

Étude de sécurité

Événements liés à un dysfonctionnement du moteur

Moteurs Thielert TAE 125

BEA

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

Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie

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	4
CADRE DE L'ÉTUDE	5
1 - PRÉSENTATION	6
1.1 Description succincte des moteurs Thielert TAE 125	6
1.2 Exploitation des moteurs Thielert	7
1.3 Enquêtes menées par le BEA	7
2 - ÉTUDE D'UNE SÉLECTION D'ÉVÉNEMENTS	9
2.1 Amortisseur de couple et de vibrations	9
2.1.1 Description	9
2.1.2 Gestion de la perte d'entraînement de l'hélice	10
2.1.3 Événements ayant fait l'objet d'une enquête	10
2.1.4 Conclusion partielle	11
2.2 Pompes carburant	12
2.2.1 Pompes carburant basse pression	12
2.2.2 Pompes carburant haute pression	14
2.2.3 Conclusion	16
2.3 Défaillances électriques	16
2.3.1 Défaillances électriques suite à un acte de maintenance inapproprié	17
2.3.2 Défaillances électriques liés à un défaut de conception mécanique	17
2.3.3 Défaut de mise à jour logicielle	17
2.3.4 Conclusion	18
3 - RECOMMANDATIONS DE SÉCURITÉ ÉMISES	18
4 - RENSEIGNEMENTS SUPPLÉMENTAIRES	24
4.1 Certification des moteurs	24
4.1.1 Cas général	24
4.1.2 Particularités des moteurs Thielert	24
4.2 Certification et utilisation des avions légers	24
4.3 Suivi de navigabilité	25
4.3.1 Notification des événements	25
4.3.2 Estimation du taux d'arrêts moteur	26
4.4 Utilisation des moteurs par des exploitants et enquêtes de sécurité conduites sur des incidents	27
5 - ANALYSE	28
5.1 Correction des défaillances constatées	28
5.2 Recommandations de sécurité émises	28
5.3 Vol de nuit ou en IMC en monomoteur	28
6 - CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	29
LISTE DES ANNEXES	31

Glossaire

AAIB	Air Accidents Investigation Branch
AESA	Agence Européenne de la Sécurité Aérienne
AMC	Acceptable means of compliance Moyens de conformité acceptables
BEA	Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la sécurité de l'aviation civile
BS	Bulletin de Service
CN	Consigne de Navigabilité
CRI	Certification Review Item
CS	Certification Specifications
DECU	Digital Engine Control Unit
ECU	Engine Control Unit
ENAC	École Nationale de l'Aviation Civile
EPAG	École de Pilotage Amaury de la Grange
ESMA	Ecole Supérieure des Métiers de l'Aéronautique
FAA	Federal Aviation Administration
FADEC	Full Authority Digital Engine Control
ft	Feet Pieds
IFR	Instrument Flight Rules Règles de vol aux instruments
IFSD	In-Flight ShutDown
IMC	Instrument Meteorological Conditions Conditions météorologiques de vol aux instruments
JAR	Joint Aviation Requirements
LBA	Luftfahrt-Bundesamt
OEB	Operational Evaluation Board
P/N	Part Number Référence
SHK	Statens Haverikommission
SIB	Safety Information Bulletin
TAE	Thielert Aircraft Engines
TBO	Time Between Overhaul
ULM	Ultra Léger Motorisé
VMC	Visual Meteorological Conditions Conditions météorologiques de vol à vue
VFR	Visual Flight Rules Règles de vol à vue

CADRE DE L'ÉTUDE

Depuis 2003, des événements relatifs à des dysfonctionnements de l'installation motrice sur des avions équipés de moteurs Thielert ont été fréquemment notifiés au BEA. Fin août 2011, 44 ont fait l'objet d'une enquête du BEA.

En 2005, le BEA avait recommandé à l'Agence Européenne de la Sécurité Aérienne (AESA) de revoir la certification du moteur Thielert TAE 125-01. Cette recommandation a donné lieu à plusieurs actions de l'AESA et de Thielert concernant la maintenance, la documentation opérationnelle, la formation des personnels de maintenance et la conception d'une pièce. Cependant, bien que l'AESA ait classé sa réponse à la recommandation comme « accord », aucune revue de certification n'a été entreprise.

De nouveaux événements se sont produits depuis 2004. La plupart de ces notifications provenaient d'écoles de pilotage. Tous les événements notifiés ne nécessitaient pas d'enquête. Néanmoins, le nombre important de notifications témoignait d'une certaine inquiétude de la part des exploitants de ces moteurs. Certains organismes de formation ont notamment décidé d'appliquer des restrictions d'utilisation (pas de vol de nuit en monomoteur, pas d'IFR en IMC en monomoteur, pas de vol solo en DA40).

Compte tenu du nombre de notifications, de la récurrence de certains dysfonctionnements et de la nouveauté technologique de ces moteurs, le BEA a décidé, en 2009, de mener la présente étude. L'objectif était d'établir si une nouvelle demande de revue de certification du moteur était justifiée, ou non, ou si des recommandations de sécurité étaient nécessaires.

Le BEA a pour cela invité les écoles de pilotage suivantes à participer à l'étude et à notifier les événements selon des critères préétablis. Ces écoles exploitent de nombreux avions équipés de moteurs Thielert :

- ENAC : Ecole Nationale de l'Aviation Civile ;
- EPAG : Ecole de Pilotage Amaury de la Grange ;
- ESMA : Ecole Supérieure des Métiers de l'Aéronautique.

L'étude se base sur les enquêtes menées par le BEA sur des dysfonctionnements de moteurs TAE 125 dans la période considérée.

1 - PRÉSENTATION

1.1 Description succincte des moteurs Thielert TAE 125

Les moteurs TAE 125-01 sont des moteurs diesel à quatre cylindres en ligne, développés à partir de moteurs d'origine automobile, modifiés afin de diminuer leur taux de compression. Ce sont des moteurs à haute pression d'injection directe (rampe d'injection commune) et turbocompressés. Afin de les adapter à une utilisation aéronautique, Thielert a développé un nouveau système de contrôle électronique, un réducteur associé à un amortisseur de couple et de vibrations, un nouveau bâti moteur et d'autres éléments spécifiques à une utilisation en vol.

A l'origine, Thielert achetait les moteurs complets directement en sortie de chaîne de production du constructeur automobile. Il a ensuite pu obtenir les différentes pièces séparément. Les moteurs TAE 125-02 utilisent un carter en aluminium conçu par Thielert, afin d'éviter une augmentation de poids (les moteurs de base automobile possèdent des carters en fonte). D'autres éléments du moteur de base automobile sont toujours utilisés. Le système de contrôle électronique du moteur ainsi que le réducteur et l'amortisseur de couple et de vibrations sont similaires à ceux du moteur TAE 125-01.

Sur avion, la propulsion est assurée par une hélice à pas variable entraînée par le réducteur. Le moteur et le pas d'hélice sont entièrement contrôlés par un calculateur (Full Authority Digital Engine Control, FADEC), ce qui simplifie son utilisation : en cockpit, le pilote commande une puissance par l'intermédiaire d'une manette unique (monomanette). Le FADEC, qui intègre les mesures de différents capteurs, gère la quantité de carburant injecté et le pas d'hélice afin d'obtenir la puissance demandée.

Ces moteurs sont installés, selon les variantes, sur les avions Diamond DA40 et DA42, Cessna 172, Piper PA28 et Robin DR400.

Thielert a obtenu les certificats de type de deux séries de moteurs : les TAE 125 et les Centurion 4.

Aucun dysfonctionnement de Centurion 4 n'ayant été rapporté au BEA, cette étude porte uniquement sur les TAE 125.

Cette série comporte trois variantes :

- le TAE 125-01 :
 - certification LBA obtenue en mai 2002, transférée à l'AESA en mars 2006 ; certification FAA en octobre 2003,
 - appellation commerciale Centurion 1.7,
 - cylindrée de 1,7 l ;
- le TAE 125-02-99 :
 - certification AESA obtenue en août 2006, certification FAA en octobre 2006,
 - appellation commerciale Centurion 2.0,
 - cylindrée augmentée à 2 l par rapport à la variante TAE 125-01 ;
- le TAE 125-02-114 :
 - certifications AESA et FAA obtenues en mars 2007,
 - appellation commerciale Centurion 2.0s,
 - cylindrée de 2 l, mais puissance augmentée par rapport à la variante TAE 125-02-99.

Aucun dysfonctionnement de cette dernière variante n'a été notifié au BEA.

Les moteurs TAE 125-01 ne sont plus produits par Thielert. Ils sont peu à peu remplacés par des moteurs TAE 125-02-99 lorsqu'ils atteignent leur limite de potentiel.

1.2 Exploitation des moteurs Thielert

En France, les moteurs Thielert équipent essentiellement des avions Diamond DA40 et DA42, utilisés en grande partie par des écoles de pilotage. Ces avions sont utilisés pour la formation VFR, IFR et vol de nuit.

Les aéronefs équipés de moteur Thielert ont connu un succès commercial chez les exploitants, dont les écoles de pilotage. Ces moteurs permettent l'utilisation du JET A1 et présentent une faible consommation. Le coût d'exploitation est donc moindre par comparaison aux moteurs traditionnels.

L'envoi d'un relevé des heures de fonctionnement vers le constructeur et l'autorité n'est pas obligatoire en aviation générale. Se basant sur les informations obtenues d'une partie des utilisateurs, le constructeur Thielert a estimé les heures de fonctionnement de l'ensemble de ses moteurs à la fin février 2012 comme suit :

- moteurs TAE 125-01 : environ 1 390 000 heures de fonctionnement cumulées ;
- moteurs TAE 125-02-99 : environ 1 593 000 heures de fonctionnement cumulées.

A titre d'information, les heures de fonctionnement ont été demandées aux trois organismes de formation ayant participé à l'étude. Ceux-ci exploitent près de la moitié des DA40D et DA42 équipés de moteurs Thielert immatriculés en France⁽¹⁾. Début décembre 2011, les heures de fonctionnement déclarées par ces organismes s'élèvent à :

- TAE 125-01 : environ 42 500 heures de fonctionnement cumulées ;
- TAE 125-02-99 : environ 92 000 heures de fonctionnement cumulées.

1.3 Enquêtes menées par le BEA

Entre 2003 et fin août 2011, le BEA a ouvert 44 enquêtes sur des événements relatifs à une défaillance du moteur Thielert.

Parmi ceux-ci, on dénombre :

- 9 accidents dont :
 - 2 en instruction double commande,
 - 3 en instruction solo ;
- 35 incidents (dont un classé incident grave) dont :
 - 15 en instruction double commande,
 - 7 en instruction solo.

Les 9 accidents ont entraîné 2 blessés graves et 1 blessé léger. Un accident s'est produit lors d'un vol de nuit.

27 événements concernent le moteur TAE 125-01.

17 événements concernent le moteur TAE 125-02-99.

⁽¹⁾Début décembre 2011, 71 DA40D et 31 DA42 sont immatriculés en France.

Dans le cadre de la présente étude, 22 événements ont été pris en compte. Ils sont associés soit à une défaillance récurrente, soit à la réalisation d'un atterrissage d'urgence. Ils ont été développés par thèmes :

- amortisseurs de couple et de vibrations : 7 enquêtes ;
- pompes carburant basse pression : 3 enquêtes⁽²⁾ ;
- pompes carburant haute pression : 4 enquêtes ;
- défaillances électriques : 8 enquêtes.

La liste des 44 événements figure en annexe 1.

⁽²⁾Depuis fin août 2011, le BEA a ouvert 11 enquêtes supplémentaires sur des défaillances de pompes carburant basse pression.

2 - ÉTUDE D'UNE SÉLECTION D'ÉVÉNEMENTS

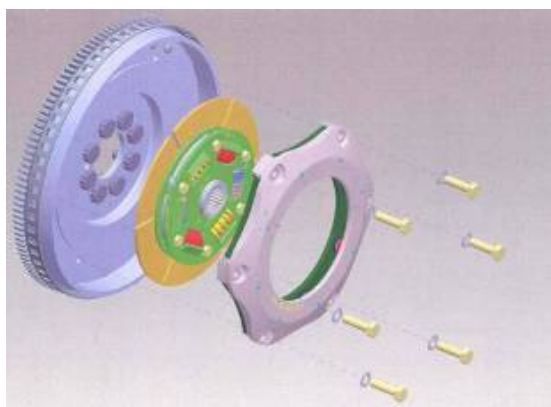
2.1 Amortisseur de couple et de vibrations

Plusieurs défaillances, ayant des origines différentes, se sont produites sur les amortisseurs de couple et de vibrations. Les événements suivants sont survenus en raison d'une de ces défaillances :

- ❑ F-GUVH du 01/06/2005 ;
- ❑ F-GUVN du 29/08/2005 ;
- ❑ F-GUVX du 28/01/2008 ;
- ❑ F-HDAU du 21/02/2008 ;
- ❑ D-EAGB du 12/05/2008 ;
- ❑ F-GUVC du 23/06/2009 ;
- ❑ F-HCPM du 18/05/2010.

2.1.1 Description

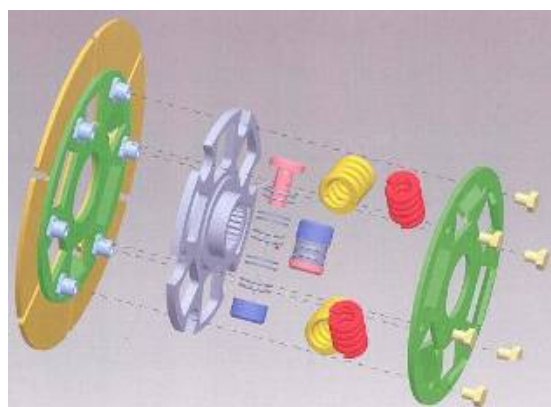
Le tableau ci-après décrit le fonctionnement des amortisseurs dont la référence (P/N) est 05-7211-K006002.



L'amortisseur de couple a pour rôle, outre la transmission du mouvement à l'hélice, l'amortissement des à-coups liés au fonctionnement du moteur :

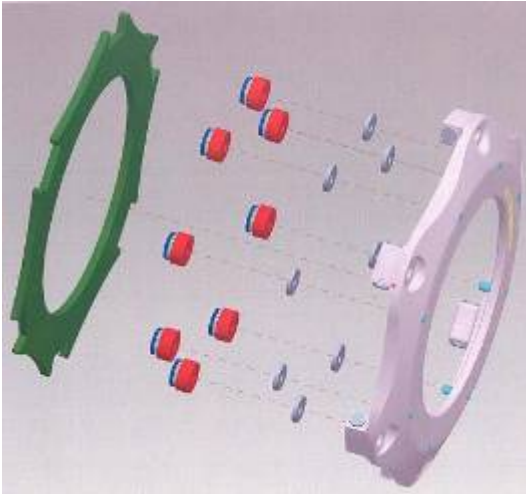
- ❑ par glissement (au démarrage et à l'arrêt) ;
- ❑ par absorption (en fonctionnement) grâce à des ressorts et des assemblages de rondelles Belleville.

Il fonctionne sur le principe d'un embrayage automobile.



Disque de l'amortisseur :

Le disque entraîne l'hélice via les pignons du réducteur auquel il est relié par l'intermédiaire d'un arbre cannelé. Le couple de glissement de l'amortisseur est ajusté par deux empilements de rondelles (en gris sur le schéma). Ce pré réglage est effectué en usine et ne peut être modifié par l'utilisateur.



Cage de l'amortisseur :

La cage est entraînée par le moteur (elle est fixée sur le volant moteur).

Composée de deux parties, cette cage vient comprimer le disque, l'hélice est alors entraînée.

La fixation de la cage au volant moteur se fait par des vis en respectant une valeur de serrage nominale. Huit empilements de rondelles (en rouge sur le schéma) permettent un réglage de ce serrage, effectué en usine et ne pouvant être modifié par l'utilisateur.

Les amortisseurs en fin de potentiel sont déposés et renvoyés pour révision à Thielert.

La conception et le potentiel des amortisseurs ont évolué depuis la mise en service du moteur TAE 125-02-99. En particulier, plusieurs modifications ont été apportées au niveau des empilements de rondelles et des ressorts. Un nouveau modèle, au potentiel de 600 heures, est en service depuis début 2011. A la suite d'un défaut de conception, le disque de friction (P/N 05-7211-K010201) de ce nouveau modèle a été modifié (nouveau P/N 05-7211-K012301). L'installation du nouveau modèle a été rendue obligatoire par une CN de l'AESA⁽³⁾. Il fonctionne sur le même principe que celui décrit précédemment, mais possède quatre logements de ressorts à double enroulage au lieu des six logements d'empilement de rondelles et ressorts à simple enroulage.

2.1.2 Gestion de la perte d'entraînement de l'hélice

La vitesse de rotation de l'hélice, indiquée au tableau de bord, est calculée en appliquant un coefficient équivalant au rapport de réduction moteur/hélice à la vitesse de rotation mesurée au niveau du vilebrequin. L'indication de puissance est calculée par le FADEC à partir du débit de carburant.

En cas de perte d'entraînement de l'hélice, sa vitesse de rotation diminue et le régime du moteur augmente jusqu'à une certaine limite. Dans un premier temps, le pilote constate donc, sur ses instruments, une indication de survitesse de l'hélice, qui est en réalité une indication de survitesse du moteur. Le FADEC réduit alors le débit carburant pour réguler le régime du moteur. Il observe ensuite une perte de puissance qui correspond à la régulation effectuée par le FADEC.

2.1.3 Evénements ayant fait l'objet d'une enquête

☐ F-GUVH du 01/06/2005

L'examen de l'amortisseur de couple (P/N 02-7210-11001R11) a mis en évidence une usure avancée du disque qui a conduit à son glissement dans la cage. L'hélice n'est alors plus entraînée par le moteur.

Ce problème a été observé sur plusieurs amortisseurs de couple et de vibrations révisés. Les premiers éléments de l'enquête ont conduit Thielert à émettre le BS TM TAE 125-0011 afin de remplacer tous les amortisseurs révisés en service par des amortisseurs neufs. Il a décidé de limiter le potentiel des amortisseurs à 300 heures de fonctionnement (contre 800 heures initialement).

⁽³⁾Consigne de navigabilité urgente de l'AESA 2011-0087-E, faisant référence au SB de Thielert TM TAE 125-1013 P1.

☐ **F-GUVN du 29/08/2005**

La défaillance de l'amortisseur (P/N 02-7210-11001R11) se situe au niveau de l'arbre cannelé, qui s'est rompu brutalement par surcharge en torsion, entraînant la perte d'entraînement de l'hélice.

D'autres cas similaires ont conduit Thielert à :

- réviser les caractéristiques des arbres en ajoutant un traitement thermo-chimique de nitruration ;
- modifier le manuel de maintenance ;
- envoyer systématiquement un arbre neuf avec chaque amortisseur et réducteur révisé.

☐ **F-GUVX du 28/01/2008, F-HDAU du 21/02/2008 et D-EAGB du 12/05/2008**

Pour ces événements, concernant des moteurs TAE 125-02-99, on observe :

- soit des ruptures de rondelles Belleville de l'amortisseur (F-HDAU et D-EAGB) ;
- soit une rupture d'un ressort de l'amortisseur (F-GUVX).

Ces ruptures entraînent un glissement de l'amortisseur (P/N 05-7211-K000304) et une perte d'entraînement de l'hélice.

Ces trois incidents, ainsi que plusieurs autres événements survenus en Malaisie, ont conduit à l'émission du BS TM TAE 125-1006 P1 révision 1, rendu obligatoire par l'émission de la consigne de navigabilité urgente AESA 2008-0106-E, imposant le remplacement de ces amortisseurs de couple et de vibrations par un nouveau modèle (P/N 05-7211-K006001 ou 05-7211-K006002), dérivé de celui installé sur le moteur TAE 125-01.

☐ **F-GUVC du 23/06/2009 et F-HCPM du 18/05/2010**

Dans ces deux cas, la défaillance de l'amortisseur (P/N 05-7211-K006002) se situe au niveau du moyeu cannelé. Les moyeux cannelés des amortisseurs du F-GUVC et F-HCPM présentent les mêmes endommagements :

- ruptures principales, autour de la partie cannelée, causant la perte de liaison entre le moteur et l'hélice ;
- enfoncements dans les logements des ressorts et d'empilements de rondelles.

Les deux moyeux ont rompu sous un processus de fissuration en fatigue alors que l'amortisseur de vibrations n'avait pas atteint sa limite de vie. Les ruptures et les endommagements observés peuvent être attribués aux à-coups engendrés par le moteur. A titre de comparaison, un moyeu ayant atteint sa limite de vie de 300 heures a été examiné ; les endommagements observés sur les moyeux du F-GUVC et du F-HCPM n'y ont pas été constatés.

2.1.4 Conclusion partielle

Les défaillances des amortisseurs survenues jusqu'en 2008 ont été résolues par le constructeur du moteur par l'émission de bulletins de service. Ceux-ci préconisaient le remplacement de certaines pièces, voire le changement complet d'amortisseur de couple et de vibrations.

Les ruptures en fatigue des moyeux des amortisseurs des F-GUVC et F-HCPM (P/N 05-7211-K006002) n'avaient en revanche pas trouvé de solution technique. Depuis début 2011, un nouveau modèle d'amortisseur est en service. Aucune défaillance de ce type ne s'est produite sur ce modèle.

2.2 Pompes carburant

2.2.1 Pompes carburant basse pression

Plusieurs défaillances, ayant des origines différentes, se sont produites sur les pompes carburant basse pression. Les événements suivants sont survenus en raison d'une de ces défaillances :

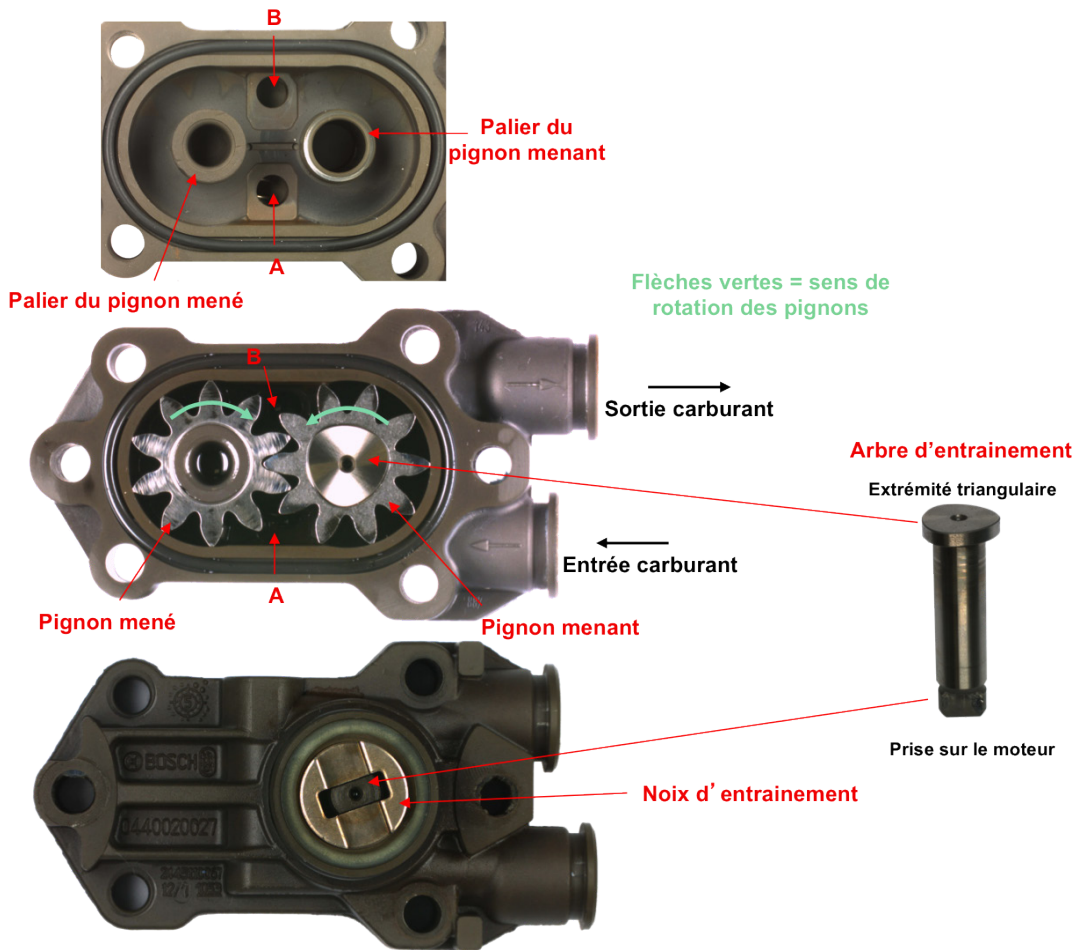
- F-GUVM du 16/06/2005 ;
- F-HDAQ du 09/10/2009 ;
- F-HDAP du 27/10/2010.

Description

Les premières pompes étaient directement fournies par le constructeur automobile, et utilisées sans modification. A la suite de plusieurs événements, dont celui survenu au F-GUVM, Thielert a réduit le potentiel des pompes puis modifié l'arbre d'entraînement et le pignon menant. Le potentiel de ce nouveau modèle est identique à celui du moteur TAE 125-01.

Il s'agit d'une pompe mécanique à engrenages constituée d'un corps et de deux pignons à denture droite. Le pignon menant est lié en rotation à l'arbre d'entraînement par l'intermédiaire de créneaux ou d'une extrémité triangulaire selon les différentes versions. L'arbre d'entraînement est entraîné par le moteur, par l'intermédiaire entre autre d'une noix d'entraînement située à l'extérieur du corps de pompe.

Le carburant pénètre par l'orifice d'alimentation A, remplit les creux de dents et est ainsi véhiculé, dans le sens des flèches vertes, vers l'orifice de refoulement B. L'aspiration est provoquée par le vide créé au niveau du désaccouplement des dents.



Evénements enquêtés

□ F-GUVM du 16/06/2005

La défaillance de la pompe est due à la perte de la liaison en rotation entre l'arbre d'entraînement et le pignon menant. Dans cette version de pompe, la liaison en rotation est assurée par des créneaux. Les créneaux de l'arbre, aux arêtes vives, ont usé par frottement le bossage de la pompe destiné à recevoir le pignon menant. Ces usures prématurées ont alors induit des jeux conduisant à l'usure des créneaux de l'arbre et du pignon menant.

Des examens comparatifs ont montré que ces phénomènes pouvaient se reproduire. Le constructeur du moteur a alors modifié la conception de la pompe, en usinant le pignon menant à réception des pompes et en concevant un nouvel arbre d'entraînement. Le potentiel de ces pompes était initialement défini à 300 heures.

□ F-HDAQ du 09/10/2009 et F-HDAP du 27/10/2010

Pour ces deux événements, la défaillance de la pompe est due à la rupture du pignon menant. Cette rupture a provoqué le blocage de l'arbre d'entraînement. L'arrêt instantané de l'arbre, alors que la noix est toujours entraînée, a pour conséquence la rupture brutale de la noix d'entraînement puis l'arrêt du moteur.

Aucun corps étranger n'a été retrouvé dans le corps de pompe. Les analyses du carburant du F-HDAP n'ont révélé aucune anomalie de composition du carburant.

À la date de rédaction de cette étude, onze enquêtes supplémentaires liées à une défaillance de la pompe carburant basse pression sont en cours. Différents facteurs sont actuellement étudiés (examens carburant, examens métallurgiques...). L'origine de ces défaillances n'a pas encore été déterminée. Elles feront l'objet d'un rapport dédié.

2.2.2 Pompes carburant haute pression

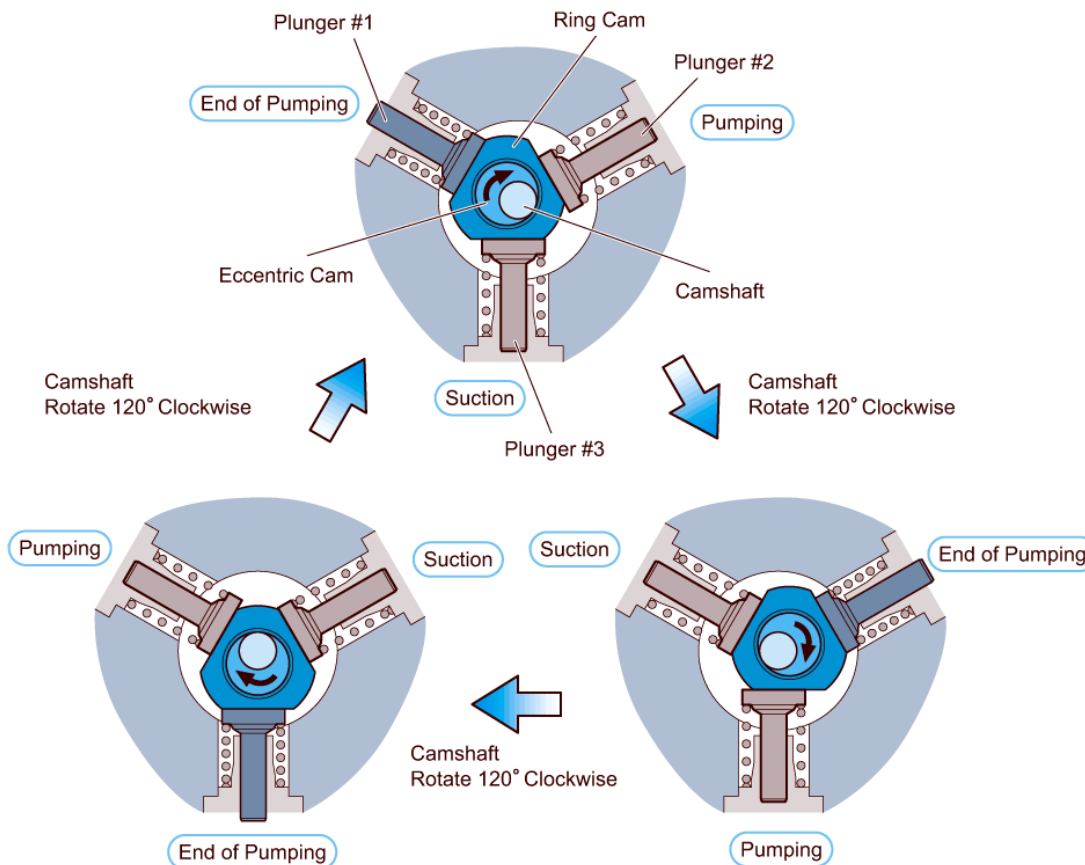
Plusieurs défaillances, ayant des origines différentes, se sont produites sur les pompes carburant haute pression. Les événements suivants sont survenus en raison d'une de ces défaillances :

- ❑ F-GUVK du 11/10/2004 ;
- ❑ F-HDAA du 9/03/2007 ;
- ❑ F-HDAR du 19/03/2010 ;
- ❑ F-HDAP du 06/04/2010.

Description

La pompe est fournie avec le moteur. Thielert conserve le carter de la pompe, il en conçoit et fabrique les autres éléments constitutifs. Une fois assemblée, la pompe est initialement installée sur le moteur par Thielert.

Il s'agit d'une pompe à trois pistons radiaux, lubrifiée par le carburant. Elle est entraînée par le moteur au moyen d'un arbre excentrique. Une came de forme triangulaire vient se rapporter sur la partie excentrique par l'intermédiaire d'une bague/coussinet. En fonctionnement normal, chaque face plane de la came est en contact avec un piston : c'est l'excentricité de l'arbre qui génère le déplacement de la came et donc la compression des pistons chacun à leur tour.



Événements enquêtés

Les événements survenus aux F-HDAA et F-HDAP proviennent de défauts isolés de montage ou de fabrication chez le constructeur du moteur. Ils n'ont pas été développés ici.

❑ F-GUVK du 11/10/2004

La défaillance de la pompe haute pression résulte d'un défaut de montage : les trois vis de maintien de la pompe au moteur sont desserrées, elles ne sont pas freinées conformément au montage d'origine préconisé.

A la suite de cet événement, le constructeur a modifié la procédure de montage pour tous les modèles de pompe haute pression : BS TAE 125-0009, révision 1 du 29 octobre 2004, repris par la CN EASA 2004-10850 du 4 novembre 2004.

❑ F-HDAR du 19/03/2010

Le blocage de la pompe est dû au soudage par friction de l'arbre excentrique, de la bague et de la came. L'origine de ce soudage n'a pas été déterminée.

Des facteurs contributifs possibles ont été identifiés dans la bibliographie : pollution du circuit carburant, filtre pollué, eau dans le carburant (qui engendre une corrosion de la pompe), pouvoir lubrifiant du carburant inadapté, qualité du traitement superficiel (qui joue un rôle sur la résistance à l'usure et aux frottements).

Les dommages observés sur la pompe semblent similaires à ceux décrits dans le rapport finlandais (OH-CAU, 28/09/2007) qui a donné lieu à trois recommandations à l'AESA.

Les différentes sources bibliographiques⁽⁴⁾ concordent sur l'importance de la qualité du carburant puisque ce dernier joue le rôle de lubrifiant de la pompe. L'utilisation d'un carburant inadapté, d'additifs, la présence de contaminants (eau ou autre) dans le réservoir peuvent conduire à la défaillance de la pompe.

2.2.3 Conclusion

Les enquêtes sur les défaillances des pompes basse pression ont mis en évidence plusieurs similarités⁽⁵⁾.

L'analyse de références bibliographiques⁽⁶⁾ et d'événements similaires permet d'identifier des facteurs contributifs possibles de la défaillance de ce type de pompe basse pression :

- pollution du carburant ;
- pompe non adaptée au kérosène (moins lubrifiant que gazole) ;
- conception : pompe non dimensionnée pour une utilisation aéronautique ;
- modification : pompe non dimensionnée, suite à l'usinage par Thielert de certaines pièces de la pompe d'origine ;
- utilisation : configuration du vol pouvant agir sur l'alimentation en carburant.

Les défaillances des pompes carburant haute pression sont toutes des cas différents. Trois d'entre elles sont consécutives à une erreur de montage ou de fabrication.

La défaillance du F-HDAR du 19 mars 2010 n'a pas été résolue. La bibliographie montre l'importance du rôle du carburant dans le bon fonctionnement de ce type de pompes.

Note : à la date de rédaction de cette étude, plusieurs enquêtes sont encore en cours. Les origines exactes des défaillances ainsi que les solutions techniques pour y remédier restent à déterminer. Un rapport dédié sera rédigé.

2.3 Défaillances électriques

La régulation de la pression de carburant dans la rampe d'injection du moteur est directement liée à la position de la monomanette. Cette pression est exclusivement gérée par le FADEC via les mesures effectuées par les différents capteurs installés sur l'avion. Le FADEC contrôle les organes de régulation. Un défaut dans les chaînes de mesure ou de régulation peut avoir des conséquences directes sur le fonctionnement de la régulation carburant et donc la pression de carburant admise dans la rampe d'injection du moteur.

Parmi les événements recensés lors de l'étude, différents cas de défaillances électriques ont pu être identifiés, notamment lors des événements suivants :

- F-GUVB du 25/06/2007 ;
- N315DR du 06/12/2007 ;
- F-HDIC du 14/02/2009 ;
- F-HCMB du 11/03/2009 ;
- D-GLBA du 23/08/2009 ;
- F-HDAZ du 17/09/2009 ;
- F-HCTE du 17/02/2010 ;
- F-GUVQ du 26/06/2011.

⁽⁴⁾Recherches bibliographiques réalisées sur les pompes à pistons radiaux (mode de fonctionnement, usures fréquemment rencontrées, modes de défaillance, ...) quelle que soit leur application (aéronautique ou automobile).

⁽⁵⁾A l'exception de l'incident du F-GUVM.

⁽⁶⁾Défaillance des engrenages, revue *Fluides et transmissions* n° 99, avril 2007.

2.3.1 Défaillances électriques suite à un acte de maintenance inapproprié

Événements associés : F-HDIC et F-GUVQ

Ces deux défaillances sont liées à une erreur de maintenance lors de l'installation d'un connecteur.

À la suite d'une consigne de navigabilité de l'AESA⁽⁷⁾, une nouvelle prise de l'électrovanne de régulation de la pression de carburant dans la rampe d'injection a été installée, ce qui a nécessité une modification du câblage. Des fils ont été détériorés ou sertis de manière incorrecte au cours de cette opération.

Il s'en est suivi un défaut d'alimentation de l'électrovanne qui, non alimentée, s'est ouverte. La pression de carburant dans la rampe d'injection est devenue quasi-nulle, ce qui a entraîné la perte de puissance du moteur.

2.3.2 Défaillances électriques liés à un défaut de conception mécanique

Événements associés : F-GUVB, N315DR, F-HCMB, D-GLBA, F-HDAZ.

Ces cas de variation anormale de la vitesse de rotation de l'hélice sont directement liés à une défaillance de l'électrovanne de régulation hélice (*Propeller control valve* ou *Prop control valve*). Sur avion bimoteur, ces défaillances peuvent conduire à une mise en drapeau de l'hélice alors que le moteur est en fonctionnement. Sur monomoteur, l'hélice peut être ramenée vers le plein petit pas. Un défaut de conception a été mis en évidence au niveau d'un solénoïde interne⁽⁸⁾. Une bobine dans la vanne de régulation d'hélice produit un champ magnétique qui contrôle la position du piston de la vanne. La pression dans le régulateur d'hélice est contrôlée par ce piston. Le fil composant la bobine peut se rompre à la suite des vibrations subies lors des vols. Étant donné que la bobine est prise dans du plastique, il peut ne pas y avoir d'effet à froid si les deux parties du fil sont toujours en contact. Lorsque la température augmente en utilisation normale, le plastique se dilate et peut séparer les deux parties du fil. Le champ magnétique contrôlant la position du piston disparaît alors et la pression dans le régulateur d'hélice chute.

Un bulletin de service a été émis par le constructeur du moteur pour le remplacement de cette vanne par un nouveau modèle et l'installation d'un support amortisseur. Depuis son émission, aucun événement similaire n'a été notifié au BEA.

2.3.3 Défaut de mise à jour logicielle

Événement associé : F-HCTE

Le FADEC assure notamment la régulation du débit carburant et la surveillance du fonctionnement du moteur. Il est composé de deux voies. En cas de défaillance de l'une des voies, la secondaire devient principale (voie « maître »). Les capteurs utilisés sont soit communs aux deux voies (par exemple la mesure de pression carburant dans la rampe commune), soit propres à chaque voie (par exemple la mesure de la pression d'air admise dans les cylindres).

Les mesures effectuées par chacune des voies sont comparées afin de détecter d'éventuels écarts et défauts de fonctionnement.

La perte de puissance survenue au DA42 F-HCTE le 17 février 2010 est due au perçage d'une tuyauterie de mesure de pression d'air d'admission de la voie B du FADEC (non active en fonctionnement normal). L'enquête a montré que la détection d'un écart

⁽⁷⁾La consigne rend obligatoire l'application d'un bulletin de service pour le remplacement de l'électrovanne de régulation de la pression de carburant dans la rampe d'injection (rail pressure control valve ou Prail valve).

⁽⁸⁾Voir le rapport sur l'incident du F-HDAZ du 17 septembre 2009 disponible sous <http://eccairs.bea.aero/>.

de mesure entre les capteurs de chacune des voies entraînait le transfert d'autorité de la voie A vers la voie B. Le défaut provenant de la voie B, le FADEC poursuivait son fonctionnement avec le capteur défectueux.

Une mise à jour logicielle avait été émise afin de résoudre ce défaut.

2.3.4 Conclusion

La quasi-totalité des défaillances électriques observées ont été corrigées par le constructeur.

Néanmoins, les enquêtes ont permis de montrer que la robustesse de l'ensemble de la chaîne de régulation électronique du moteur conditionnait de manière directe le bon fonctionnement de celui-ci. Ainsi, certaines erreurs de maintenance sur la chaîne de régulation de la pression de carburant ont conduit à une impossibilité soudaine de maintenir le vol en palier.

Cependant, l'enquête sur l'incident du DA40D, immatriculé F-GUVQ⁽⁹⁾, a montré que des améliorations pouvaient être apportées à la chaîne de régulation de la pression carburant ainsi qu'aux procédures de maintenance afférentes. A la suite de cette enquête, le BEA a émis, en juillet 2012, les deux recommandations suivantes spécifiques à la chaîne de régulation de la pression carburant :

- ❑ *que l'AESA requière de Thielert une amélioration de la partie électrique du système de régulation de la pression de carburant des moteurs TAE 125, de manière à la rendre moins vulnérable aux interruptions électriques ; [Recommandation FRAN-2012-057]*
- ❑ *que l'AESA requière de Thielert le développement de vérifications spécifiques à l'issue des interventions sur la chaîne de régulation de la pression de carburant, afin de détecter d'éventuelles défaillances. [Recommandation FRAN-2012-058]*

3 - RECOMMANDATIONS DE SÉCURITÉ ÉMISES

Différentes recommandations de sécurité relatives au moteur Thielert ou son installation sur avion ont été émises ces dernières années par le BEA et ses homologues étrangers. Ces recommandations ont été répertoriées par le BEA, d'après les données disponibles sur le site internet de l'AESA⁽¹⁰⁾.

Au total, 21 recommandations de sécurité ont été adressées à l'AESA :

- ❑ 7 concernent une modification de conception ou une revue de certification ;
- ❑ 6 concernent le processus de certification et notamment les règlements CS-23 et CS-E ;
- ❑ 2 concernent le suivi de navigabilité effectué par Thielert et l'AESA ;
- ❑ 2 concernent l'utilisation du JET A1 ;
- ❑ 4 concernent la documentation de maintenance et les inspections associées.

Le tableau ci-après présente une synthèse de ces recommandations et de leurs réponses (l'intégralité figure en annexe 2).

Onze recommandations ont été acceptées, totalement ou partiellement, par l'AESA, dont cinq ont été associées à l'émission d'une consigne de navigabilité. Cinq n'ont pas été acceptées. Cinq sont à l'étude.

⁽⁹⁾Le rapport est disponible à l'adresse www.bea.aero/docspa/2011/f-vq110626/pdf/f-vq110626.pdf.

⁽¹⁰⁾<https://www.easa.europa.eu/safety-and-research/safety-recommendations.php>.

Avion	Date	Classe d'occurrence	Etat d'occurrence	Événement	Contenu de la recommandation	Réponse
Diamond DA40D G-HASO	29.06.2004	Accident	Royaume-Uni	Endommagement des aubes du compresseur du turbocompresseur par un corps étranger non identifié, blocage de la pompe de récupération, surchauffe et arrêt du moteur. Rapport disponible sur le site de l'AAIB : http://www.aaib.gov.uk	Modifier la conception du système de lubrification du moteur TAE 125-01.	Délégation des recommandations à la LBA - désaccord . Un nouvel événement similaire s'étant produit, l'AESA a publié en 2007 une consigne de navigabilité afin de rendre obligatoire la solution technique de Thielert : accord .
Diamond DA40D SE-LTF	15.02.2005	Accident	Suède	Glissement de l'amortisseur de vibrations, perte d'entraînement de l'hélice, atterrissage d'urgence. Défaut de fabrication identifié + faiblesses de l'amortisseur de vibrations et de la documentation d'installation. Rapport disponible sur le site du SHK : www.havkom.se .	Corriger les faiblesses de conception et de documentation d'installation de l'amortisseur de vibrations.	Lettre : AESA fait une revue du moteur TAE 125-01 et a approuvé une CN ⁽¹¹⁾ .
Diamond DA40D F-HABJ	29.10.2005	Accident	France	Rupture d'une bielle, arrêt du moteur. Onzième événement lié à un problème sur un moteur Thielert survenu en France, origines diverses des défaillances. Lettre de recommandation disponible sur le site du BEA : www.bea.aero/recos/reco20051124.pdf	Revoir de façon urgente la certification du moteur, déterminer à titre conservatoire les limitations et conditions d'utilisation du DA40D, renforcer si nécessaire les exigences relatives à l'entretien du moteur.	Accord - 5 améliorations ont été apportées dans les domaines de la maintenance, de la documentation opérationnelle, de la formation des personnels de maintenance et concernant la conception d'une pièce.
Diamond DA42 D-GOAL	04.03.2007	Accident	Allemagne	Arrêt des 2 moteurs après le décollage à la suite d'une défaillance du système électrique.	S'assurer que la panne totale du système électrique et que l'arrêt des moteurs du DA42 sont évités en cas de coupures électriques temporaires. Arrêt des DA42 jusqu'à la mise en œuvre de modifications.	Accord partiel - émission de 2 CN ⁽¹²⁾ pour rendre obligatoires les solutions techniques proposées par les constructeurs de l'avion et du moteur.

⁽¹¹⁾CN de la LBA D-2005-229R1 faisant référence au BS de Thielert TM TAE 125-0011.

⁽¹²⁾CN de l'AESA 2007-0182 faisant référence au manuel d'installation révisé de Thielert, et CN 2007-0183 faisant référence au SB de Diamond MSB-42-042 et au manuel d'installation révisé de Thielert.

Avion	Date	Classe d'occurrence	Etat d'occurrence	Evénement	Contenu de la recommandation	Réponse
Diamond DA40D OY-RBB	07.06.2007	Incident	Danemark	Baisse de pression dans la rampe d'admission, arrêt du moteur. Interruption probable de l'alimentation électrique de la valve de régulation de la pression de carburant dans le rail d'admission. Rapport disponible sur le site du bureau d'enquêtes danois : www.havarikommissionen.dk	Revoir la conception du moteur TAE 125-01 en insistant sur le principe « fail-safe », pour les composants individuels ainsi que l'installation motrice dans sa globalité, en incluant les panneaux électroniques.	Recommandation à l'étude
Diamond DA42 OE-FCL	20.07.2007	Accident	Autriche	Arrêt d'un moteur après le décollage, tentative de redémarrage du moteur, impossibilité de passer l'hélice en drapeau.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Modifier les règlements CS-23 et CS-E afin de considérer les panneaux moteur comme des événements majeurs. 2. Analyser les AMC, CRI et conditions spéciales de manière globale lors de la certification d'un aéronef, afin d'évaluer leur impact possible sur l'aéronef entier. 3. Revoir les règlements de certification pour améliorer les caractéristiques des bimoteurs certifiés selon le CS-23, de manière à ce que les pilotes puissent gérer une panne moteur de manière plus sûre (ex : contrôlabilité améliorée, réserves de performance augmentées). 4. Amender le CS-E de manière à ce que soit démontré le bon fonctionnement du système entier, en configuration finale d'installation, pendant une période importante du TBO prévu, sans panne du moteur ni défaut mécanique significatif avant la première livraison au client. 	<p>Désaccord - pas d'élément économique / de sécurité qui soutienne la recommandation.</p> <p>Accord - mais l'AESA pense que la réglementation actuelle couvre déjà le problème.</p> <p>Accord partiel - l'AESA a des projets de modifications de la réglementation relative aux licences des pilotes - elle pense que ces modifications devraient permettre de régler le problème.</p> <p>Recommandation à l'étude Cette recommandation devrait être traitée dans le cadre de l'élaboration de la réglementation « initial maintenance inspection ».</p>

Avion	Date	Classe d'occurrence	Etat d'occurrence	Evénement	Contenu de la recommandation	Réponse
					5. L'absence de redondance et l'augmentation du nombre de composants critiques amènent à un accroissement des possibilités de panne du moteur. Prendre les mesures appropriées pour s'assurer que les probabilités de panne présumées d'une installation motrice sont respectées.	Désaccord - le taux d'arrêt moteur est déjà bien inférieur au taux général pour les moteurs à pistons.
					6. Pour les aéronefs certifiés d'après la CS-23, n'utiliser que des composants qui remplissent les standards aéronautiques (tels que les câbles, les connecteurs...) pour les systèmes dont la panne est critique, à moins que des qualifications équivalentes aient été démontrées lors de la certification.	Accord partiel – l'adéquation des composants non aéronautiques doit être démontrée lors de la certification. Les composants aéronautiques ne sont pas toujours intrinsèquement meilleurs.
Cessna 172N OH-CAU	28.09.2007	Accident	Finlande	Détérioration de la pompe carburant haute pression, blocage de la valve de régulation de la pression de carburant dans le rail d'admission en position ouverte, baisse importante de la puissance. Rapport disponible sur le site du bureau d'enquêtes finlandais : www.onnettomuustutkinta.fi	1. Faire le nécessaire pour établir si le JET A1 peut être utilisé en toute sécurité par les aéronefs équipés de moteurs diesel, et si c'est le cas, dans quelles mesures. 2. Evaluer la nécessité d'un nouveau test pour la certification des pompes haute pression des moteurs TAE, en utilisant du JET A1 qui satisfasse aux plus basses valeurs de lubrification admissibles établies pour les carburants pour moteurs à réaction.	Accord : le JET A1 convient. Émission du SIB 2009-02.
						Accord : le constructeur a refait les tests avec des carburants ayant le plus faible pouvoir lubrifiant connu. Changements de design réalisés lors des inspections des pompes.

Avion	Date	Classe d'occurrence	Etat d'occurrence	Evénement	Contenu de la recommandation	Réponse
	11 et 28.09.2007		Allemagne	Deux événements de perte de puissance en vol.	Prendre les mesures correctives appropriées pour éviter l'apparition à nouveau de la condition pouvant compromettre la sécurité (unsafe condition).	Accord - émission de CN ⁽¹³⁾ pour rendre obligatoire la solution technique proposée par Thielert.
Diamond DA40D SE-LTF	07.02.2008	Accident	Suède	Rupture de la tuyauterie de sortie de la pompe carburant haute pression, arrêt du moteur. Rapport disponible sur le site du SHK : www.havkom.se .	Revoir les critères d'évaluation de la navigabilité afin que les aéronaves ayant des défauts de conception connus ne soient pas autorisés à voler.	Désaccord : les règles établies sont adaptées. Émission d'une CN ⁽¹⁴⁾ pour ce cas particulier de ruptures.
Robin DR400-135 PH-SVU	12.07.2008	Incident grave	Pays-Bas	Usure par frottement d'un câble de la chaîne de régulation de la pression de carburant, interruption de l'alimentation de la valve de régulation de la pression de carburant dans le rail d'admission, arrêt du moteur. Rapport disponible sur le site du bureau d'enquêtes néerlandais : http://www.onderzoeksvaard.nl	Revoir la conception du moteur TAE 125-01 en insistant sur le principe « fail-safe », pour les composants individuels ainsi que l'installation motrice dans sa globalité, en incluant les panes électroniques.	Recommandation à l'étude
Piper PA28-161 Immatriculation inconnue	22.08.2009	Incident	Luxembourg	Perte de puissance due à une défaillance des gicleurs de refroidissement des pistons. Pas d'enquête technique, mais au vu des résultats de la société de maintenance, l'Administration luxembourgeoise a émis 3 recommandations de sécurité à l'AESA.	1. Retirer la méthode d'inspection par aimant souple du bulletin de service TM TAE 125-0017. 2. Inspecter à nouveau par boroscopie tous les moteurs TAE 125-01 ayant été inspectés par aimant souple.	Accord partiel : le bulletin de service est révisé afin de détailler davantage la méthode d'inspection par aimant souple. Désaccord : le nombre de moteurs TAE 125-01 est en baisse car ils sont remplacés par les TAE-02-99. La méthode d'inspection par aimant souple, si elle est réalisée correctement, donne des résultats similaires à l'inspection par boroscopie.

⁽¹³⁾CN de l'AESA 2008-0016 faisant référence au SB de Thielert TM TAE 125-0017.

⁽¹⁴⁾CN urgente de l'AESA 2008-0056R1-E faisant référence au SB de Thielert TM TAE 125-1005 P1.

Avion	Date	Classe d'occurrence	Etat d'occurrence	Evénement	Contenu de la recommandation	Réponse
					3. Rendre obligatoire une modification de conception existante pour les moteurs TAE 125-01.	Désaccord : l'expérience en service de la flotte ne permet pas de justifier l'application systématique de la modification.
Diamond DA40D F-GUVQ	26.06.2011	Incident	France	Baisse de puissance en croisière, atterrissage forcé sur un aérodrome. Rapport disponible sur le site du BEA : www.bea.aero/docspa/2011/f-vq110626/pdf/f-vq110626.pdf	1. Requérir de Thielert une amélioration de la partie électrique du système de régulation de la pression de carburant des moteurs TAE 125, de manière à la rendre moins vulnérable aux interruptions électriques. 2. Requérir de Thielert le développement de vérifications spécifiques à l'issue des interventions sur la chaîne de régulation de la pression de carburant, afin de détecter d'éventuelles défaillances.	Recommandation à l'étude
						Recommandation à l'étude

4 - RENSEIGNEMENTS SUPPLÉMENTAIRES

4.1 Certification des moteurs

4.1.1 Cas général

Le texte européen définissant les conditions techniques applicables en matière de certification des moteurs est le CS-E (Certification Specifications for Engines).

Le CS-E ne propose pas de classification des effets des pannes pouvant affecter les moteurs à pistons. Il ne propose donc pas de taux d'apparition maximal des pannes.

4.1.2 Particularités des moteurs Thielert

Le moteur TAE 125-01 a été certifié sur la base des conditions techniques définies par le JAR-E, change 10. Les moteurs TAE 125-02-99 et 125-02-114 ont été certifiés sur la base des conditions techniques définies par le CS-E dans sa version du 23 septembre 2003.

Les bases de certification du moteur TAE 125-02-99 sont énoncées dans le CRI-A1. Les moteurs TAE 125 étant initialement issus de moteurs achetés en sortie de production du constructeur automobile, Thielert n'a pas accès aux spécifications de tous les éléments constitutifs du moteur. Il ne maîtrise pas non plus les modifications pouvant être apportées par le constructeur automobile. Par conséquent, plusieurs facteurs compensatoires ont été mis en place par l'Autorité primaire de certification (LBA puis AESA) afin de pallier l'impossibilité pour Thielert de démontrer la conformité à certaines exigences techniques du JAR-E puis du CS-E.

Afin d'établir un certain niveau de confiance en ces facteurs compensatoires, l'AESA a imposé à Thielert de lui signaler :

- tout arrêt du moteur en vol ;
- toute dépose non programmée du moteur ;
- toute perte inattendue de puissance ou du contrôle du pas de l'hélice ;
- tout feu moteur ;
- tout défaut pouvant conduire à une situation dangereuse pour la sécurité.

Par ailleurs, l'Autorité primaire de certification a prescrit une condition spéciale relative à l'analyse de panne pour chacune des variantes du moteur. Pour le moteur TAE 125-02-99, cette condition spéciale fait l'objet du CRI-T2 et fournit une classification des pannes et des défaillances sur le fonctionnement du moteur. Les défaillances conduisant à une perte de puissance totale ou partielle (décrites comme des pannes moteur « sûres ») sont classées « mineures⁽¹⁵⁾ ».

4.2 Certification et utilisation des avions légers

Le texte européen définissant les conditions techniques applicables en matière de certification des avions de catégories normale, utilitaire, acrobatique et navette est le CS-23.

La sous-partie E du CS-23 définit les conditions techniques applicables pour la certification de l'installation motrice sur ces aéronefs. Cette sous-partie ne définit pas de condition technique complémentaire pour l'installation motrice en cas d'utilisation de l'avion en IFR ou en VFR de nuit. Elle ne demande pas d'analyse des défaillances de l'installation motrice.

⁽¹⁵⁾A titre d'exemple, une défaillance conduisant à un feu non maîtrisable est classée « dangereuse ».

En France, l'arrêté du 24 juillet 1991 relatif aux conditions d'utilisation des aéronefs civils en aviation générale définit notamment l'équipement minimal exigé en IFR et en VFR de nuit. Ces listes d'équipement minimal ne comprennent aucun item spécifique à l'installation motrice.

Une proposition de réglementation sur les opérations aériennes, comprenant notamment en annexe la Partie NCO (Non-Commercial Operations, partie relative à l'utilisation des aéronefs non complexes⁽¹⁶⁾ en utilisation non commerciale), est actuellement soumise à la Commission européenne. Le projet de texte, disponible sur le site internet de l'AESA, ne définit pas d'item spécifique à l'installation motrice dans les listes d'équipement minimal pour l'exploitation en IFR ou en VFR de nuit.

En aviation générale, le rapport des heures de fonctionnement peut, comme c'est le cas en France, ne pas être obligatoire. Aucun taux d'apparition ne peut donc être associé aux différentes catégories de défaillances.

4.3 Suivi de navigabilité

Le suivi de navigabilité repose notamment sur l'évaluation de la criticité des occurrences. Il est effectué par le détenteur du certificat de type et l'Autorité selon les principes établis dans la section A de la Partie 21 du Règlement (CE) n° 1702/2003 de la Commission du 24 septembre 2003 établissant des règles d'application pour la certification de navigabilité et environnementale des aéronefs et produits, pièces et équipements associés, ainsi que pour la certification des organismes de conception et de production.

4.3.1 Notification des événements

L'article 21A.3 de la partie 21 stipule que le titulaire d'un certificat de type :

- ❑ *« doit posséder un système pour recueillir, examiner et analyser les rapports et les informations ayant trait aux pannes, mauvais fonctionnements, défauts ou tout autre événement qui a ou qui est susceptible d'avoir des effets préjudiciables sur le maintien de la navigabilité du produit, de la pièce ou de l'équipement couvert par le certificat de type [...]»*
- ❑ *doit rendre compte à l'Agence de toute panne, mauvais fonctionnement, défaut ou autre problème — lié à un produit, une pièce ou un équipement couvert par l'un des documents énumérés ci-dessus — qui a abouti ou qui peut aboutir à des conditions pouvant compromettre la sécurité. »*

Cet article précise également que :

- ❑ *« Ces rapports doivent être transmis, dès que possible, sous une forme et d'une manière établies par l'Agence, et en aucun cas plus de 72 heures après l'identification de la condition pouvant compromettre la sécurité, à moins que des circonstances exceptionnelles n'empêchent cela.*
- ❑ *Lorsqu'un événement [...] provient d'une déficience dans la conception [...], le titulaire du certificat de type [...] doit rechercher la cause de la déficience et rapporter à l'Agence les résultats de ses recherches et informer celle-ci de toute action qu'il entreprend ou propose d'entreprendre afin de remédier à cette déficience. »*

⁽¹⁶⁾La définition d'aéronef complexe est donnée par l'article 3(j) du Règlement (CE) n° 216/2008 du Parlement européen et du Conseil du 20 février 2008 concernant des règles communes dans le domaine de l'aviation civile et instituant une Agence européenne de la sécurité aérienne, et abrogeant la directive 91/670/CEE du Conseil, le règlement (CE) n° 1592/2002 et la directive 2004/36/CE.

La définition d'une condition pouvant compromettre la sécurité (*unsafe condition*) est proposée dans l'AMC 21A.3B(b) :

« a) Événement de nature à occasionner des victimes, avec généralement la destruction de l'avion [...]

Sauf s'il est démontré que la probabilité de cet événement est dans les limites définies par les normes de certification⁽¹⁷⁾.

[...] »

Le document précise que certains événements à caractère répétitif peuvent être considérés comme des « *unsafe conditions* », s'ils sont susceptibles de conduire aux conséquences décrites ci-dessus dans certaines conditions opérationnelles.

Note : le *Guidance Material 21A.3B(b)* fournit une méthodologie et des exemples pour déterminer si une « *unsafe condition* » existe.

Lorsque l'AESA estime qu'une « *unsafe condition* » a existé ou existe et peut se reproduire sur un autre avion, elle peut émettre une consigne de navigabilité.

4.3.2 Estimation du taux d'arrêts moteur

Les titulaires de certificat de type moteur peuvent fournir une estimation du taux d'arrêts moteur. Thielert rapporte de manière hebdomadaire trois taux à l'AESA dans le cadre du suivi de navigabilité :

- les arrêts « basiques⁽¹⁸⁾ » du moteur en vol ;
- les arrêts « basiques » du moteur en vol + les arrêts moteur dont l'origine n'est pas encore identifiée ;
- les arrêts « basiques » du moteur en vol + les arrêts moteur dont l'origine n'est pas encore identifiée + les arrêts du moteur « non basiques⁽¹⁹⁾ ».

La définition réglementaire de l'arrêt du moteur est donnée dans l'AMC 20⁽²⁰⁾, dans un paragraphe dédié aux seuls vols ETOPS⁽²¹⁾. Cette définition est donnée en annexe 3.

Il n'existe pas d'exigence réglementaire sur ces taux. Cependant, l'AESA explique comparer ces données avec un taux moyen d'arrêts en vol « basiques » des moteurs à pistons, estimé par la FAA, de 10 par 100 000 heures de vol, en aviation générale⁽²²⁾. Pour les autres taux, il n'existe pas de telle référence.

Fin février 2012, Thielert estime que le taux moyen d'arrêts « basiques » en vol du moteur TAE 125-01, sur toute sa durée de fonctionnement depuis sa mise en service, est d'environ 5,9 par 100 000 heures de vol. Si l'on considère les trois types d'arrêts du moteur, le taux estimé par Thielert est d'environ 10,3 par 100 000 heures de vol.

Fin février 2012, Thielert a estimé que le taux moyen d'arrêts « basiques » en vol du moteur TAE 125-02-99, sur toute sa durée de fonctionnement depuis sa mise en service, était d'environ 4,8 par 100 000 heures de vol. Si l'on considère les trois types d'arrêts du moteur le taux estimé par Thielert est d'environ 8,8 par 100 000 heures de vol.

⁽¹⁷⁾Les normes de certification ne prévoient de limite de probabilité d'occurrence que pour les aéronefs certifiés selon le CS 25, dans l'AMC 25.1309.

⁽¹⁸⁾Source Thielert : les arrêts du moteur en vol « basiques » sont des pertes de plus de 15 % de la puissance, dues à la défaillance d'un élément contenu dans le certificat de type du moteur.

⁽¹⁹⁾Source Thielert : les arrêts du moteur en vol « non basiques » sont des pertes de plus de 15 % de la puissance, dues à un acte de maintenance ou à une exploitation inappropriés du moteur.

⁽²⁰⁾General Acceptable Means of Compliance for Airworthiness of Products, Parts and Appliances.

⁽²¹⁾AMC 20-6 rev. 2, Chapter I General Considerations, Section 4 Terminology.

⁽²²⁾Memorandum du 24 mai 1999 du bureau « Engine and Propeller Standards Staff » de la FAA.

4.4 Utilisation des moteurs par des exploitants et enquêtes de sécurité conduites sur des incidents

De nombreux contacts ont été établis entre des exploitants d'avions équipés de moteurs Thielert et le BEA au cours des différentes enquêtes.

Les exploitants communiquent également entre eux sur les défaillances rencontrées. Les incidents survenus en service associés à la nouveauté du moteur les ont conduits à échanger régulièrement des informations au sujet des défaillances. Ils expliquent attendre une meilleure communication de la part du constructeur lorsqu'ils rencontrent des défaillances en service.

Certains d'entre eux ont ainsi mis en place des restrictions d'utilisation pour les vols en monomoteur à la suite de défaillances et par crainte d'une panne moteur pouvant conduire à un accident. Ces restrictions peuvent être :

- l'interdiction des vols de nuit ;
- l'interdiction des vols en IFR en IMC ;
- l'interdiction de vol solo.

Il est possible qu'un sentiment de manque de communication avec Thielert ait contribué à créer une inquiétude chez les exploitants et les ait conduits à notifier de nombreux incidents.

Sans en remettre le principe en question, des notifications plus ciblées auraient sans doute conduit le BEA à limiter le nombre d'enquêtes et à ne pas enquêter sur des incidents relevant du seul suivi de navigabilité.

5 - ANALYSE

5.1 Correction des défaillances constatées

Les problèmes techniques suivants ont été mis en évidence au cours de treize enquêtes : défauts de conception de différents éléments du moteur, de procédures de maintenance ou de procédés de révision des pièces. Dans chaque cas, le constructeur du moteur a apporté une solution : modifications récurrentes de potentiel, modification des procédures de maintenance ou des procédés de fabrication, modification de la conception. De plus, les estimations de taux d'arrêts du moteur établies par Thielert, se révèlent meilleures que celles de la FAA, prises comme référence par l'AESA. En conséquence, une revue de la certification du moteur ne paraît pas adaptée.

Certaines défaillances ont cependant montré que des voies d'amélioration étaient nécessaires. Celles rencontrées sur la chaîne de régulation carburant indiquent une certaine fragilité de cette dernière puisque toute défaillance de l'alimentation électrique entraîne une perte de puissance quasi-totale. Par ailleurs, l'insuffisance des vérifications lors des opérations associées rend impossible la détection d'une éventuelle erreur.

Les défaillances rencontrées sur les pompes carburant basse pression n'ont pas encore été expliquées. Le BEA, en coopération avec Thielert et des laboratoires spécialisés, poursuit l'étude des différents cas de ruptures rencontrés.

5.2 Recommandations de sécurité émises

Des recommandations de sécurité ont été émises par plusieurs bureaux d'enquêtes afin de revoir la certification du moteur, de certains de ses éléments ou des règlements de certification existants. L'AESA a rendu obligatoires, par l'émission de consignes de navigabilité, certaines solutions techniques données par le constructeur. Il n'y a pas eu de modifications de la réglementation applicable en matière de certification des moteurs ou des avions légers.

Ces recommandations ont été émises par les différents bureaux d'enquêtes dans l'intention de prévenir l'apparition de nouvelles défaillances. Elles ne constituent pas une présomption de faute de la part du constructeur. Leurs points communs laissent penser que les défaillances constatées des moteurs Thielert sont représentatives de lacunes dans les règlements de certification.

5.3 Vol de nuit ou en IMC en monomoteur

Certaines écoles ont choisi d'imposer des restrictions d'utilisation telles que l'arrêt des vols de nuit et en IMC en monomoteur. Ces restrictions, mises en place en raison de la survenue de défaillances techniques, ont pour but d'éviter un événement catastrophique en cas de panne moteur. Parmi les neuf accidents pris en compte dans cette étude, seul celui s'étant produit de nuit a conduit à la destruction de l'avion ; les huit autres se sont produits en VMC de jour.

Il apparaît que les règlements de certification ne prévoient pas d'exigence complémentaire sur le moteur ou l'installation motrice en cas d'utilisation, en aviation générale, d'un avion monomoteur en IFR ou en VFR de nuit. Or, dans ces conditions d'exploitation, une panne du moteur peut entraîner un accident aux conséquences catastrophiques (*unsafe condition*). En effet, l'absence de visibilité du sol ne permet pas de réaliser un atterrissage d'urgence en sécurité. Cette situation est commune à tous les monomoteurs certifiés pour le vol IFR ou le vol de nuit, quel que soit le type de moteur.

6 - CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

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.

De nombreuses enquêtes ont été ouvertes par le BEA sur des événements liés aux moteurs Thielert. Plusieurs recommandations ont été adressées à l'AESA par différents bureaux d'enquêtes. Une certaine inquiétude vis-à-vis de l'utilisation de ces moteurs a été constatée par le BEA dans des écoles de pilotage comme au sein d'aéroclubs. Certains exploitants ont mis en place des restrictions d'utilisation afin de prévenir un éventuel accident. Il n'est pas possible de savoir si ces restrictions d'utilisation ont permis d'éviter un accident corporel.

Or, des solutions ont été apportées par le constructeur pour la quasi-totalité des défaillances constatées. Les statistiques indiquent également que le taux d'arrêts en vol des moteurs Thielert n'est pas supérieur à celui d'autres moteurs en aviation générale.

Il n'est donc pas justifié de recommander une revue de la certification des moteurs Thielert.

Néanmoins, l'enquête sur l'incident du F-GUVQ du 25 avril 2010 a mis en évidence une faiblesse dans la conception du système de régulation de la pression de carburant. L'interruption de son alimentation électrique peut en effet conduire à une perte totale de puissance. De plus, aucune vérification spécifique du circuit électrique n'est prévue à l'issue des interventions de maintenance afférentes. Un tel contrôle aurait pourtant permis la détection du défaut avant que la perte de puissance ne se produise. Deux recommandations de sécurité ont été émises dans le rapport final.

Le BEA rappelle ces recommandations :

- ❑ *que l'AESA requière de Thielert une amélioration de la partie électrique du système de régulation de la pression de carburant des moteurs TAE 125, de manière à la rendre moins vulnérable aux interruptions électriques ; [Recommandation FRAN-2012-057]*
- ❑ *que l'AESA requière de Thielert le développement de vérifications spécifiques à l'issue des interventions sur la chaîne de régulation de la pression de carburant, afin de détecter d'éventuelles défaillances. [Recommandation FRAN-2012-058]*

La définition réglementaire européenne de l'arrêt du moteur (AMC 20-6) n'est pas adaptée à l'aviation légère puisqu'elle ne concerne que les opérations de type ETOPS. Ainsi, des comparaisons entre un taux de référence et les taux d'arrêts moteur des différents constructeurs paraissent difficiles à établir. De plus, les pertes de puissance ne permettant pas de maintenir le vol en palier devraient être systématiquement comptabilisées, leurs effets étant similaires à ceux d'un arrêt du moteur.

En conséquence, le BEA recommande que :

- **l'AESA, en collaboration avec la FAA, adopte une définition de l'arrêt moteur pour les aéronefs certifiés selon le CS-23. [Recommandation FRAN-2013-084]**

En France, la majorité des événements se sont produits au cours d'un vol réalisé en VMC de jour. Le pilote a généralement pu atterrir en campagne ou sur un aérodrome à proximité. Cependant, un accident s'est produit en vol de nuit, et d'autres défaillances auraient pu apparaître en IMC, de nuit ou en instruction solo, conditions dans lesquelles la réussite d'un atterrissage d'urgence est aléatoire. Ainsi, les conséquences opérationnelles d'une même défaillance de l'installation motrice peuvent être très différentes en fonction des règles de vol adoptées. Cependant, dans le CS-23, la classification de la panne moteur ne dépend pas des conditions d'exploitation.

En conséquence, le BEA recommande que :

- **l'AESA définisse les fréquences acceptables de survenue des diminutions de puissance, notamment celles ne permettant pas de maintenir le vol en palier, afin d'en établir une classification adaptée aux conditions d'exploitation. [Recommandation FRAN-2013-085]**

Liste des annexes

annexe 1

Tableau des 44 événements enquêtés par le BEA de 2003 à fin août 2011

annexe 2

Recommandations de sécurité émises et réponses de l'AESA

annexe 3

Définition d'arrêt moteur en vol donnée par l'AMC 20-6

annexe 1

Tableau des 44 événements enquêtés par le BEA de 2003 à fin août 2011

Légende :

- **en gras** : événement développé dans l'étude

- *en italique* : enquête non clôturée à la date de publication de l'étude

Note : les 11 événements relatifs aux défaillances des pompes carburant basse pression sont survenus après août 2011.

Date	Immatriculation	Modèle d'aéronef	Type de moteur	Type d'exploitation	Description de l'événement	Classe d'occurrence
22/06/2003	F-GNJV	Diamond DA40D	TAE 125-01	Convenance personnelle	Panne du moteur en montée initiale, atterrissage en campagne : défaut de conception du circuit carburant.	Accident
27/12/2003	F-GUVH	Diamond DA40D	TAE 125-01	Instruction - double commande	Diminution de la puissance du moteur en circuit d'aérodrome, atterrissage manqué hors-piste.	Accident
11/10/2004	F-GUVK	Diamond DA40D	TAE 125-01	Instruction - double commande	Fuite de carburant, interruption volontaire du vol, arrêt du moteur en finale : processus inadapté d'assemblage de la pompe haute pression du circuit de carburant.	Incident
13/11/2004	F-HABN	Diamond DA40D	TAE 125-01	Instruction - solo	Perte de plus de 90 % de la puissance, atterrissage d'urgence sur la piste : carter criqué.	Incident
17/04/2005	<i>F-GJMT</i>	<i>Diamond DA42</i>	<i>2 x TAE 125-01</i>	<i>Autre</i>	<i>Allumage du voyant rouge « low pressure oil » et double allumage des voyants orange « ECU » : arrêt volontaire du moteur, déroutement : câble de transmission de l'information de pression d'huile défectueux</i>	<i>Incident</i>
01/06/2005	F-GUVH	Diamond DA40D	TAE 125-01	Convenance personnelle	Diminution de puissance du moteur en montée, atterrissage d'urgence sur un aérodrome : programme de maintenance inadapté aux amortisseurs de vibration révisés.	Incident
16/06/2005	F-GUVM	Diamond DA40D	TAE 125-01	Instruction - double commande	Arrêt du moteur en courte finale, atterrissage forcé avant la piste, en instruction : défaillance de la pompe carburant basse pression.	Incident grave
29/08/2005	F-GUVN	Diamond DA40D	TAE 125-01	Point fixe	Rupture de l'arbre cannelé de l'amortisseur de couple et de vibrations.	Incident
29/10/2005	F-HABJ	Diamond DA40D	TAE 125-01	Instruction - solo	Arrêt du moteur en montée initiale, demi-tour, sortie longitudinale de piste lors de l'atterrissage : rupture d'une bielle.	Accident
17/11/2005	F-GUVI	Diamond DA40D	TAE 125-01	Instruction - double commande	Passage en surrégime de l'hélice, déroutement, en vol de nuit : colmatage du filtre à huile du circuit de contrôle du pas d'hélice.	Incident
16/01/2006	F-HABP	Diamond DA40D	TAE 125-01	Instruction - solo	Diminution de la puissance du moteur en montée initiale.	Incident
26/01/2006	F-HABM	Diamond DA40D	TAE 125-01	Instruction - double commande	Surrégime de l'hélice lors de la montée, diminution de la puissance du moteur, interruption du vol.	Incident
22/04/2006	F-HABI	Diamond DA40D	TAE 125-01	Instruction - solo	Diminution de la puissance du moteur lors de la montée, allumage des voyants « ECU A FAIL » et « ECU B FAIL », atterrissage à contre-QFU.	Incident

Date	Immatri-culation	Modèle d'aéronef	Type de moteur	Type d'exploitation	Description de l'événement	Classe d'occurrence
28/05/2006	F-BXIT	Cessna F172	TAE 125-01	Convenance personnelle	Allumage des voyants « ECU A FAIL » puis « ECU B FAIL » en croisière, variations du régime du moteur, déroutement.	Incident
09/03/2007	F-HDAA	Diamond DA42	2 x TAE 125-01	Instruction - double commande	Fuite de carburant lors de la montée : limaille coincée entre le joint et le plan de joint de la pompe carburant haute pression lors de l'assemblage chez le constructeur.	Incident
11/06/2007	F-GUVI	Diamond DA40D	TAE 125-01	Instruction - solo	Diminution de la puissance du moteur lors de la montée initiale, interruption du vol : dysfonctionnement de la connectique au niveau des injecteurs	Incident
19/06/2007	F-HJPS	Robin DR400	TAE 125-01	Instruction - double commande	Diminution de la puissance du moteur, atterrissage d'urgence sur une plate-forme ULM : anomalie de conception du circuit d'admission d'air.	Incident
25/06/2007	F-GUVB	Diamond DA40D	TAE 125-01	Convenance personnelle	Surrégime de l'hélice en croisière, diminution de la puissance du moteur, déroutement : défaillance de la vanne de régulation d'hélice.	Incident
26/06/2007	F-GUVO	Diamond DA40D	TAE 125-01	Instruction - solo	Diminution de la puissance du moteur lors de l'étape de base.	Incident
18/07/2007	F-HDAY	Diamond DA40D	TAE 125-01	Convenance personnelle	Diminution de la puissance du moteur, atterrissage forcé dans un champ : rupture de l'axe du turbocompresseur - défaillance probable de fabrication de la collerette de la butée axiale.	Accident
06/12/2007	N315DR	Diamond DA42	2 x TAE 125-01	Autre	Diminution de la puissance du moteur droit en croisière, atterrissage de précaution, arrêt du moteur droit lors de l'atterrissage : défaillance de vanne de régulation d'hélice et de l'électrovanne de régulation de la pression de carburant dans la rampe d'admission.	Incident
28/01/2008	F-GUVX	Diamond DA40D	TAE 125-02-99	Instruction - solo	Diminution de la puissance du moteur en croisière, atterrissage d'urgence sur l'aérodrome de destination : rupture d'un ressort de l'amortisseur.	Incident
21/02/2008	F-HDAU	Diamond DA40D	TAE 125-02-99	Instruction - double commande	Survitesse de l'hélice, diminution de la puissance du moteur, atterrissage d'urgence en campagne lors d'un vol de nuit : rupture de rondelles Belleville de l'amortisseur.	Accident

Date	Immatri- culation	Modèle d'aéronef	Type de moteur	Type d'exploitation	Description de l'événement	Classe d'occurrence
22/04/2008	F-HABR	Diamond DA40D	TAE 125-02-99	Instruction - solo	Diminution de la puissance du moteur, atterrissage d'urgence en campagne : desserrage du raccord de sortie du filtre à carburant.	Accident
12/05/2008	D-EAGB	Cessna F172	TAE 125-02-99	Convenance personnelle	Panne du moteur en croisière, atterrissage forcé en campagne : rupture de rondelles Belleville de l'amortisseur.	Incident
14/02/2009	F-HDIC	Diamond DA40D	TAE 125-02-99	Instruction - solo	Perte de puissance en croisière, atterrissage d'urgence en campagne : sertissage incorrect de la prise femelle du connecteur intermédiaire de la vanne de régulation du circuit carburant.	Accident
11/03/2009	F-HCMB	Diamond DA40D	TAE 125-01	Instruction - double commande	Survitesse de l'hélice, déroutement : défaillance de la vanne de régulation de l'hélice.	Incident
23/06/2009	F-GUVC	Diamond DA40D	TAE 125-02-99	Convenance personnelle	Panne du moteur en croisière, atterrissage forcé sur un aérodrome : rupture du moyeu cannelé de l'amortisseur.	Incident
23/08/2009	D-GLBA	Diamond DA42	2 x TAE 125-01	Convenance personnelle	Atterrissage dur à l'issue d'une approche monomoteur à la suite de l'arrêt du moteur droit : défaillance de la vanne de régulation de l'hélice et manipulation involontaire de la manette de puissance du moteur gauche lors de la finale.	Accident
17/09/2009	F-HDAZ	Diamond DA40D	TAE 125-02-99	Instruction - double commande	Variations de la puissance du moteur en croisière, déroutement : défaillance de la vanne de régulation de l'hélice.	Incident
09/10/2009	F-HDAQ	Diamond DA42	2 x TAE 125-02-99	Instruction - double commande	Arrêt du moteur gauche après l'atterrissage : rupture de l'entraînement de la pompe carburant basse pression.	Incident
17/02/2010	F-HCTE	Diamond DA42	2 x TAE 125-02-99	Convoyage	Diminution de la puissance d'un moteur en croisière, déroutement : défaillance de la tuyauterie de prise de pression de l'air d'admission et utilisation d'une version logicielle obsolète du FADEC.	Incident
04/03/2010	F-HABI	Diamond DA40D	TAE 125-02-99	Instruction - solo	Diminution de la puissance du moteur lors de l'approche, atterrissage forcé en campagne.	Incident
11/03/2010	F-GNAZ	Cessna F172	TAE 125-01	Convenance personnelle	Diminution de la puissance du moteur lors de l'approche, atterrissage forcé en campagne : présence d'air probable dans le circuit de carburant.	Accident

Date	Immatriculation	Modèle d'aéronef	Type de moteur	Type d'exploitation	Description de l'événement	Classe d'occurrence
18/03/2010	F-HCMG	Diamond DA40D	TAE 125-01	Instruction - double commande	Variations du régime de l'hélice lors de l'approche : défaillance probable du connecteur de la vanne de régulation de l'hélice.	Incident
19/03/2010	F-HDAR	Diamond DA42	2 x TAE 125-02-99	Instruction - double commande	Perte totale de la puissance d'un moteur lors de la montée initiale, retour sur l'aérodrome de départ : défaillance de la pompe carburant haute pression.	Incident
06/04/2010	F-HDAP	Diamond DA42	2 x TAE 125-02-99	Point fixe	Défaillance de la pompe de carburant haute pression après 5 heures de fonctionnement : défaut de fabrication d'un élément de la pompe.	Incident
25/04/2010	F-GUVH	Diamond DA40D	TAE 125-01	Instruction - double commande	Surrégime du moteur et déclenchement d'alarmes multiples lors de la montée initiale, en instruction.	Incident
18/05/2010	F-HCPM	Robin DR400	TAE 125-02-99	Convenance personnelle	Panne du moteur en croisière, atterrissage forcé en campagne : rupture du moyeu cannelé de l'amortisseur.	Incident
01/06/2010	F-HCAN	Diamond DA42	2 x TAE 125-02-99	Convenance personnelle	Alarme incendie intempestive sur un moteur, atterrissage de précaution sur un moteur.	Incident
27/10/2010	F-HDAP	Diamond DA42	2 x TAE 125-02-99	Instruction - double commande	Arrêt d'un moteur en croisière : rupture de l'entraînement de la pompe carburant basse pression.	Incident
16/12/2010	F-HCMB	Diamond DA40D	TAE 125-01	Instruction - double commande	Variations de puissance lors de manœuvres, atterrissage de précaution : usure probable des contacts du connecteur de la vanne de régulation de l'hélice.	Incident
11/05/2011	F-GOKD	Diamond DA42	2 x TAE 125-02-99	Instruction - double commande	<i>Rupture en vol d'un élément du disque de friction, déclenchement d'une alarme, atterrissage de précaution.</i>	Incident
26/06/2011	F-GUVQ	Diamond DA40D	TAE 125-02-99	Convenance personnelle	Défaillance de la prise de la Prail valve, perte de puissance en croisière, atterrissage forcé sur un aérodrome.	Incident

annexe 2

Recommandations de sécurité émises et réponses de l'AESA

Accident du G-HASO du 29 avril 2004

Synopsis of the event: The aircraft's engine failed in flight when most of the oil was lost overboard. From an altitude of 2.000 ft the pilot carried out a successful forced landing into a field. The engine's turbocharger compressor had been damaged resulting in an imbalance that caused vibration. This vibration induced a fatigue failure of a bearing and a piece of this bearing passed into the oil scavenge pump, causing it to seize. With the pump seized, the oil separator overfilled causing the engine oil to escape via the breather vent line. This caused a loss of oil that resulted in the engine overheating and then seizing.

Safety Recommendation UNKG-2005-048: The EASA should consider requiring Thielert Aircraft Engines to modify its TAE-125 diesel engine's oil system to reduce the likelihood of sections from a failed turbocharger causing seizure of the oil scavenge pump.

Reply: As a further incident happened within similar circumstances EASA issued the AD 2007-0232 on 23 August 2007 which refers to the Thielert Service Bulletin TM TAE 125-0016, initial issue dated 19 September 2006 and Revision 1 dated 15 June 2007.

Category: Agreement - **Status:** Closed

*Extrait de la revue annuelle des recommandations
de sécurité de 2008 (document AESA)*

Accident du F-HABJ du 29 octobre 2005



Liberté - Égalité - Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Ministère des Transports,
de l'Équipement,
du Tourisme et de la Mer

BEA
Bureau d'Enquêtes et d'Analyses

COPIE

Le Bourget, le

24 NOV. 2005

Monsieur le Directeur Exécutif
Agence Européenne de la Sécurité Aérienne
Postfach 10 12 53
D-50452 Cologne
Allemagne

Copie à Monsieur le Directeur du
Contrôle de la Sécurité
Direction Générale de l'Aviation Civile
50, rue Henry Farman
75720 Paris Cedex 15

N° 007004 /BEA/D

Objet : recommandation de sécurité

Monsieur le Directeur

Le 29 octobre 2005, le DIAMOND AIRCRAFT DA40 immatriculé F-HABJ, équipé d'un moteur THIELERT TAE125, effectuait un atterrissage forcé consécutif à un arrêt du moteur, alors qu'il venait de décoller de l'aérodrome de Castelnaudary.

L'examen préliminaire du moteur a révélé une rupture mécanique de la bielle du cylindre n°1. Des analyses et examens complémentaires sont en cours afin de déterminer plus précisément les raisons de cette défaillance.

Ces travaux ont permis de mettre également en évidence une usure anormale et prématurée de la pompe basse pression carburant. L'usure constatée sur les pignons de cette pompe à engrenages présente de nombreuses similitudes avec les dommages constatés sur celle du DIAMOND AIRCRAFT DA40 immatriculé F-GUVM. Ce dernier, également équipé du moteur THIELERT TAE125, avait effectué un atterrissage d'urgence suite à une perte de puissance en finale, le 16 juin 2005, à proximité de l'aérodrome de Montpellier. Cette défaillance était directement attribuable à une détérioration des pignons de cette pompe.

Au total, trois accidents, un incident grave et sept incidents relatifs à des défaillances moteurs ont été notifiés au BEA en à peine plus de deux ans. Outre les ruptures identifiées ci-dessus, les origines de ces défaillances sont diverses : ruptures mécaniques prématurées de l'arbre d'entraînement de l'embrayage hélice, du carter moteur, de la culasse, panne de la pompe haute pression carburant et de l'embrayage.

La récurrence importante de ces défaillances au vu de la faible expérience en service du moteur THIELERT TAE125 se double d'un manque de traçabilité de certaines opérations ou de certaines pièces, ce qui n'est pas à la hauteur des exigences de l'aviation civile.

En conséquence, le BEA recommande que

L'Agence Européenne pour la Sécurité Aérienne entreprenne de façon urgente une revue de certification du moteur THIELERT TAE125 et, à titre conservatoire, détermine les limitations des conditions d'utilisation de l'avion DIAMOND AIRCRAFT DA40 et si nécessaire, renforce les exigences relatives à l'entretien du moteur.

Aéroport du Bourget
Bâtiment 153
93352 Le Bourget Cedex
France
Tel : +33 1 49 02 72 0
Fax : +33 1 49 02 72 0



Safety Recommendation Reply

Recommendation issued on 24/11/2005

Subject:	Accident to Diamond DA-40, Thielert TAE125 registered F-HABJ on 29/10/2005 in Castelnaudary airfield.
Safety recommendation:	Le BEA recommande que l'AESA entreprenne de façon urgente une revue de certification du moteur THIELERT TAE125 et, à titre conservatoire, détermine les limitations des conditions d'utilisation de l'avion DIAMOND AIRCRAFT DA40 et si nécessaire, renforce les exigences relatives à l'entretien du moteur.
Response category:	Agreement.
Response:	<p>A certification review has lead to the following improvements :</p> <ul style="list-style-type: none">- action 1: EASA AD 2006-0044 issued on 15 February 2006 requires the exchange of the low pressure fuel pump to be incorporated in the Maintenance Manual and mandatory every 300h.- action 2: TAE has increased the number of Maintenance Trainings Seminars- action 3: TAE implemented a note in all new Pilot Operating Handbook supplement revisions that in the case of overspeed, the airspeed must be reduced and that climbing remain possible at 65 KIAS.- action 4: TAE introduced a note in the engine operation and maintenance manual. Diamond can amend its Pilot Operating Handbooks.- action 5: To our knowledge, all clutch shafts above 300h have been exchanged. Magnetic Particle Inspection on all returned shafts showed no signs of crack. The three recorded failures seems to be related to a particular production batch. However, in between all parts are nitrided which also improves the material stress resistance not only against bending load but also against torsional load.
Status:	Closed.

Accident du SE-LTF du 15 février 2005

Recommandation: « *It is recommended that the Civil Aviation Authority and EASA take action to correct the above-mentioned weaknesses in the design and the installation documents of the clutch (RL 2006:08 R1).* »



European Aviation Safety Agency

EASA (2005) CDIR/NLO/51034

Swedish Accident Investigation Board
P O. Box 12538
SE-102 29 Stockholm
SWEDEN

Cologne, 14 December 2005

Subject: Thielert TAE 125 engine – Accident with Aircraft SE-LTF

Your ref : L-03/05 SE-LTF

First, we would like to thank you for the submittal of your investigation report L-03/05 SE-LTF on 12 Dec 2005.

Please be informed that EASA is currently undertaking a review of the Thielert TAE 125-01 engine. Apart from a review of the specific design features of the clutch we will take special care of the assembly and maintenance procedures and related potential deficiencies as outlined in your report.

It is our understanding that the Thielert company has already addressed one potential driving factor for clutch slipping with the publication of Service Bulletin TAE 125-0011, which was also made mandatory by an EASA approved Airworthiness Directive. After our review this may be completed by additional instructions for assembly and maintenance.

Our Propulsion Section will keep you informed about progress of the review.

Yours sincerely,

Copies :

tel: +49 (0)221 89990 4001 • fax: +49 (0)221 89990 4501 • norbert.lohi@easa.eu.int

Postal address: Postfach 10 12 53 • 50452 Cologne, Germany – Visiting address: Ottoplatz 1 • 50679 Cologne, Germany
Tel.: +49 (0)221 8999 0000 • Fax: +49 (0)221 8999 0999 • E-mail: info@easa.eu.int • www.easa.eu.int

Accident du D-GOAL du 4 mars 2007

Synopsis of the event: On 4 March 2007 a DA 42 suffered a total electrical power loss immediately after take-off during the retraction of the landing gear- As result, both engines failed. During the emergency landing on the runways extended centre line, the airplane was severely damaged.

Safety Recommendation GERF-2007-004: EASA should ensure that failure of the entire aircraft electrical system and both engines because of temporary voltage interruptions in the aircraft type DA 42 with electrically controlled engines is effectively prevented. Until the modifications are implemented, these aircrafts should not be operated.

Reply: The EASA has addressed this issue by issuing Airworthiness Directives 2007-0182 and 2007-0183 on 02.07.2007, mandating technical solutions proposed by the aircraft and the engine manufacturer.

Airworthiness directive 2007-182, regarding TAE125-01 and TAE125-02-99 engines installed in Diamond DA42 aircraft, requires the inspection of the engine installation to verify conformity to the instructions contained in the Engine Installation Manuals IM-02-01 or IM-02-02, dealing with the electrical system and the FADEC, as revised by the engine manufacturer following this event.

Airworthiness directive 2007-0183 mandates the modification of the electrical system of the DA 42 aircraft, by the installation of additional Engine Control Unit backup batteries, in accordance with the aircraft manufacturer's Mandatory Service Bulletin 42-042 and Work Instruction WI-MSB-42-042, issued in June 2007. It also mandates the amendment to the DA 42 Aircraft Maintenance Manual made by the aircraft manufacturer after this event, and the update of the operators maintenance programme. Finally, it mandates the amendment to the DA42 Airplane Flight Manual, introduced by the aircraft manufacturer following the event.

Category: Partial Agreement - **Status:** Closed

*Extrait de la revue annuelle des recommandations
de sécurité de 2008 (document AESA)*

Accident du OY-RBB du 7 juin 2007

Synopsis of the event: During a training flight the instructor and student pilot practised an emergency landing exercise. During reduction of the engine power, both engine control system warning lights started to flash, and the engine stopped. Subsequently the instructor took over control of the aircraft and executed an emergency landing on a meadow. The aircraft was seriously damaged however the occupants suffered no injuries.

Safety Recommendation NETH-2011-014: The European Aviation Safety Agency (EASA) is recommended to revise the certification requirements for the TAE-125-01 diesel engine design, with the emphasis being put on the fail-safe principle being applied to an individual engine component, as well as to the complete power plant system including its electronic failure mode.

Reply: EASA acknowledges receipt of this Safety Recommendation. Please be advised that it is under consideration and that the outcome will be communicated to you in due course.

Category: Unknown - **Status:** Open

*Extrait de la revue annuelle des recommandations
de sécurité de 2011 (document AESA)*

Accident du OE-FCL du 20 juillet 2007

Synopsis of the event: Der Pilot führte mit einem Passagier vom FlughafenLinz zum Flugplatz Krems/Gneixendorf mit dem gegenständlichen Luftfahrzeug einen Privatflug durch. Beim Rückflug nach Linz fiel nach dem Start das rechte Triebwerk aus, worauf der rechte Propeller in Segelstellung wechselte. Der Pilot wollte jedoch den Flug zum Zielflugplatz fortsetzen. Da er Probleme bekam, den ausfallsbedingten Momentenausgleich zu bewerkstelligen und Flughöhe verlor, versuchte er das rechte Triebwerk wieder zu starten, was jedoch misslang. Der rechte Propeller befand sich nunmehr nicht mehr in Segelstellung, wodurch das Luftfahrzeug stärker an Flughöhe verlor. Der Pilot entschloss sich nahe St.Pantaleon/NÖ zu einer Notlandung. Im Endanflug bemerkte er eine etwa quer zur Anflugrichtung verlaufende Stromleitung, die er versuchte zu unterfliegen. Nach dem Aufsetzen überschlug sich das Luftfahrzeug. Der Pilot wurde schwer, seine Passagierin leicht verletzt. Das Luftfahrzeug wurde zerstört.

□ Recommendation 1

Safety Recommendation AUST-2009-008: Festlegung von Triebwerksausfällen als Major Event im Rahmen der Zertifizierung von Luftfahrzeugen bzw. Triebwerken nach den Certification Specifications 23 (CS-23) bzw. Certification Specifications Engines (CS-E):Derzeit werden im Rahmen von Zertifizierungen von Luftfahrzeugen nachden CS-23 bzw. den CS-E Triebwerksausfälle als Minor Event eingestuft. Für ein- und zweimotorige Luftfahrzeuge, die nach den CS-23 zertifiziert sind, stellt jedoch ein Triebwerksausfall eine schwere Störung mit hohem Gefährdungspotential dar (z.B. mehrere Unfälle der DA 42 nach Ausfall eines einzelnen Triebwerkes). Im Rahmen von Zertifizierungen von Luftfahrzeugen bzw. Triebwerken nach den CS-23 bzw. CS-E sollten Triebwerksausfälle als Major Event gewertet werden.

Reply: Certification Specifications (CS) 23 for Normal, Utility, Aerobatic and Commuter Aeroplanes and CS-E for Engines do not take a probabilistic approach to piston engine failure. Reference to minor and major severity classifications for piston engine failures are therefore inappropriate for this class of aircraft. For piston engines, CS-E.210 requires that a failure analysis be performed to establish that no single fault could lead to unsafe engine conditions beyond the normal control of the flight crew. While no specific reliability target is given, state-of-the-art engines typically achieve loss of power rates of between 10⁻³ and 10⁻⁵/flight hour. Aircraft are certificated on the basis of assured continued safe flight or landing following engine failure. In effect, CS-23 mitigates the consequence of engine failure, for instance by controlling stalling speed (V_{so}) and structural crashworthiness for single engine aircraft, or by requiring investigation of handling qualities and performance of multiple engine aeroplanes with a failed engine. However, it cannot be excluded that, under some conditions, the effects of engine partial or complete loss of power at aircraft level remain more severe than minor or even major, but the overall safety objectives can still be met considering the reduced exposure time to such conditions. While the Agency will continue to monitor accident/incident trends and related causal factors, there is currently no safety/economic data to support changing airworthiness standards in order to increase piston engine reliability.

Category: Disagreement - **Status:** Closed

*Extrait de la revue annuelle des recommandations
de sécurité de 2011 (document AESA)*

□ Recommendation 2

Safety Recommendation AUST-2009-009: Gesamtanalyse der Auswirkungen der Acceptable Means of Compliance (AMC), der Certification Review Items (CRI) bzw. der Special Conditions im Rahmen von Zertifizierungen von Luftfahrzeugen / Triebwerken / Propeller nach Certification Specifications 23 (CS-23), Certification Specifications Engines (CS-E) bzw. Certification Specifications Propeller (CS-P):

Im Rahmen der Zertifizierungen von Luftfahrzeugen/Triebwerken/Propellern nach CS-23/CS-E/CSP können und werden aus verschiedenen Gründen (z.B. weil die CS-23/CS-E/CS-P noch keine Regelungen enthalten, die dem Stand der Technik entsprechen, auf Wunsch des Herstellers o.a.) oft zahlreiche CRI's bzw. Special Conditions festgelegt, die Teil der genehmigten Zertifizierung werden. Auch wenn einzelne AMC's, CRI's bzw. Special Conditions unproblematisch erscheinen, besteht dennoch die Möglichkeit, dass diese im Zusammenwirken mit anderen AMC's, CRI's bzw. Special Conditions im Betrieb des Gesamtluftfahrzeuges zu kritischen Störungen führen können.

Im Rahmen von Zertifizierungen von Luftfahrzeugen, Triebwerken und Propellern nach CS- 23, CSE beziehungsweise CS-P sollten die AMC's, CRI's und Special Conditions in Bezug auf mögliche Auswirkungen auf das Gesamtluftfahrzeug einer Gesamtanalyse unterzogen werden.

Reply: The Agency agrees with this recommendation but believes that the current regulations are covering this Safety Recommendation. Certification of aviation products is carried out in accordance with Commission Regulation (EC) 1702/2003 and its Annex, Part 21 which details the establishment of certification basis, including Special Conditions (21A.16B). Certification Review Items are part of the certification process and are raised to record the means of compliance to be shown with the appropriate Certification Specifications in cases where direct applicability and compliance is not directly clear and where special conditions, alternative means of compliance or equivalent safety findings are proposed. In addition, guidance material is issued by EASA to assist in this process. The impact of these mechanisms in establishing compliance with the Essential Requirements of Commission Regulation (EC) 216/2008 is subject to an overall analysis in the context of the certification of aircraft, engines and propellers according to the appropriate Certification Specifications. As a result of this a Final Report is issued and the Type Certificate is issued on the basis of the statements of compliance contained therein.

Category: Agreement - **Status:** Closed

*Extrait de la revue annuelle des recommandations
de sécurité de 2010 (document AESA)*

□ Recommendation 3

Safety Recommendation AUST-2009-010: Maßnahmen zur Verbesserung der Flugleistung und der Steuerfähigkeit nach Ausfall eines Antriebes bei zweimotorigen, nach den CS-23 zertifizierten Luftfahrzeugen:

Es wurde festgestellt, dass Piloten der DA 42 nach Ausfall eines Triebwerkes Steuerungsprobleme und Probleme hatten, die Flughöhe zu halten.

Im Vergleich zu Verkehrspiloten sind Piloten von Luftfahrzeugen, die nach der CS-23 zugelassen sind, im Regelfall weniger umfangreich ausgebildet, haben weniger Übung und Flugerfahrung und fliegen außerdem im Regelfall als „Single Pilot“.

In den Zulassungsvorschriften sollten geeignete Maßnahmen gesetzt werden, die es Piloten von zweimotorigen, nach den CS-23 zertifizierten Luftfahrzeugen nach Ausfall eines Triebwerkes (vor allem des kritischen Triebwerkes) ermöglichen, der aufgetretenen schweren Störung sicherer zu begegnen (z.B. Verbesserung der Steuerfähigkeit, Erhöhung der vorgeschriebenen Leistungsreserven).

Reply: In the future EASA pilot licensing rules, the type rating requirements for multi-engine aeroplanes are proposed to be the same whatever the licence held by the pilot or the certification standard of the aircraft (refer Notice of Proposed Amendment 2008-17 available on the EASA website). These requirements contain training and testing provisions regarding one engine failures. The Diamond DA 42 has similar capabilities as other Certification Specifications (CS) 23 aircraft. EASA does not intend to differentiate according to the certification standard. However, in December 2010 the Agency conducted an Operational Evaluation Board (OEB) review of the current training practices, specifically the differences training as described in the Joint Aviation Requirement on Flight Crew Licencing (JAR-FCL) 1.235(c)(1). The OEB concluded that difference training courses between Multi-Engine Piston (MEP) variants should be conducted by a Flight Training Organisation (FTO) or Type Rating Training Organisation (TRTO) when the differences between the variants include:

- i) Electronic Flight Instrument System (EFIS) displays,
- ii) integrated avionics,
- iii) single lever engine operation,
- iv) other systems as determined by the Authority.

The full details of the OEB evaluation are available at the EASA website.

Category: Partial Agreement - **Status:** Closed

*Extrait de la revue annuelle des recommandations
de sécurité de 2011 (document AESA)*

Accident du OE-FCL du 20 juillet 2007

☐ Recommandation 4

Safety Recommendation AUST-2009-011: Änderung der Zertifizierungsvorschriften für Kolbentriebwerke CS-E:

Nach der Zertifizierung der DA 40 und DA 42 mit TAE Triebwerken Centurion 1,7 und 2,0 sind eine Vielzahl von schweren Störungen und Antriebsausfälle aufgetreten. Die Zertifizierungsvorschriften sollten dahingehend geändert werden, dass vor der ersten Auslieferung an Kunden die Funktion des Gesamtsystems in voll konformer Installation über einen wesentlichen Zeitraum der angestrebten TBO ohne Antriebsausfall oder markantem mechanischen Defekt nachgewiesen wird.

Reply: The Agency has initiated a rulemaking task RMT.0180 (former E.010) 'Initial Maintenance Inspection' to address this issue. The Agency will consider the Safety Recommendation as part of this rulemaking task.

Category: Unknown - **Status:** Open

*Extrait de la revue annuelle des recommandations
de sécurité de 2011 (document AESA)*

□ Recommendation 5

Safety Recommendation AUST-2009-012: Ausfallsicherheit von Antrieben mit Kolbentriebwerken:

Nach der Zertifizierung der DA 40 und DA 42 mit TAE Triebwerken Centurion 1,7 und 2,0 sind eine Vielzahl von schweren Störungen und Antriebsausfälle aufgetreten. Die vorausgesagte Standfestigkeit hat mit der tatsächlichen bei weitem nicht übereingestimmt. Bei konventionellen Antrieben und Zulassungen war es üblich, bei bekannt ausfallkritischen Teilen wie z.B. der Zündung diese doppelt auszuführen. Dies ist nicht mehr der Fall. Gleichzeitig hat die Anzahl der ausfallkritischen Teile, die sich in modernen Antrieben befinden, zugenommen. Daher führt der Ausfall einzelner Bauteile zu kompletten Triebwerksausfällen. Es sollte geeignete Maßnahmen getroffen werden, die in der Praxis sicherstellen, dass die angenommene Ausfallwahrscheinlichkeit des Einzelantriebes (Einzeltriebwerk incl. allfälliger Getriebe, Kupplungen, Propellerregelungen etc.) gewährleistet ist. Dies sollte u.a. die weitgehend redundante Ausführung von ausfallkritischen Bauteilen (z.B. Elektro - ((z.B. Main Bus System)) und Treibstoffversorgung, Zündung, Propellerregelung etc.) beinhalten.

Reply: It should be noted that all piston engines, conventional as well as non-conventional, have non-redundant components that can cause an engine shut down or power loss (e.g. a failure of a carb float of a conventional spark ignited carburetted piston engine). The engine certification rules have never required redundant fuel systems for piston engines. Therefore there is no significant difference in the fuel system design of conventional and non-conventional piston engines. Because diesel engines are self-igniting, there is no need for an ignition system at all. EASA has reviewed the in-flight shut down/power loss (IFSD) rate of the TAE 125 engines. After implementing of several mandatory corrective actions, the IFSD rate of the TAE 125-01 and TAE 125-02 engines is now well in the expected range for piston engines. The FAA has established the following general event rates for piston engines (see FAA Memorandum 1999-00006):

- Shutdowns/power losses: >1 every 10,000 hours;
- Accidents: 1 every 100,000 hours;
- Fatal Accidents: 1 every 1,000,000 hour.

The actual IFSD of the TAE 125 engines is around 0.4 every 10,000 flight hours (rolling 12 month) which is less than half of the IFSD rate established by the FAA.

Category: Disagreement - **Status:** Closed

Extrait de la revue annuelle des recommandations de sécurité de 2011 (document AESA)

A la date de publication de cette étude, la réponse de l'AESA à la sixième recommandation contenue dans le rapport sur l'accident du OE-FCL du 20 juillet 2007 n'était pas mise en ligne sur le site internet <http://www.easa.europa.eu/safety-and-research/safety-recommendations.php>.

Accident du OH-CAU du 28 septembre 2007

Synopsis of the event: An air accident occurred at approximately 16:29 on Friday 28 September 2007 at Sipoonlahti, west of the city of Porvoo. A Cessna 172N, registration OH-CAU, made an emergency landing on Porvoo motorway, close to the Sipoonlahti exit. In addition to the pilot there were two passengers onboard. No-one was injured; however, the aircraft sustained major damage. The incident caused no harm to road traffic.

□ Recommendation 1

Safety Recommendation FINL-2009-001: The investigation commission recommends that the EASA take action to establish whether JET A1 can safely be used as fuel in diesel engine-equipped aircraft, and if it can, the required measures.

Reply: EASA has reviewed the issues related to JET A1 and determined that it can be used safely in diesel-engine powered aircraft. EASA will monitor also possible future changes of JET A1. EASA issued 22 January 2009 the Safety Information Bulletin 2009-02 "Piston Engine Powered Aircraft, operated on Automotive-or Jet Fuel" which is partly addressing this issue.

Category: Agreement - **Status:** Closed

□ Recommendation 2

Safety Recommendation FINL-2009-002: The investigation commission recommends that the EASA consider whether a new type certificate test be required for TAE engine high-pressure fuel pumps, using such JET A1 fuel which meets the lowest permissible lubricity value set for jet engine fuel.

Reply: The engine manufacturer has retested the high-pressure fuel pumps with low lubricity test fuels, High Frequency Reciprocating Rig (HFRR) tests, (HFRR >900 μ m). Necessary design changes to the high pressure pumps are implemented during the mandatory pump inspections where all pumps are sent back to Thielert for complete inspection. These measures will ensure safe operation in the future. It should be noted that there is no lowest permissible HFRR lubricity value set for jet engine fuels. So testing was done for fuels of the lowest known HFRR lubricity value.

Category: Agreement - **Status:** Closed

*Extrait de la revue annuelle des recommandations
de sécurité de 2010 (document AESA)*

Recommandation isolée du bureau d'enquêtes allemand (Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung - BfU) sur deux pertes de puissance en vol les 11 et 28 septembre 2007

Synopsis of the event: Two occurrences of an Inflight loss of power

Safety Recommendation GERF-2007-010: EASA should establish appropriate corrective measures for the engines already in production and operation to prevent the unsafe condition.

Reply: EASA has in close connection with TAE reviewed and discussed this safety recommendation. As a result of this and some additional testing, TAE issued the Service Bulletin TM TAE 125-0017 on 14 December 2007 which requires an inspection of all affected engines. The EASA has issued Airworthiness Directive No. 2008-0016 in order to mandate this action. Based on the results of this inspection possible further actions will be determined, which we would communicate with you. The EASA believes that these actions adequately address, at this stage, this safety recommendation.

Category: Agreement - **Status:** Closed

*Extrait de la revue annuelle des recommandations
de sécurité de 2008 (document AESA)*

Accident du SE-LTF du 7 février 2008

Synopsis of the event: The pilot took off from Gothenburg City Airport for a solo navigation exercise to gain a night-time endorsement to his pilot's licence. After about ten minutes of flight the engine stopped. The pilot carried out an emergency landing on the only available lit area, on the E45, which is a four-lane motorway. The right wing struck a lighting column before the aircraft landed on the ground. Immediately after touching down the aircraft collided with a private car. The aircraft then slid off the road and continued along the grass to the left of the road. Another private car was struck by gravel and wreckage parts as the aircraft finally stopped. The pilot was unhurt and could exit the aircraft without assistance. Neither of the car drivers were injured.

Safety Recommendation SWED-2009-015: It is recommended that EASA considers a fresh evaluation of its criteria in assessing airworthiness, so that aircraft with known serious design faults are not permitted to fly.

Reply: A structural or fatigue analysis, various types of risk assessment methodologies such as provided in Part 21 Guidance Material 21A.3(b), or engineering judgment, are routinely used to define acceptable compliance times for the correction of an unsafe condition and provide for acceptable safety levels. The Agency agrees that for the specific issue of the Thielert cracked fuel pipe, corrective action should be taken with a compliance time of "before further flight". This was implemented by EASA through Emergency Airworthiness Directive (EAD) 2008-0056R1-E, as soon as sufficient information was available to justify this decision.

Category: Disagreement - **Status:** Closed

*Extrait de la revue annuelle des recommandations
de sécurité de 2010 (document AESA)*

Accident du PH-SVU du 12 juillet 2008

Synopsis of the event: During a training flight the instructor and student pilot practised an emergency landing exercise. During reduction of the engine power, both engine control system warning lights started to flash, and the engine stopped. Subsequently the instructor took over control of the aircraft and executed an emergency landing on a meadow. The aircraft was seriously damaged however the occupants suffered no injuries.

Safety Recommendation NETH-2011-014: The European Aviation Safety Agency (EASA) is recommended to revise the certification requirements for the TAE-125-01 diesel engine design, with the emphasis being put on the fail-safe principle being applied to an individual engine component, as well as to the complete power plant system including its electronic failure mode.

Reply: EASA acknowledges receipt of this Safety Recommendation. Please be advised that it is under consideration and that the outcome will be communicated to you in due course.

Category: Unknown - **Status:** Open

*Extrait de la revue annuelle des recommandations
de sécurité de 2011 (document AESA)*

Incident au Luxembourg le 22 août 2009

Synopsis of the event: On Tuesday, 22 August 2009, at 18:03 UTC after take-off from ELLX, a Piper PA28-161 aircraft reengined with a Thielert Aircraft Engines TAE 125-01 unit encountered an in-flight power loss which resulted in an emergency off-airport landing on an uphill sloped pasture field. The glider experienced pilot and his passenger were uninjured and the airplane did not sustain any damage resulting from the emergency landing.

□ Recommendation 1 :

Safety Recommendation LUXM-2009-001: EASA should request the engine manufacturer to withdraw the inspection method using a flexible magnet from (SB) TM TAE125-0017.

Reply: EASA has reviewed the inspection methods of the Thielert Aircraft Engines (TAE). It was found that both methods can be used but the areas for investigation in the oil sump have to be described more detailed in Service Bulletin (SB) TM TAE 125-0017. TAE revised the SB (Rev. 3 dated 5 March 2010) and extended the instructions for both methods by adding pictures and information about the inner walls of the oil pan.

Category: Partial Agreement - **Status:** Closed

□ Recommendation 2

Safety Recommendation LUXM-2009-002: EASA should require all engines inspected with a flexible magnet in accordance with Service Bulletin (SB) TM TAE125-0017 to undergo, as soon as possible, an inspection using a flexible borescope in accordance with SB TM TAE125-0017.

Reply: Due to the declining number of affected engines (because of implanting Thielert Aircraft Engine (TAE) modification No 2007-001 and replacement of TAE 125-01 engines by TAE 125-02-99 engines), the revised instructions and the overall experience from the field, the low likelihood of undetected oil nozzle failure is being reduced further. The flexible magnet method does provide the same results as the borescope method, if carried out properly.

Category: Disagreement - **Status:** Closed

□ Recommendation 3

Safety Recommendation LUXM-2009-003: EASA should consider mandating the TAE Design Modification No. 2007-001 for aircraft affected by AD No.: 2008-0016 R1.

Reply: EASA together with Thielert Aircraft Engine (TAE) GmbH has reviewed the issues related to the oil nozzle problem of the TAE 125-01 engines. The in-service experience of the fleet does not concur to warrant the TAE design Modification No 2007-001.

Category: Disagreement - **Status:** Closed

*Extrait de la revue annuelle des recommandations
de sécurité de 2010 (document AESA)*

Accident du F-GUVQ du 12 juillet 2008

L'enquête a montré qu'en cas d'interruption de l'alimentation électrique de la Prail valve, la pression dans la rampe d'admission commune chute soudainement et le pilote doit réaliser un atterrissage forcé. Plusieurs événements de ce type se sont produits, et ont donné lieu à des recommandations de sécurité. Une personne a été gravement blessée. Le sectionnement du fil sur le F-GUVQ s'est probablement produit à la suite d'une action de maintenance en mars 2009. Il n'a pas été possible de déterminer si le mécanicien a connu quelque difficulté dans la réalisation de cette action de maintenance, plus de deux ans avant l'événement. Cependant, juste après cette intervention et depuis lors, aucun contrôle n'a permis de détecter le défaut jusqu'à ce que l'événement se produise.

Sans que la certification complète du moteur soit revue, la chaîne de contrôle de la pression de carburant peut être améliorée. En effet, l'absence de redondance sur ce système critique peut rapidement conduire à une situation d'urgence. De même, pour les événements du F-GUVQ et du PH-SVU, des contrôles spécifiques lors de visites de maintenance auraient permis de détecter le défaut présent sur le câble avant l'événement.

En conséquence, le BEA recommande que :

- ❑ L'AESA requière de Thielert une amélioration de la partie électrique du système de régulation de la pression de carburant des moteurs TAE 125, de manière à la rendre moins vulnérable aux interruptions électriques ; [Recommandation FRAN-2012-057]
- ❑ L'AESA requière de Thielert le développement de vérifications spécifiques à l'issue des interventions sur la chaîne de régulation de la pression de carburant, afin de détecter d'éventuelles défaillances. [Recommandation FRAN-2012-058]

Annexe 3

Définition d'arrêt moteur en vol donnée par l'AMC 20-6

Chapter I : General Considerations

Section 4 : Terminology

f. In-flight Shutdown (IFSD)

In-flight shutdown (IFSD) means when an engine ceases to function and is shutdown, whether self-induced, flight crew initiated or caused by an external influence. For ETOPS, all IFSDs occurring from take-off decision speed until touch-down shall be counted.

The Agency considers IFSD for all causes, for example: flameout, internal failure, flight crew initiated shutdown, foreign object ingestion, icing, inability to obtain or control desired thrust or power, and cycling of the start control, however briefly, even if the engine operates normally for the remainder of the flight.

This definition excludes the cessation of the functioning of an engine when immediately followed by an automatic engine relight and when an engine does not achieve desired thrust or power but is not shutdown. These events as well as engine failures occurring before take-off decision speed or after touch-down, although not counted as IFSD, shall be reported to the competent authority in the frame of continued airworthiness for ETOPS.

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