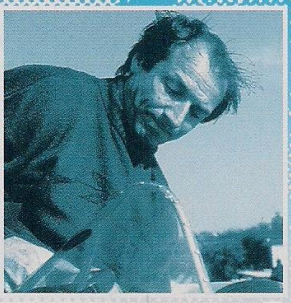


par **MICHEL BARRY**
Pilote professionnel,
ingénieur aéronautique

Moteur Thielert TAE 125-02-99 1991
Précautions d'emploi

Nous relatons des cas où le Thielert TAE 125-02-99 1991 a été défaillant afin d'inciter à mieux se tenir informés de sa particularité. Pour autant les autres moteurs Thielert présentent une fiabilité identique à ses concurrents.

La mise en service de chaque nouvel équipement, en particulier d'un moteur d'avion léger, connaît une période d'incertitude au cours de laquelle on peut s'attendre à des dysfonctionnements et à des pannes. Pour le cas des différentes versions du moteur Thielert, toutes dérivées de moteurs d'automobiles Mercedes, les clients subissent une période de mise au point avec des fortunes diverses, allant de l'incident sans conséquences jusqu'à la panne moteur.

Deux études de sécurité ont été publiées par le BEA en 2013 et 2015 (https ://www.bea.aero/no_cache/les-etudes-de-securite/acces-aux-etudes/) et nous engageons nos lecteurs concernés à les lire afin de se faire une idée objective de la question telle qu'elle se posait il y a trois ans pour l'ensemble du moteur et il y a un an pour le cas spécifique des pompes basse pression.

Depuis, une enquête sommaire effectuée auprès des utilisateurs de moteurs Thielert a montré que, malgré les différents soubresauts commerciaux du motoriste, les clients n'ont pas été totalement oubliés. Des remèdes ont été apportés dès qu'un problème était signalé. Cependant, des pannes subsistent aujourd'hui et les réponses se font parfois attendre...

Notre rubrique sécurité se doit d'informer nos lecteurs des principaux aléas rencontrés par les différents moteurs Thielert actuellement en service, notamment par le plus répandu, leTAE 125-02-99 1991. Notre rôle est de vous répercuter le maximum de conseils afin de réduire les risques liés à l'utilisation d'appareils ainsi motorisés.

Bien entendu l'aspect « maintenance mécanique » revient aux mécaniciens et aux unités de maintenance. Mais nous conseillons aux responsables de flottes d'appareils munis de moteur Thielert de bien s'assurer des qualifications nécessaires pour intervenir sur de tels moteurs. Nous remarquons dans les conclusions des rapports d'enquête de nombreux cas où des opérations de maintenance auraient nécessité une expertise bien plus spécifique. Manque d'informations à destination des unités de maintenance ? Surestimation de leurs compétences par certains mécaniciens ?

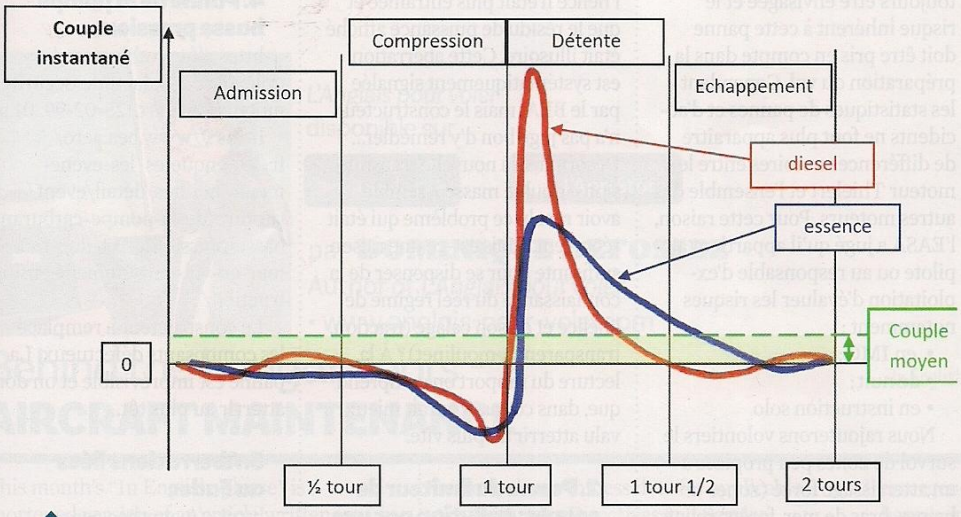
Les particularités des moteurs Thielert et leurs conséquences sur la fiabilité

1. Moteurs quatre temps à cycle diesel

Le choix du cycle diesel se justifie pour deux raisons :

- approvisionnement en carburant théoriquement facilité (kérosène JET-A1 ou diesel DIN EN590) ;
- moindre consommation que les moteurs nécessitant de l'AvGas 100 LL.

D'autre part, pour des puissances de 100 à 200 ch, l'industrie automobile produit des moteurs diesel en grande série. D'où l'idée de les adapter bien que l'utilisation sous forte charge et en continu semble plus contraignante sur l'avion que sur la voiture. Ainsi les accessoires (pompes, systèmes d'injection, systèmes de régulation) développés spécifiquement pour le moteur Thielert sont des composants nouveaux qui ne bénéficient pas ou peu du retour d'expérience acquis sur les millions d'exemplaires de moteurs d'automobiles. Les nouveautés sont en grande partie à



Comparaison des couples instantanés produits par un piston sur un arbre de moteur à quatre temps, moteur à essence et moteur diesel, pour deux tours du moteur.
Pour un même couple moyen, au même régime de rotation, le moteur diesel génère des pics de couple qui sollicitent plus durement la mécanique que le moteur à essence. D'où l'utilité, voire la nécessité, d'intercaler un limiteur de couple permanent (ressorts) ou occasionnel (glissement du disque) avant d'entraîner l'hélice, via le réducteur.

l'origine des dysfonctionnements constatés.

2. Nécessité d'une injection électronique et d'un pilotage de cette injection (Fadec)

Le choix séduisant des moteurs diesel, nouvelle génération, a obligé Thielert à concevoir un dispositif Fadec (Full Authority Digital Engine Control) très différent du système qui a fait ses preuves sur les voitures. En reportant la totalité de la commande de puissance sur une seule manette, le constructeur a dû concevoir des éléments d'automatisation aussi spécifiques que l'injection haute pression, l'alimentation basse pression, la régulation de la pression du carburant, la régulation de l'hélice, la redondance et sa logique (Fadec A, Fadec B). Si la conduite moteur est grandement simplifiée, quand tout va bien, par rapport à celle d'un Lycoming (gaz, pas, richesse), l'analyse en vol des dysfonctionnements s'avère compliquée et pas toujours possible. Un certain type d'alarme peut en effet regrouper plusieurs problèmes sans qu'il soit possible d'identifier lequel. À noter qu'il n'existe pas de solution mécanique comme sur le moteur SMA diesel. Seule une batterie de secours permet d'alimenter les Fadec si la batterie principale est en panne. Ainsi l'appareil peut continuer à voler.

3. Nécessité d'intercaler un réducteur entre le moteur et l'hélice

Thielert a fait son marché chez Mercedes. Si les critères de puissance des moteurs d'automobiles étaient compatibles avec ceux d'un avion léger (100 à 150 ch), en revanche les régimes de rotation trop élevés ont imposé un réducteur de rapport 1/1,69 sur les moteurs TAE 125-01, 1689 cm3 (quasiment plus en service) ou TAE 125-02-99 1991 cm3. Des ruptures d'entraînement des arbres ont eu lieu. Désormais, il semble que le réducteur, bien protégé des variations violentes de couple propres à tous les moteurs diesel (voir schéma), ne pose plus de problèmes de fiabilité.

4. Nécessité d'intercaler un limiteur de couple entre le moteur et le réducteur

Ce dispositif utilise la technique d'un embrayage d'automobile : si le couple venant du moteur est trop élevé, l'hélice résiste par son inertie, et au-delà d'un certain couple résistant, le limiteur de couple se débraye. Dans un premier temps des ressorts peuvent se comprimer pour absorber l'excédent de couple. Quand ils sont en butée, tout le dispositif glisse.

Le tarage du limiteur a nécessité des essais constructeurs afin de tester la longévité de l'ensemble. Et, malgré tout, les utilisateurs ont connu de nombreuses défaillances liées au limiteur de couple (voir rapports BEA....). Il en ressort clairement que les opérations de maintenance ne supportaient pas d'approximation. Les excellents mécaniciens traditionnels de moteurs d'avions n'avaient pas toujours la formation pour contrôler, vérifier et réparer les limiteurs de couple. En cas de défaillance l'hélice n'est plus entraînée et l'avion doit se poser en urgence. Notons que le nouveau dispositif conçu par Thielert n'a pas connu de défaillances.

5. Les pompes

L'alimentation en carburant passe par deux pompes : une pompe basse pression suivie d'une pompe haute pression. Bien que provenant directement du moteur d'automobile, elles ont toutes deux connu des fortunes diverses une fois montées sur les différents moteurs Thielert. Défaut de montage, usinage par Thielert de certaines pièces d'origine, qualité du carburant, pouvoir lubrifiant du carburant, pollution du carburant, environnement aéronautique (température, pression...). Depuis l'étude menée par le BEA en 2015, il semble que les modifications apportées par Thielert ont grandement amélioré la fiabilité des deux pompes.

6. Nécessité de suralimenter (turbocompresseur)

Aucune défaillance connue du turbocompresseur sur le moteur TAE 125-02-99.

7. La génération électrique et les composants électriques en général

De nombreuses pannes combinées (par exemple arrêt moteur pendant la rentrée du train sur un DA 42) avaient pour origine un manque de puissance et un manque de redondance de toute la génération électrique. Depuis les circuits ont été mieux séparés et une panne ne produit plus immédiatement l'arrêt moteur. Selon le type de montage, le pilote doit connaître le temps dont il dispose avant d'être obligé d'atterrir. « Une durée limitée » mentionne le manuel de vol de l'Ecoflyer, qui oblige malgré tout à se « poser dès que possible ». À noter des défaillances dues à des opérations de maintenance et qui ont endommagé des connecteurs, et ce d'une manière récurrente.

Recommandations destinées à des pilotes d'appareils motorisés par le moteur Thielert TAE 125-02-99

Plus le pilotage des appareils est simplifié et assisté, plus les procédures d'urgence sont compliquées ! Le moteur Thielert n'échappe pas à la règle et nous engageons les pilotes à se tenir au courant des spécificités de l'appareil qu'ils utilisent. En particulier du potentiel des différents équipements qui évoluent au fur et à mesure des modifications ou améliorations apportées par le constructeur.

Ainsi, malgré la certification CS-23, une panne du GMP doit toujours être envisagée et le risque inhérent à cette panne doit être pris en compte dans la préparation du vol. Cependant les statistiques de pannes et d'accidents ne font plus apparaître de différences notoires entre le moteur Thielert et l'ensemble des autres moteurs. Pour cette raison, l'EASA a jugé qu'il appartient au pilote ou au responsable d'exploitation d'évaluer les risques notamment :

- en IMC ;
- de nuit ;
- en instruction solo.

Nous rajouterons volontiers le survol de zones peu propices à un atterrissage forcé (zones urbaines, bras de mer, forêts, reliefs, zones désertiques...).

Quelques situations qui ont provoqué des accidents ou des incidents et qui pourraient en provoquer de nouveau si les consignes de navigabilité n'ont pas été appliquées. Nos conseils liés au retour d'expérience :

1. Panne du limiteur de couple : rupture

https ://www.bea.aero/uploads/tx_elydbrapports/f-it140225.pdf

En vol il est difficile d'identifier la panne car le régime hélice, donné par le tachymètre lié au moteur, apparaît plutôt comme un surrégime alors que l'hélice n'est plus entraînée ! Un tachymètre qui donnerait le régime réel de l'hélice permettrait de comprendre plus rapidement la nature de la panne. Le pilote de l'Ecoflyer d'Albertville aurait sans doute écourté plus tôt son vol s'il avait compris que l'hélice n'était plus entraînée et que le résidu de puissance affiché était illusoire. Cette aberration est systématiquement signalée par le BEA, mais le constructeur n'a pas jugé bon d'y remédier... Désormais, la nouvelle transmission « double masse » semble avoir résolu ce problème qui était récurrent. Mais est-ce une raison suffisante pour se dispenser de la connaissance du réel régime de l'hélice et de son calage (traction, transparence, moulinet) ? À la lecture du rapport on comprend que, dans ce cas, il aurait mieux valu atterrir au plus vite.

2. Panne du limiteur de couple : pollution par une fuite d'huile

https ://www.bea.aero/uploads/tx_elydbrapports/BEA2016-0078.pdf

Dans ce cas, le rapport du BEA montre clairement que l'opération de maintenance n'a pas été effectuée conformément aux recommandations du constructeur. Dans ce cas il est prudent d'atterrir au plus vite.

3. Panne du connecteur de la vanne de régulation carburant

https ://www.bea.aero/fileadmin/documents/docspa/2011/f-vq110626/pdf/f-vq110626.pdf

Autre problème lié à des gestes de maintenance inappropriés avec un connecteur relativement fragile et des fils conducteurs facilement endommagés si on ne respecte pas leur montage. La décision d'atterrir au plus tôt était la bonne.

4. Panne de la pompe basse pression

https ://www.bea.aero/uploads/tx_scalaetudessecurite/moteurs.thielert.125-02-99_01.pdf

https ://www.bea.aero/fr/les-enquetes/les-evenements-notifies/detail/event/rupture-de-la-pompe-carburant-basse-pression-arret-dun-moteur-en-vol-deroutement-en-instruction/

Le constructeur a remplacé les composants défectueux. La panne est imprévisible et on doit atterrir au plus tôt.

5. Aberrations liées au Fadec

https ://www.bea.aero/fr/les-enquetes/les-evenements-notifies/detail/event/surregime-du-moteur-et-declenchement-dalarmes-multiples-lors-de-la-montee-initiale-en-instruction/

Elles étaient liées la plupart du temps au moteur TAE 125-01, 1689 cm3.

Cependant nous avons connaissance d'appareils équipés du TAE 125-02-99 1991 cm3, immobilisés depuis plusieurs mois, sans réaction de la part du motoriste. L'affolement des alarmes des Fadec est en principe dû à un composant extérieur aux Fadec. Informer plus sélectivement le pilote sur l'origine du dysfonctionnement serait hautement souhaitable afin qu'il puisse mieux évaluer la nature de l'urgence et savoir, soit traiter la panne, soit prendre la décision d'atterrir au plus tôt. ●

REX du mois (n° 409) Ensemble des REX sur www.ffa-aero.fr

Souci moteur

Le 18 juillet 2016 vers 08 H UTC à Bucarest (LRBS). Météo locale excellente.

• **Pilote :** PPL, **Passager :** ATPL complet

Mise en route difficile (au moins 6 séquences complètes avec préchauffage ont été nécessaires pour démarrer le moteur). Aucune alarme et test de mise en puissance ainsi que Fadec et CED : rien à signaler (2 300 tr/min à 94 %). Suite à l'alignement sur la piste, j'ai procédé à une mise en puissance progressive, nous avions 2 300 tr/min, pas d'alarme. Après environ 10 secondes de pleine puissance j'ai ressenti une perte de puissance. J'ai mis progressivement en tout réduit. J'ai alors entendu des bruits de claquement dans les cylindres. A l'arrêt complet une fumée blanche est sortie du capot moteur (hélice). Après l'arrêt de la batterie, contact moteur, robinet d'essence... La fumée s'est dissipée. Une traînée de Jet A1 fraîche est remarquée sur la piste semblant provenir du capot moteur.

Le lendemain, nous contrôlons de nouveau les niveaux d'huile (régulateur et cylindres) qui sont corrects, pas de fuite de jet A1. Le mécano local note que 3 des 4 injecteurs situés sur le côté droit du moteur sont déconnectés de la rampe d'injection. Nous retrouvons dans le capot moteur une pièce qui semble servir à maintenir un injecteur dans le cylindre. Nous trouvons également la vis qui maintient cette pièce. La vis et son filetage ont l'air en très bon état. Des copeaux d'aluminium restent cependant sur le filetage de cette vis. Ces copeaux semblent provenir du bloc-moteur lui-même.

• **Commentaire de l'auteur du REX**

Après avoir parcouru neuf pays, dont beaucoup de traversée maritime basse altitude (approche de la Corse, Croatie, approche d'Athènes) nous avons eu cet incident moteur heureusement lors d'un décollage et avant rotation. Aucun signe avant-coureur pour déceler une éventuelle panne. Cet avion est donc excessivement dangereux. Nous avons contacté le BEA et le constructeur. L'enquête est en cours et nous attendons avec une grande impatience de connaître la raison pour laquelle cette vis a été arrachée du bloc-moteur en fonctionnement...