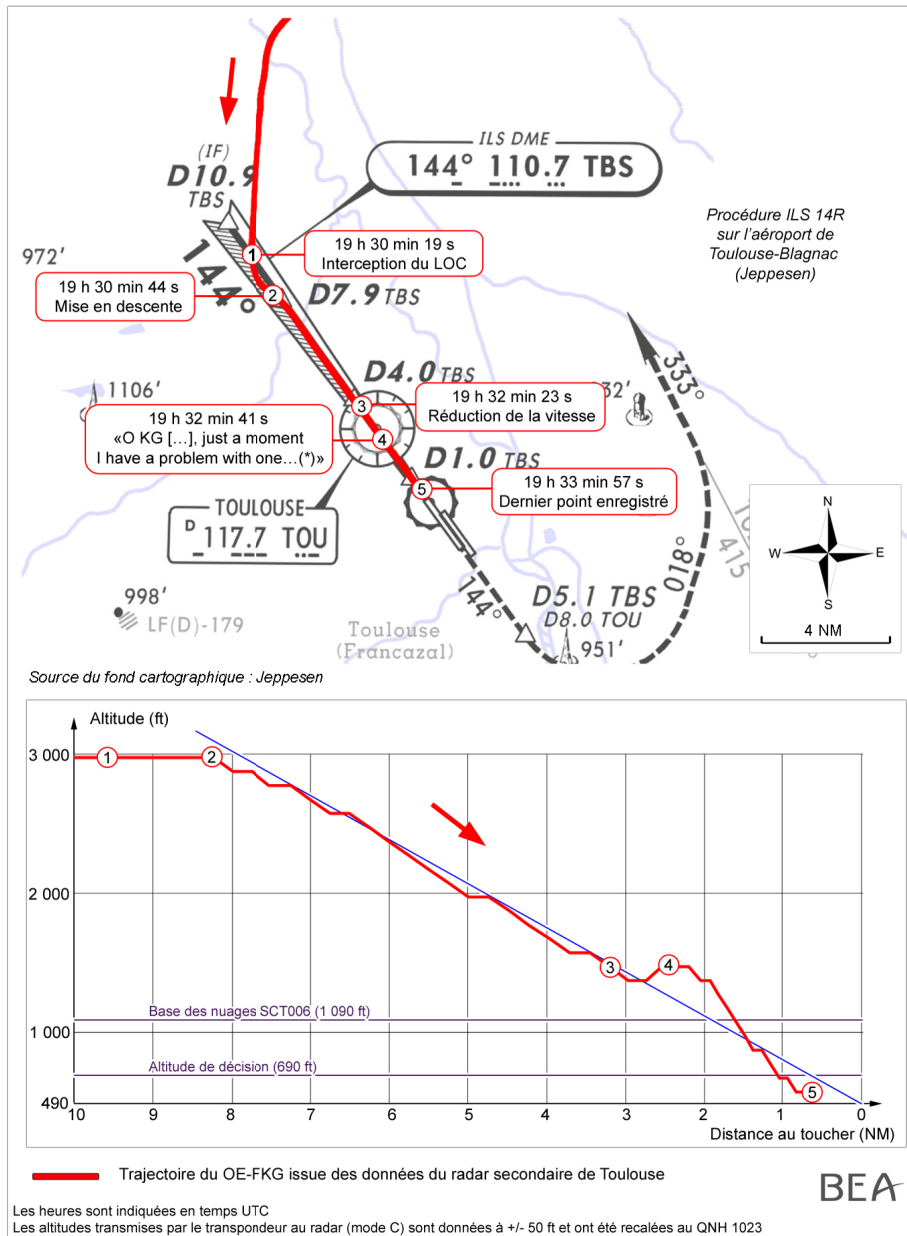


Figure 3- trajectoire d'approche du OE-FKG

Bien qu'il ne s'agisse pas d'un règlement, les critères de stabilisation d'une approche IFR sont généralement fixés à 500 ft en conditions de vol à vue et 1 000 ft en IMC.

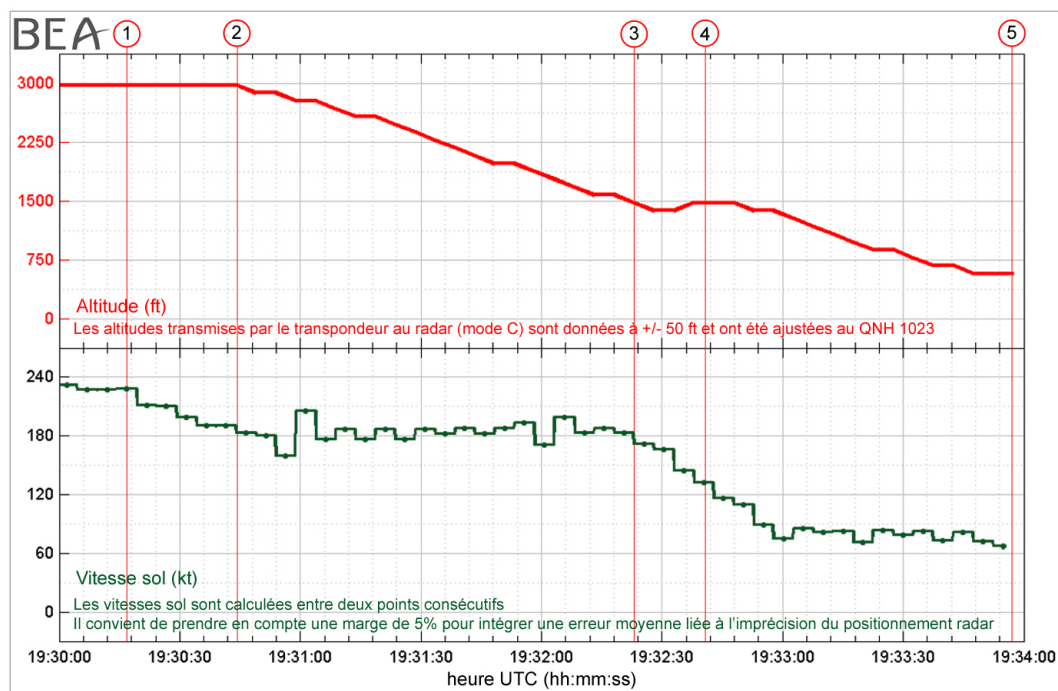


Figure 4- trajectoire d'approche du OE-FKG- Profil vertical et vitesse sol

1.16.2 Analyse des données radar

La précision des informations d'altitude ne permet pas une analyse fine de la capture du LOC, puis de la mise en descente de l'avion. Toutefois, les variations d'altitude et le dépassement de l'axe d'approche sont cohérents avec une interception sous pilote automatique, compte tenu de la vitesse élevée.

1.16.3 Analyse spectrale des bandes ATC

Six messages sont perçus en provenance de l'OE-FKG sur la fréquence d'approche entre 19 h 16 min 00 s et 19 h 29 min 35 s, suivis de quatre messages sur la fréquence tour entre 19 h 29 min 40 s et 19 h 34 min 00 s. Sur ce total de dix messages reçus, six présentent des informations spectrales bien marquées appartenant aux groupes motopropulseurs (spectre hélices). L'analyse de ces informations permet de déduire une vitesse de rotation des hélices comprise entre 1 850 et 1 860⁽³⁾ tr/min.

La taille relativement réduite des enregistrements du bruit ambiant dépourvu de voix n'a pas permis de mettre en évidence un dysfonctionnement mécanique associé à l'un ou l'autre des moteurs.

1.16.4 Examen des moteurs

Les examens ont été effectués en trois phases :

- 1. Examen des moteurs à DGA EP puis dépose de certains équipements des moteurs 1 et 2 pour examen et passage au banc d'essai chez PWC. Examen des hélices à DGA EP.

⁽³⁾La plage de régulation normale est comprise entre 1 800 et 2 000 tr/min.

- ❑ 2. Examen et passage au banc d'essai des équipements suivants par PWC :
 - a. Fuel Control Unit
 - b. Fuel Pump
 - c. Start Flow control Unit
 - d. Propeller Governor
 - e. Overspeed Governor
- ❑ 3. Examen de certains câblages électriques du moteur droit effectué par DGA EP. Cet examen avait pour but de déterminer la présence d'éventuels⁽⁴⁾ endommagements qui auraient pu conduire à une activation des vannes de mise en drapeau ou à une mise de régulation vers le ralenti vol.

⁽⁴⁾Un responsable d'unité d'entretien qui assurait la maintenance d'un PA31T a fait part de certains problèmes qui conduisaient à la mise en régulation vers le ralenti du moteur.

Phase 1 : travaux effectués sur les moteurs par DGA EP

Les examens des deux ensembles propulseurs ont permis d'établir les faits suivants :

- ❑ le groupe turbopropulseur gauche fonctionnait et délivrait une puissance supérieure à celle du turbopropulseur droit lors de l'impact avec le sol ;
- ❑ un mélange d'huile pour turbomachine et de carburant a été identifié dans la ligne de régulation d'air P3⁽⁵⁾ provenant du FCU du moteur droit ;
- ❑ les endommagements constatés sont la conséquence de l'accident ou de l'incendie survenu après l'impact.

⁽⁵⁾Cette ligne est normalement sèche.

Phase 2 : travaux effectués par PWC

L'examen des différents équipements listés au point 2 ci-dessus a permis d'établir qu'ils fonctionnaient conformément aux spécifications.

Le carburant prélevé était conforme aux spécifications d'utilisation.

Phase 3 : inspection complémentaire de certains circuits électriques du moteur droit par DGA EP

Les examens ont consisté à inspecter des fils électriques des deux harnais cheminant de l'arrière du groupe turbopropulseur vers l'avant. Les fils électriques endommagés (gaine endommagée, trace d'échauffement) ne concernent pas le circuit électrique des vannes de mises en drapeau.

Cependant, il a été constaté des traces d'échauffement sur certains fils qui se situaient à l'intérieur du marouflage de couleur orange sans trace d'échauffement extérieur visible. Ces endommagements ne sont pas consécutifs à l'incendie post impact.

Conclusion partielle

Le moteur gauche fonctionnait et délivrait une puissance supérieure à celle du moteur droit lors de l'impact avec le sol.

Les examens réalisés sur les systèmes de régulation et les équipements n'ont pas permis d'expliquer la raison de cet écart de puissance.

La présence de fluide a été constatée dans la ligne de régulation d'air sans qu'il ait été possible d'en identifier la provenance.

Les deux hélices étaient dans leur plage de régulation proche du petit pas indiquant que la commande de mise en drapeau n'a pas été sollicitée sur le moteur droit.

1.17 Renseignements sur les organismes et la gestion

L'organisme de formation (FTO) qui a dispensé l'instruction en vue du renouvellement de la qualification de type PA31T a déposé auprès de son autorité un programme de formation conforme à celui prévu par la réglementation FCL. Il comportait quatre jours d'instruction théorique et six sessions d'instruction en vol pour un total minimal de dix heures. Le programme de renouvellement est identique à celui d'une première délivrance.

Le dossier de formation du pilote a été archivé et comporte le détail des séances d'instruction. Ce dossier a été comparé au carnet de vol du pilote.

La session 4 aborde le vol monomoteur et notamment l'approche de précision interrompue en monomoteur, l'approche de précision monomoteur en vue de l'atterrissage et l'atterrissage monomoteur.

La session 5 comporte des révisions des items abordés lors des sessions 3 et 4, tels que l'atterrissage monomoteur.

Au cours de cette formation, le pilote a enregistré environ vingt heures de vol avec un instructeur, dont environ quatorze sur des étapes de deux heures et plus. Tous⁽⁶⁾ les vols ont été enregistrés en IFR dans son carnet de vol.

Les sessions 4 et 5 ont été effectuées le 20 juin 2011, au cours de deux étapes Toulouse-Kassel et retour, d'une durée respective de 3 h 09 et 3 h 34. Les trajectographies radar de l'arrivée et de départ de Toulouse-Blagnac ont pu être analysées. Compte tenu de la durée, les exercices prévus dans ces séances ne peuvent pas y avoir été réalisés.

1.18 Renseignements supplémentaires

1.18.1 Formation à la qualification de type – JAR FCL

Le PA31T relève de la classification avion monopilote multimoteurs hautes performances, pour laquelle le règlement JAR FCL prévoit une qualification de type. Cette formation doit être dispensée par un FTO ou un TRTO. Le contenu de la formation est défini par le JAR-FCL 1.261 complété par l'AMC 1.261 (c)2. La liste des exercices qui doivent être réalisés dans le cadre de la délivrance de cette qualification de type est définie à l'appendice 3 du JAR-FCL 1.240. L'exercice de panne moteur y est spécifiquement abordé lors du décollage. Le vol asymétrique simulé est un exercice qui peut être combiné à d'autres.

Le candidat à ce type de qualification (HPA) doit répondre à des conditions supplémentaires définies par le JARFCL 1.251 (et appendice 1 au JARFCL 1.251).

L'appendice 1 au JAR-FCL 1.261(a), complétée par l'AMC FCL 1.261(a), prévoit les sujets qui doivent être couverts par la formation théorique en vue de la délivrance de la qualification de type. L'AMC FCL 1.261 (a) prévoit de traiter de la VMCA dans les chapitres 2.1.2 limitations et 3.1 performance.

⁽⁶⁾L'instructeur précise qu'il a enregistré 2 h 30 de vol en VFR dans son carnet de vol.

1.18.2 Formation à la qualification de type – PART FCL « AIRCREW »

Le PA31T est considéré comme avion monopilote, complexe, hautes performances dans le règlement européen Part FCL qui prévoit qu'il soit traité comme un avion multi-pilotes. Or, ce règlement est adapté à la réalisation des exercices sur simulateur. Les modèles d'avions multi-pilotes disposent, pour la plupart d'entre eux, de simulateurs de vols permettant la réalisation de ces exercices. A l'inverse, les simulateurs pour avions monopilote complexes à hautes performances, tel le PA31T, sont peu courants ou inexistant.

L'AMC 2.ORA.ATO.125 précise que la formation en vol effectuée exclusivement sur avion, sans utiliser de simulateur de vol, ne couvre pas toutes les opérations anormales et d'urgence requises pour la formation et l'épreuve pratique d'aptitude pour la qualification de type. Dans de tels cas, les ATO doivent démontrer à l'autorité compétente qu'une formation adéquate sur ces aspects est délivrée par d'autres moyens.

D'autre part, la formation sur avion implique des délais de mise en place inhérents à la réalisation d'une situation de vol acceptable. Il peut s'agir de contraintes ATC, de retards dus au trafic au sol avant le décollage, de la nécessité de rejoindre des altitudes de sécurité pour la réalisation des exercices ou des zones de formation appropriées. Il peut s'agir de repositionner physiquement l'aéronef ou répéter des manœuvres ou des approches aux instruments. Dans ce cas, l'autorité compétente veille à ce que le programme de formation soit adapté à ces aléas et qu'il contienne le quota d'heures minimum requis pour la formation. Enfin, les risques liés à l'exécution de certains exercices de panne en vol réel, et notamment ceux qui impliquent une traction dissymétrique, peuvent conduire à restreindre les phases de vols où ils peuvent être exécutés, voire à réduire le nombre d'exercices réalisés.

En 2010, un BE90 s'est écrasé dans le sud de la France tandis que le pilote réalisait un exercice de panne.

De plus, le programme de formation pour le vol asymétrique au décollage ou en approche n'est pas détaillé pour un avion monopilote complexe, hautes performances, tel que le PA31T alors qu'il l'est pour un avion monopilote non complexe.

1.18.3 Témoignages

Un témoin indique qu'il a observé l'approche de l'avion et l'a vu virer brutalement à droite et en descente. Il précise qu'il n'a pas vu de flammes pendant l'approche finale et qu'il n'a pas vu l'impact avec le sol.

Examen d'une vidéo

L'examen d'un enregistrement vidéo d'une caméra filmant des installations de l'aéroport permet d'apercevoir le phare d'atterrissage de l'avion lorsqu'il est en approche. Cette vidéo est prise face à l'approche finale. Elle montre une déviation brutale du halo lumineux du phare vers la gauche de l'écran, c'est-à-dire une trajectoire de l'avion vers la droite, associée à une chute rapide vers le sol. La hauteur estimée de l'avion juste avant sa chute est de 150 ft en considérant qu'il suit le plan de descente. Cette hauteur est perdue en environ une seconde.

1.19 Techniques d'enquête utiles ou efficaces

Un vol de mise en situation en PA31T a été réalisé le 24 août 2012 afin de valider l'exploitation des données radar ayant servi à l'élaboration du profil vertical de descente. Les enquêteurs du BEA ont établi un programme de vol afin de déterminer, par comparaison, la configuration de l'avion en fonction des performances observées. Trois approches ont été réalisées au cours desquelles les configurations et vitesses d'approche ont été modifiées.

Les objectifs suivants ont été fixés :

- ❑ simuler une arrivée rapide (190 kt) sur l'axe de ILS sous PA et vérifier si un dépassement de l'axe est possible pour déterminer si l'approche du vol de l'accident a été débutée sous PA ou non ;
- ❑ établir les pré-affichages moteurs lors d'une descente à vitesse constante (180 kt) sur un plan à 5 % ;
- ❑ constater les effets du changement de configuration (sortie volets 15° et sortie du train d'atterrissage) lors d'une descente sous PA pour les comparer au profil vertical radar du OE-FKG ;
- ❑ constater les effets du changement de configuration (sortie volets 15° et sortie du train d'atterrissage) lors d'une descente en pilotage manuel ;
- ❑ établir un profil de gestion de la puissance pour obtenir une décélération de 175 kt vers 90 kt (temps compris entre 25 et 30 secondes) sur un plan de descente à 5 %.

L'avion a été équipé de deux récepteurs GNSS portables et d'un enregistreur vidéo léger. Les données enregistrées par les trois calculateurs et les données radar du vol ont été exploitées.

1.19.1 Première approche

La première approche a consisté en une approche ILS décelérée (à partir de 190 kt) conduite selon les standards enseignés par le pilote instructeur :

- interception de l'axe de l'ILS ;
- réduction progressive de la puissance ;
- sortie des volets 15° ;
- interception et suivi du plan de descente ;
- sortie du train d'atterrissage ;
- sortie des volets 40° ;
- ajustement de la puissance pour maintenir la vitesse.

La sortie des trainées a eu lieu aux VFE du manuel de vol.

La première approche a montré que l'interception de l'axe de l'ILS (LLZ), PA engagé⁽⁸⁾ avec une vitesse de 190 kt, ne causait pas de dépassement de l'axe.

⁽⁸⁾Le PA du vol de l'accident était différent de celui de l'avion utilisé pour les vols de mise en situation.

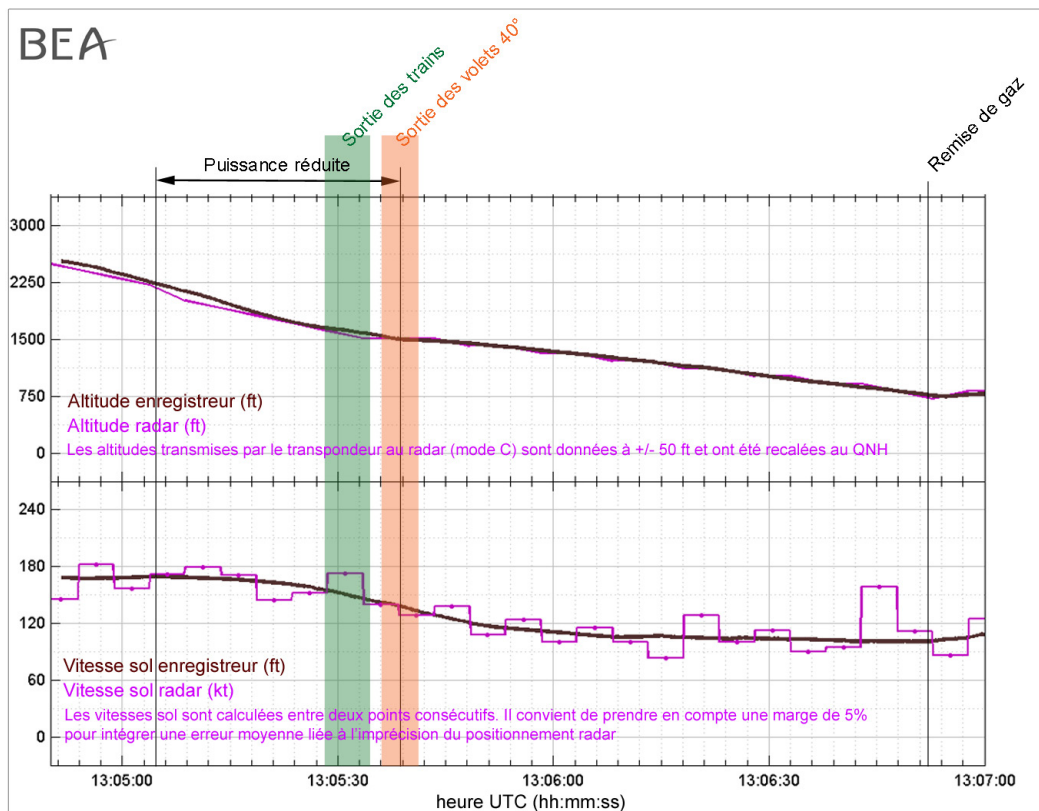


Figure 5- Première approche

1.19.2 Deuxième approche

La deuxième approche visait à reproduire l'approche ILS décélérée du vol de l'accident en partant d'une interception de l'axe de l'ILS à environ 190 kt sous PA et en visant une vitesse finale de l'ordre de 90 kt.

La décélération a été retardée de façon à intercepter et suivre le plan de descente à la vitesse de 185 kt. La puissance du moteur a été ajustée. La réduction a débuté au passage des 1 000 ft sol et la sortie des traînées a été conforme aux VFE du manuel de vol.

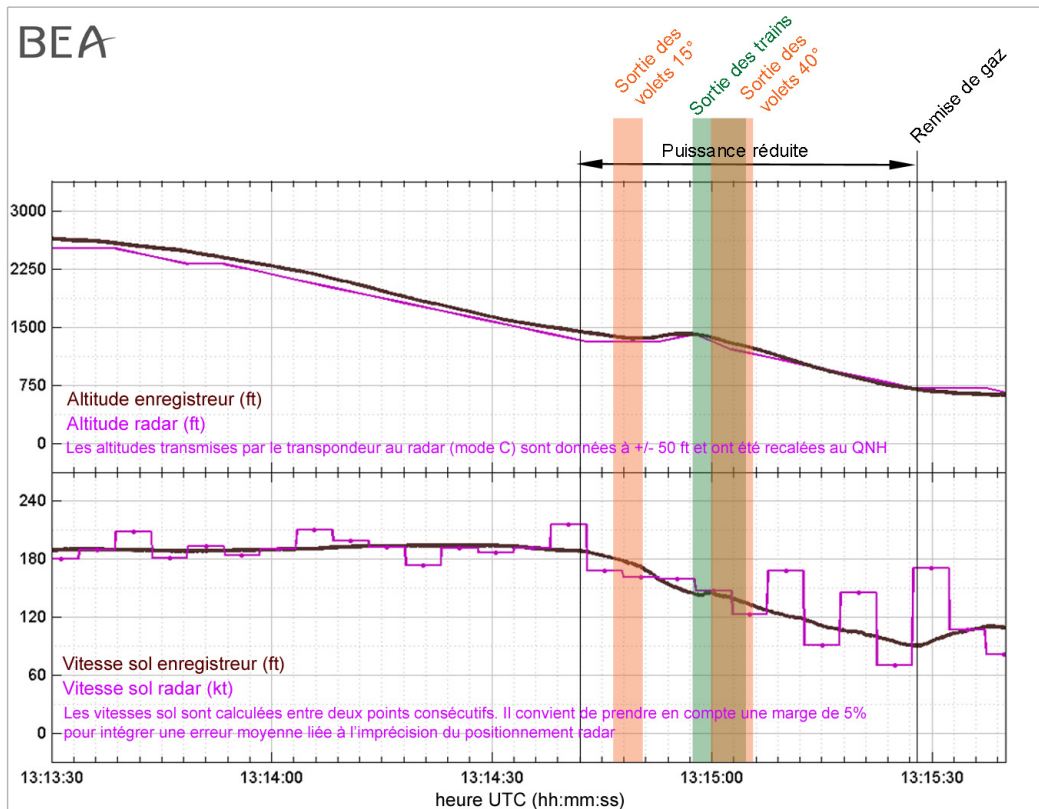


Figure 6 - seconde approche

1.19.3 Troisième approche

La troisième approche a été conduite de manière identique à la deuxième mais en pilotage manuel. Une action à piquer sur le trim a été nécessaire afin de déduire les efforts aux commandes. La phase de décélération et de sortie des traînées a été chronométrée afin de la comparer au vol de l'accident.

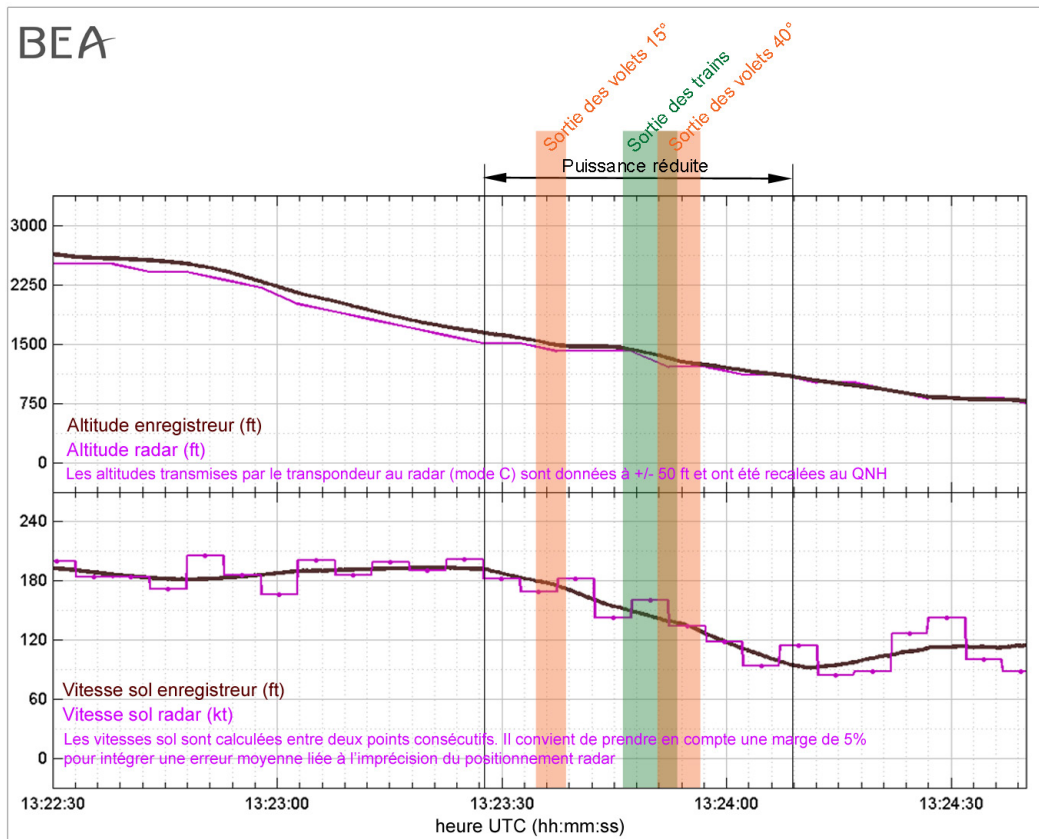


Figure 7 - troisième approche

1.19.4 Exploitation des résultats

Le vol de mise en situation s'est déroulé dans des conditions de performances proches de celles de l'accident. Il a montré que :

- l'exploitation des enregistrements radar permet une exploitation fiable de la vitesse sol ;
- sous PA, l'interception du LOC à la vitesse de 190 kt ne génère pas de dépassement détectable sur l'indicateur de bord (HSI) ou dans les données radar ;
- la poursuite de la descente à 180 kt nécessite un torque de 600 lbs (40 %) en bimoteur. Il serait impossible de ne pas remarquer une asymétrie de traction si la panne d'un moteur survenait pendant cette phase ;
- lors d'une arrivée rapide (>165 kt), la sortie des volets 15° génère un couple cabreur que, ni le PA, ni le pilotage manuel au travers du compensateur ne permet de compenser suffisamment rapidement pour éviter une échappée au-dessus du plan de descente ;
- l'avion continue à décélérer à la sortie des volets 40° ;
- la séquence de réduction de vitesse de 180 kt vers 90 kt et de sortie des traînées aux VFE du manuel de vol dure 45 secondes. Pour réduire cette durée, il est nécessaire de dépasser les vitesses maximales de sortie des traînées.

2 - ANALYSE

2.1 Puissance du moteur pendant l'approche

L'attitude de l'avion à l'impact, la diminution de la vitesse sol et l'enregistrement vidéo montrent que l'accident est la conséquence d'une perte de contrôle de la symétrie du vol.

Bien que les examens n'aient pas mis en évidence de dysfonctionnement des moteurs ou de leurs systèmes de régulation, ils ont révélé que le moteur droit délivrait une puissance inférieure au gauche au moment de l'impact. Cette asymétrie de traction peut expliquer le caractère asymétrique de la perte de contrôle.

Le dernier message du pilote indique qu'il rencontrait un problème. La différence de puissance observée entre les moteurs lors de l'impact pourrait être soit le résultat de la panne du moteur droit, soit celui d'une réduction volontaire de la part du pilote en réponse à une anomalie constatée sur les instruments.

La présence à bord de la check-list ouverte à la page traitant de la panne d'un moteur semble confirmer que le pilote était confronté à une anomalie d'un moteur.

La visite d'entretien « *Event 1* » effectuée avant le vol se limitait à des opérations simples sur les moteurs. Le contrôle de leurs performances n'avait révélé aucune anomalie. Les examens des moteurs n'ont pas permis de comprendre la nature, ni l'origine de l'anomalie.

Cependant, la panne d'un moteur en vol est prévue par les procédures. La suite de l'analyse s'attache donc à essayer de comprendre pourquoi le pilote n'aurait pas été en mesure de les appliquer.

2.2 Description de l'approche,

Stratégie d'arrivée

Le contrôleur d'approche a demandé au pilote s'il lui était possible de maintenir sa vitesse. Le pilote lui a confirmé qu'il la maintiendrait aussi longtemps qu'il le pourrait. Il a probablement été influencé par cette requête en ayant la volonté de ne pas gêner l'avion de ligne qui était numéro deux à l'approche et il a décidé de réaliser une approche rapide. Cet échange a eu lieu environ cinq minutes avant l'interception du localizer. Sa vitesse était d'environ 230 kt à l'interception du localizer et a régressé jusqu'à 185 kt lors de l'interception du glide. La réduction vers la vitesse permettant la sortie du train d'atterrissage a débuté peu avant 1 000 ft sol. Le pilote est à cet instant en condition IMC et, compte-tenu des conditions météorologiques, a vraisemblablement acquis des repères visuels au sol.

Cette approche ne satisfait pas à l'ensemble des critères de stabilisation : axe, plan, configuration, vitesse, vitesse verticale.

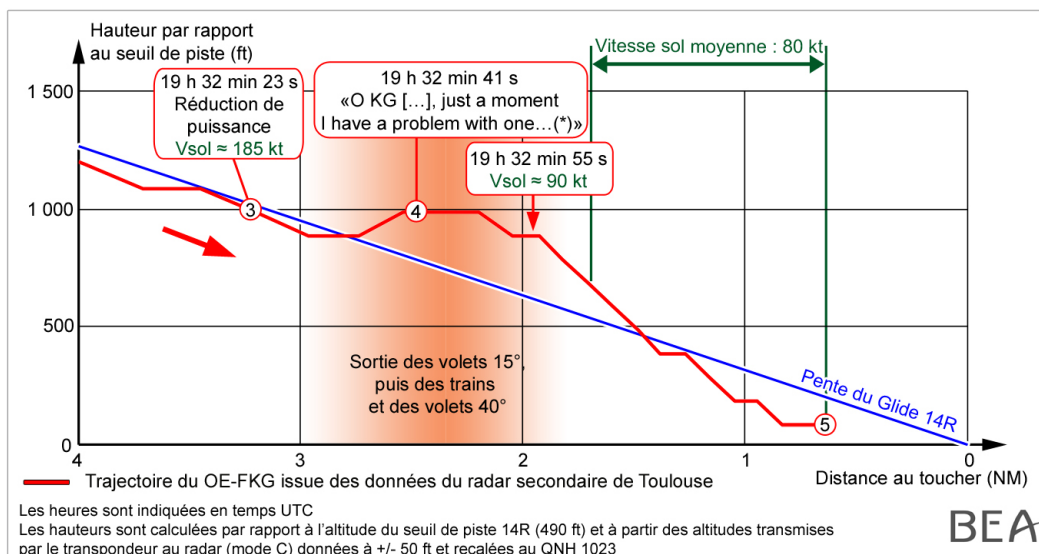


Figure 8 - séquençage probable de sortie des trainées lors de l'approche finale

Détection d'une anomalie

L'approche a été conduite à vitesse élevée jusqu'à environ 1 000 ft/sol. Le pilote a ensuite vraisemblablement réduit la puissance afin de passer en configuration approche et atterrissage, en séquence. La sortie des volets 15° confère à l'avion un moment cabreur qui, s'il n'est pas immédiatement contré, conduit l'avion à s'écarter du plan de descente de l'ILS vers le haut.

C'est à ce moment qu'il a détecté et annoncé un comportement anormal. Il déclare alors au contrôleur : « *un moment... J'ai un problème avec un...* » et ne termine pas sa phrase. L'examen de l'épave n'a révélé ni sortie dissymétrique des volets, ni sortie partielle du train d'atterrissage, ni rupture des commandes de gauchissement. En conséquence, ce comportement est probablement en rapport avec un dysfonctionnement du moteur droit. Le pilote a été confronté à une augmentation considérable de sa charge de travail et a dû simultanément effectuer les actions relatives au traitement de cette anomalie, rejoindre le plan de descente de l'ILS et surveiller sa réduction de vitesse.

Une asymétrie, s'il elle était intervenue avant la réduction de puissance, aurait été détectable compte-tenu de la puissance nécessaire au maintien de la vitesse. A partir de cet instant et jusqu'à une augmentation significative de puissance, la détection est moins évidente.

La détection puis le traitement de l'anomalie n'ont pas conduit le pilote à considérer l'interruption de l'approche, ni ne lui ont permis de la stabiliser.

Il est impossible de dire si le passage des volets vers la position atterrissage est intervenu avant ou après la détection de l'anomalie, ni de savoir quelle était la vitesse de l'avion à ce moment-là (comprise entre 125 et 90 kt). Outre l'application de la procédure monomoteur qui prévoit la mise en drapeau, le manuel de vol précise qu'il n'est plus possible d'envisager l'interruption de l'approche, si la vitesse passe sous 113 kt ou que les volets sont sortis en position 40°.

En cas de survenue d'un problème de symétrie moteur, et plus particulièrement lors des phases de vol à proximité du sol, les actions doivent être connues par cœur et restituées rapidement. L'entraînement des pilotes privés ne permet pas une mécanisation suffisante du traitement de cette panne rare. La surprise engendrée par celle-ci vient s'ajouter aux temps de détection et de réaction.

Choix de la configuration atterrissage

La séquence de sortie des trainées a été dynamique compte-tenu de la décélération rapide enregistrée. Les sorties des volets 15°, du train et des volets 40° ont probablement été effectuées en séquence comme l'a montré le vol de simulation. L'anomalie a été détectée pendant la séquence.

La trainée induite par la sortie des volets 40° a dégradé les performances, rendu impossible toute remise de gaz monomoteur et contribué à faire chuter la vitesse en dessous de celle préconisée par le constructeur (113 kt). La vitesse a diminué vers 90 kt puis est devenue inférieure à la VMCA en s'approchant de la vitesse de décrochage, ce qui ne permettait plus d'atteindre la piste dans cette configuration de volets.

Suivi de la vitesse

Le fait d'évoluer avec une forte assiette à piquer afin de revenir sur le plan de descente idéal n'a pas dû inciter le pilote à augmenter significativement la puissance pour accélérer. De plus, la configuration atterrissage s'opposait à l'accélération de l'avion. Or, dès qu'il a rejoint le plan de descente, il lui a vraisemblablement fallu augmenter à nouveau la puissance de manière significative afin de le suivre. La trajectographie montre que le maintien du plan n'a pas été possible. L'asymétrie engendrée par l'augmentation de puissance était probablement importante dans cette configuration. Plus la vitesse est faible et plus la dissymétrie est grande, plus le contrôle nécessite des actions de grande amplitude et des efforts importants sur les commandes. Le pilote aurait pu éprouver des difficultés pour contrôler l'avion, jusqu'à perdre le contrôle. Le taux de chute constaté sur la vidéo ainsi que l'attitude et la position de l'avion à l'impact conforte l'hypothèse d'un décrochage asymétrique par la droite.

Après la détection de l'anomalie, la solution la plus sûre qui s'offrait au pilote était de maintenir une pente lui permettant d'accélérer vers la vitesse de 113 kt en négligeant le plan de descente standard matérialisé par le glide. Cette décision était d'autant plus difficile à prendre que le pilote évoluait vraisemblablement avec des repères visuels extérieurs partiels. Dès lors, il était improbable que l'avion puisse rejoindre la piste.

Fascination sur l'objectif

La proximité du seuil de piste, renforcée par la présence d'une rampe d'approche illuminée, a vraisemblablement conforté le pilote sur le fait qu'il était arrivé à destination et ne l'a certainement pas amené à douter du fait qu'il pouvait rejoindre la piste.

Dynamique de la séquence

Le temps compris entre la réduction initiale et l'instant où la vitesse est passée sous 90 kt est de 40 secondes. Pendant cette période, le pilote, seul pilote à bord, a dû faire face au traitement de l'anomalie moteur ainsi qu'au rattrapage de plan en IMC. Ces actions ont été réalisées au détriment du suivi rigoureux de la vitesse. Celle-ci a continué de décroître. Il ne lui était probablement plus possible d'accélérer ni d'envisager une interruption de l'approche.

2.3 Formation

2.3.1 Contenu de la formation réglementaire au regard de la VMCA

Le but de la formation n'est pas de refaire une démonstration de la certification conduisant à la détermination de la valeur de la VMCA mais de montrer à l'élève le comportement de l'avion en évolution avec une asymétrie maximale et la limite de l'efficacité de la gouverne de direction. En conséquence cet exercice devrait être réalisé avec le maximum de marge entre la VMCA et la V_s , soit en configuration atterrissage et en garantissant une marge suffisante de hauteur par rapport au sol. L'utilisation du simulateur doit être privilégiée lorsque celui-ci est disponible.

Les règlements en vigueur en Europe, à la date de l'accident, prévoyaient des cours théoriques et pratiques relatifs à la VMCA. Les exercices pratiques étaient systématiquement abordés lors d'un exercice de simulation de panne au décollage, à puissance maximale, avec une vitesse en augmentation. L'élève commençait par contrôler l'embarquée puis, la vitesse par ajustement de l'assiette de montée et appliquait la procédure d'urgence. L'importance que revêt le respect scrupuleux de la vitesse en approche finale en vol asymétrique n'y était pas explicite.

L'exercice est différent lors de l'approche puisqu'il nécessite un contrôle de la vitesse par ajustement de la puissance tandis que le contrôle de la trajectoire imposée (G/S) s'effectue par le contrôle de l'assiette longitudinale. Ce type d'exercice n'est pas souvent réalisé en instruction en vue de la délivrance de la qualification de type.

Si la puissance maximale est nécessaire alors que la vitesse passe sous la VMCA, alors le contrôle de l'asymétrie ne peut se faire qu'en regagnant de la vitesse au détriment du maintien du plan d'approche. Dans ce cas, le point d'aboutissement ne pourra être maintenu.

2.3.2 Inadaptation du programme de formation des avions multipilotes aux avions monopilote complexes hautes performances - PART FCL « AIRCREW »

Les avions rentrant dans cette catégorie sont nombreux à ne pas disposer de simulateur de vol. Or, le programme est construit pour être réalisé sur simulateur et de nombreux items ne sont pas réalisables en vol réel pour des raisons de sécurité.

A titre d'exemple, l'item 2.5.2 (Décollages avec panne moteur simulée entre V1 et V2) ne peut pas être réalisé en toute sécurité sans simulateur. L'item 2.5.1 (Décollages avec panne moteur simulée juste après avoir atteint V2) requiert la mise en drapeau immédiate ou la surveillance du système de mise en drapeau automatique. Cet exercice ne présente aucune difficulté au simulateur, en revanche la panne est systématiquement reproduite sur avion par une perte de puissance en réduisant la manette de puissance : les gestes sont mimés, les positions manettes ne reflètent pas la réalité et les actions ne sont pas menées à terme. Au cours de sa formation, le pilote n'effectuera jamais les actions réflexes sur les manettes comme il aurait à le faire en situation réelle.

Le règlement ne prévoit pas de solution pour les avions ne disposant pas de simulateur lors de l'homologation des formations proposées par les TRTO. Ces derniers ne l'appliquent donc pas et ne cherchent pas de solutions alternatives, malgré l'AMC 2. ORA.ATO.125 qui prévoit que lorsqu'un simulateur du type n'est pas disponible, les ATO devraient démontrer à l'autorité compétente qu'une formation adéquate est délivrée par d'autres moyens (utilisation d'un simulateur générique représentatif par exemple).

2.3.3 Formation suivie par le pilote

Le pilote a réalisé environ 20 heures de vol avec un instructeur. Plusieurs vols d'environ deux heures entre Linz, Lyon et Toulouse ont été comptabilisés en IFR dans le carnet de vol dans le cadre de la formation en vue de l'obtention de la qualification de type. L'instructeur précise que 2 h 30 de vol ont été réalisées en VFR.

Le programme de formation réglementaire est un programme minimal et celui effectivement dispensé doit être adapté, notamment en répétant autant que nécessaire les exercices correspondant aux compétences mal assimilées. Cependant, les organismes de formation peuvent difficilement imposer une formation dépassant significativement le contenu minimum réglementaire lorsque cela serait nécessaire tout en restant économiquement compétitives. Le pilote avait déjà obtenu une qualification sur ce même avion et était vraisemblablement à l'aise. Le régime de vol IFR est incompatible avec la plupart des exercices de maniabilité au programme de la qualification de type.

Le contenu pédagogique de certaines étapes longues est difficile à établir, surtout lorsqu'elles sont réalisées dans la même journée. Il semble que les besoins de l'activité professionnelle du pilote au moment de ces séances de formation et peut être son aisance sur un appareil qu'il avait déjà pratiqué aient pu influencer la nature des étapes planifiées au détriment du contenu des séances d'entraînement.

2.4 Indisponibilité de l'information relative au nombre de personnes à bord sur le plan de vol

Une procédure d'interrogation des informations contenue dans la case 19 du plan de vol existe. Cette procédure est connue des agents du BRIA mais semble méconnue des contrôleurs. La requête fait l'objet d'une réponse manuelle de la part de l'organisme sollicité. Le délai de réponse peut donc être variable et incompatible avec des opérations de recherche et sauvetage. Cette procédure n'est bien sûr applicable que dans le cas où un plan de vol a été déposé. De plus, l'information contenue en case 19 peut diverger du nombre de personnes réellement à bord et n'est pas contractuelle.

En ce qui concerne les vols commerciaux, des informations relatives aux passagers sont disponibles rapidement auprès de la compagnie aérienne. Il n'en est pas de même pour les vols non commerciaux.

A l'instar des pratiques des organismes de la Circulation Aérienne Militaire, une requête systématique du nombre de personne à bord, par le contrôleur au premier contact radio d'un vol non commercial, permettrait d'optimiser la fonction SAR au profit des pilotes qui souhaitent bénéficier de ce service en se signalant.

3 - CONCLUSION

3.1 Faits établis par l'enquête

- le pilote détenait les licences et qualifications requises pour l'exécution du vol ;
- les quinze heures de formation en vue de l'obtention de la qualification de type PA31T ont été comptabilisées en IFR sur le carnet de vol du pilote. Treize ont été réalisées sur des étapes de deux heures et plus ;
- l'avion détenait un certificat de navigabilité en état de validité. Il sortait d'une visite d'entretien programmée au cours de laquelle aucune défaillance des moteurs n'a été remarquée ;
- le vol de l'événement s'est déroulé sans événement remarquable jusqu'à l'approche ;
- l'approche a été conduite de nuit, en condition IMC ;
- la réduction de vitesse et le passage en configuration atterrissage, trains sortis, volets 40° ont eu lieu à une hauteur d'environ 1 000 ft ;
- le pilote a détecté une anomalie et l'a signalé à la fréquence sans en préciser la nature ;
- la vitesse sol de l'avion a diminué jusqu'à la vitesse de décrochage dans cette configuration, à faible hauteur. Il a percuté le sol avec un angle de roulis important ;
- la check-list « *EMERGENCY PROCEDURES* » a été retrouvée à proximité du siège passager, ouverte à la page « *ENGINE INOPERATIVE PROCEDURES* » ;
- le moteur droit délivrait une puissance plus faible que le moteur gauche lors de l'impact avec le sol ;
- l'hélice du moteur droit n'a pas été mise en drapeau ;
- un incendie post impact s'est déclaré.

3.2 Causes de l'accident

Il est vraisemblable qu'au cours de l'approche finale, une anomalie sur le moteur droit, détectée par le pilote, a généré une asymétrie de traction. En raison d'une charge de travail élevée, pendant la phase de décélération et de sortie du train et des volets, le pilote n'a probablement pas surveillé la vitesse indiquée, ni constaté sa diminution. Il a alors pu rencontrer des difficultés à maîtriser l'asymétrie de traction avant de perdre le contrôle de l'avion.

Les facteurs suivants ont pu contribuer à l'accident :

- la poursuite d'une arrivée rapide dans la couche nuageuse, de nuit jusqu'à une hauteur d'environ 1 000 pieds avant de configurer l'avion pour atterrissage, qui a eu pour conséquence d'augmenter significativement la charge de travail du pilote lors du traitement de l'anomalie ;
- la fascination probable sur l'objectif compte-tenu de la proximité de la piste et de l'attraction induite par la rampe d'approche ;

- ❑ une formation à la qualification de type dégradée pour s'adapter aux contraintes du pilote lors de son renouvellement ;
- ❑ l'absence d'exercice spécifique relatif à la conduite d'une approche en vue d'un atterrissage monomoteur, à une vitesse proche de la VMCA, dans la formation à la qualification de type des avions monopilote multimoteurs performants.

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 Réglementation relative à la formation des équipages PART FCL

Il existe trois familles d'avions pour lesquelles une qualification de type peut être requise : les avions monopilote, les avions monopilote complexes (plus d'un moteur) hautes performances, et les avions multipilotes. Le règlement PART FCL regroupe en un seul programme la formation relative aux avions monopilote complexes hautes performances et celle des avions multipilotes. Or, ce programme a été spécifiquement élaboré pour être réalisé au moyen de simulateurs de vol qui ne sont que très rarement disponibles pour les avions monopilote complexes hautes performances. Les exercices de simulation du vol asymétrique peuvent conduire à des accidents et justifient pleinement l'usage d'un simulateur de vol.

En conséquence, le BEA recommande que :

- **L'AESA évalue l'opportunité d'élaborer un programme alternatif pour les avions monopilote complexes hautes performances ne disposant pas d'un simulateur de vol adéquat, par exemple en utilisant un simulateur de vol d'un type d'avion proche. [Recommandation FRAN-2016-006]**

L'exercice de panne d'un moteur pour les avions monopilote complexes hautes performances est courant lors du décollage mais peu réalisé lors de l'approche ou de l'atterrissage. Or, ces exercices sont différents et devraient faire l'objet de leçons théoriques et pratiques, pour toute qualification de type monopilote.

En conséquence, le BEA recommande que :

- **L'AESA renforce le contenu des programmes de formation relatifs aux avions monopilote complexes hautes performances en y intégrant des exercices relatifs à la gestion du vol asymétrique lors de l'approche en vue de l'atterrissage. [Recommandation FRAN-2016-007]**

4.2 Surveillance des ATO

Le nombre d'heures d'instruction et le suivi rigoureux du programme de qualification de type approuvé par l'autorité compétente doit garantir un niveau satisfaisant de formation. Le seul contrôle du nombre d'heures de vol réalisé ne permet pas de s'assurer que la totalité du programme a été couvert. Ainsi la réalisation d'étapes comportant de longues navigations (supérieures à 2 heures) ou des vols de mise en place, a fortiori effectuées en régime de vol IFR, ne permet pas la répétition d'exercices de maniabilité prévus dans les programmes de formation. En effet, ces vols ne comprennent en général qu'un décollage, une approche et un atterrissage.

En conséquence, le BEA recommande que :

- **L'AESA veille à ce que les autorités compétentes contrôlent ponctuellement l'adéquation entre les exercices prévus dans les programmes de qualification de type approuvés et les vols effectivement réalisés sur avion et reportés dans les livrets de progression et les carnets de vol des stagiaires. [Recommandation FRAN-2016-008]**

4.3 Disponibilité de l'information relative au nombre de personnes à bord

L'information relative au nombre de personnes présentes à bord d'un aéronef peut se faire au moyen d'une déclaration du pilote lorsqu'il remplit le plan de vol. Cette information est cruciale en cas de déclenchement des recherches et sauvetage, or les conditions d'accès ne sont pas toujours connues.

En conséquence, le BEA recommande que :

- **L'AESA s'assure que l'information relative au nombre de personnes présentes à bord des aéronefs non commerciaux soit rapidement accessible, en imposant que le champ dédié de la case 19 du plan de vol soit rempli et exploité afin que tous les organismes concernés puissent y avoir accès dès le décollage. [Recommandation FRAN-2016-009]**
- **Le programme européen de développement du système de nouvelle génération pour la gestion du trafic aérien (SESAR) prenne en compte dans ses systèmes le traitement et la mise à disposition de ce type d'information. [Recommandation FRAN-2016-010]**

BEA

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

10 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