



Rapport final de la Commission fédérale d'enquête sur les accidents d'aéronefs

concernant l'accident

de l'avion Beagle Pup HB-NAU

survenu le 28 juillet 1973

près de Chevenez/BE

0. INTRODUCTION

0.1. Sommaire

Ayant décollé le samedi 28 juillet 1973 de Porrentruy à bord du Beagle Pup HB-NAU, emmenant 3 passagers, le pilote constate peu après le départ une perte de puissance du moteur, ce qui le contraint à un atterrissage de fortune dans un pâturage, à 18.05 h¹. L'avion décroche à faible hauteur et s'abat au sol. Trois occupants sont blessés, l'avion détruit.

Causes probables : L'accident est dû à une défaillance du moteur, probablement consécutive au court-circuit d'une ou de plusieurs bougies par des résidus de combustion d'essence à teneur en plomb accrue.

0.2. Enquête

L'enquête préalable a été close le 14 octobre 1974 par la remise du rapport du 13 septembre 1974 au président de la commission.

1. INVESTIGATIONS TECHNIQUES

1.1. Déroulement du vol

Le 27 juillet 1973, après avoir fait le plein d'essence, un pilote de Porrentruy effectue avec l'avion HB-NAU un vol Porrentruy-Bâle-Colmar et retour, au cours duquel le moteur fonctionne normalement.

Le 28 juillet, le même pilote décolle à destination de Berne, une cinquantaine de litres d'essence restant encore dans les réservoirs. Dès le départ, l'avion se met à vibrer et le régime du moteur tombe de 250 t/min ; l'utilisation du réchauffage du carburateur fait regagner 150 t/min. Le pilote atterrit aussitôt à Porrentruy, où il avise la direction de l'aérodrome de la défectuosité.

Le mécanicien chargé du contrôle purge le circuit d'essence, contrôle l'huile (6,2 l à la jauge), en rajoute 1 l, puis tourne l'hélice à la main avant de démarrer le moteur. Au

¹ Toutes les heures indiquées dans le présent rapport le sont en HEC

cours du point fixe, il constate une chute de tours, ce qui le détermine à contrôler les bougies alimentées par la magnéto gauche.

La bougie du cylindre No 3 était court-circuitée par un grain entre les électrodes. Après l'avoir nettoyée et contrôlé les trois autres sans rien constater d'anormal, le mécanicien vérifie en brassant l'hélice à la main que la compression est normale sur les quatre cylindres. Lors du point fixe, il contrôle deux fois les magnétos à 2100 t/min, comme prescrit par le manuel de vol de l'avion puis deux fois à 1800 t/min. La différence constatée entre les deux circuits d'allumage est de 40 t/min, ce qui est dans les tolérances.

Il considère alors l'avion comme étant en ordre de vol.

Peu avant 18 heures, le pilote se présente à l'aérodrome et demande à voler sur le HB-NAU. Il est convenu que le mécanicien qui vient de terminer son travail sur l'avion, accompagnera le pilote.

Au moment du départ, le pilote est interpellé par un ami, qui lui demande de le prendre avec lui en compagnie de son fils de 5 ans.

Avant la mise en marche, le pilote constate que le réservoir gauche contient 6 gal. d'essence et le droit 8 gal. ; il place le sélecteur sur "RIGHT". En bout de la piste 25, le mécanicien contrôle encore lui-même les magnétos et le réchauffage du carburateur.

Le décollage a lieu à 18.02 h. le pilote prend la direction de Chevenez en remontant la vallée. La vitesse est de 70 à 75 mph, le moteur tourne normalement à 2450 t/min.

A 2 km environ de l'aérodrome, le régime du moteur tombe brutalement à 1500-1800 t/min. Pensant à une avarie passagère, par exemple une impureté dans le carburateur, le pilote poursuit son vol en ligne droite, longeant la pente du vallon, qui est trop étroit pour permettre un virage de 180° à faible hauteur à cet endroit. (Annexe 1)

Arrivant vers Chevenez à moins de 100 m/sol, le pilote estime dangereux de survoler le village dans ces conditions et, comme il a maintenant assez d'espace, il amorce un large virage à gauche dans l'intention de rentrer au terrain.

Au cours de ce virage, effectué à 40-50 m/sol, l'avion vole lentement : un léger buffeting se manifeste par moments et l'indicateur de décrochage fonctionne à chaque tentative de prendre un peu d'altitude.

Des témoins au sol remarquent le fonctionnement anormal du moteur. Témoin 1, détenteur d'une licence PP :

"Le moteur tournait irrégulièrement, avec des explosions sourdes et irrégulières." Témoin 2 : "J'ai entendu un bruit d'avion extraordinaire : par moments il faisait le bruit d'un fusil-mitrailleur..." Témoin 3 : "Le moteur avait des ratés ; il faisait un bruit de moto. J'ai pensé : voilà un avion qui fonctionne mal."

Après la traversée de la route cantonale à l'entrée du village, le pilote voit devant lui un coin de pâturage libre de clôtures, bordé à l'est d'un rideau de sapins. Estimant impossible d'atterrir normalement, il tire sur le manche pour raccourcir la trajectoire. L'avion décroche à 15 m/sol environ et s'abat en léger piqué dans le pâturage à 18.05 h.

L'accident s'est produit au lieu-dit Vuey Miclave, commune de Chevenez. Altitude : 500 m/M, coordonnées : 567'400 / 249'200 (carte nationale de la Suisse 1:50'000, feuille 222, Clos du Doubs).

1.2. Tués et blessés

	Equipage	Passagers	Tiers
Blessures mortelles			
Blessures non mortelles	1	2	
Néant		1	

1.3. Dommmages à l'aéronef

L'avion est détruit.

1.4. Dommmages à des tiers

Légers dégâts dans le pâturage où s'est produit l'accident.

1.5. Renseignements sur le personnel

1.5.1. Pilote

Année de naissance 1944

Licence de pilote privé délivrée par l'Office fédéral de l'air (OFA) le 13 mai 1970, valable jusqu'au 27 juillet 1975. Types d'avions autorisés : monomoteurs à pistons jusqu'à 2500 kg dépourvus de dispositifs spéciaux ; de plus, avec volets d'atterrissage. Extension pour radiotéléphonie restreinte.

Expérience de vol totale : 467.19 h, dont 55.27 h sur le type en cause. Au cours des trois derniers mois : 39-39 h avec 163 atterrissages, dont 13-28 h avec 70 atterrissages sur Beagle Pup.

Dernier examen médical d'aptitude : 29 juin 1973.

Résultat : apte.

Les dossiers de l'OFA ne mentionnent ni incident ni accident.

1.5.2. Passagers

Siège avant droit : année de naissance 1947

Siège arrière gauche : année de naissance 1945

Siège arrière droit : 5 ans, fils du précédent.

Les passagers étaient sans titres aéronautiques.

1.6. Renseignements sur l'aéronef HB-NAU

Type :	Beagle Pup B-121.
Constructeur :	Beagle Aircraft Ltd., Rearsby (GB).
Caractéristiques :	Monomoteur tri-quadrilplace à aile basse entièrement métallique, à train tricycle fixe.
Année de construction et numéro de fabrication :	1971 / 157.
Moteur :	Avco-Lycoming O-320-A2B de 150 ch, No de série L- 26751-27A, construit en 1969.

Hélice : Métallique à pas fixe
Sensenich 74 DM 6S5-0-60,
No K-28739.

Propriétaire et exploitant : Groupe de vol à moteur
Porrentruy.

Certificat de navigabilité : Délivré par l'OFA le 4
juillet 1972. Catégorie
Standard, sous-catégorie
Normal.

Certificat d'admission
à la circulation : Délivré par l'OFA le 4
juillet 1972, valable
jusqu'au 31 mars 1975.

Champ d'utilisation : VFR de jour et de nuit.

Heures de service (cellule et moteur) : 440. L'avion a été
importé à l'état de neuf d'Angleterre en 1972 : Dernier
contrôle périodique : contrôle de 25 h le 13 juillet 1973, à
422 h. Dernier examen par l'OFA : 29 juin 1972, à 44 h.

Poids maximum autorisé : 873 kg

Poids au moment de
l'accident : 844 kg

Domaine admissible du
centre de gravité au
poids de 844 kg 1.69 à 1.80 m En arrière du plan
de référence

Position du centre de
gravité au moment de
l'accident : 1.78 m

Le poids et le centre de gravité étaient donc dans les limites
admissibles.

Au moment de l'accident, le ravitaillement en essence était
effectué avec le carburant 100 L.

1.7. Conditions météorologiques

Selon le Centre météorologique de l'Aéroport de Genève-
Cointrin :

Situation générale : Anticyclone des Açores à la mer de Norvège. Courant du NE légèrement, perturbé sur la Suisse.

	16.00h	19.00 h
Plafond :	7/8 à 8'000	4/8 à 10'0000ft.
Visibilité :	20 km	15 km
Vent :	330°/05 kt	330°/05 kt
Température :	17°C	15°C

Au moment de l'accident, le pilote avait le soleil dans le dos.

1.8. Aides à la navigation

Néant

1.9. Télécommunications

Sans objet.

1.10. Aérodrome et installations au sol

Non concernés.

1.11. Enregistreurs de vol

Ni prescrits, ni installés.

1.12. Epave

Après sa chute en léger piqué, l'avion a glissé sur l'herbe sur 25 m. Le train de proue a été replié sous le bâti-moteur, les jambes du train principal arrachées. L'épave est restée dans la ligne de vol. La cellule présente de nombreuses déformations. La pression des ailes sur le sol a provoqué l'ouverture des purgeurs des réservoirs, lesquels se sont vidés. Une pale de l'hélice est repliée vers l'arrière d'environ 45°.

Dans la cabine, on a relevé, entre autres, les positions ou indications suivantes :

- Robinet d'essence sur "Off"
- Gaz réduits
- Mélange en position moyenne
- Chauffage de carburateur sur "Off"
- Indicateurs des volets d'atterrissage sur "Up"

1.13. Renseignements médicaux

Aucun élément ne permet de supposer que le pilote n'était pas en bonne santé au moment de l'accident.

1.14. Incendie

Aucun feu ne s'est déclaré à bord.

1.15. Questions relatives à la survie des occupants

Les ceintures de sécurité ont parfaitement résisté à 1 ' impact.

1.16. Essais et recherches

1.16.1. Essai du moteur au banc

Lors d'un essai au banc, le moteur a démarré à la première sollicitation et a tourné pendant 20 minutes. Pendant la période de chauffage, la marche était irrégulière, avec émission de fumée, car les cylindres contenaient encore de l'huile. Le fonctionnement a été ensuite normal. Le régime a été élevé progressivement à 2700 t/min sans qu'apparaisse d'anomalie.

L'examen des bougies 2 et 4 après l'essai a permis de constater entre le corps de bougie et le cône de porcelaine un dépôt ressemblant à du mâchefer, qui a fait l'objet d'analyses ultérieures.

1.16.2. Démontage du moteur

Un démontage total du moteur a permis les constatations suivantes :

- Les 4 pistons présentent des traces de grippage, sans qu'il ait été possible d'établir quand le grippage s'est produit.
- Les parties supérieures des pistons et les soupapes - celles d'échappement en particulier - sont recouvertes d'un

dépôt paraissant excessif, qui a également été analysé par la suite.

1.16.3. Systeme d'alimentation

Un examen détaillé du système d'alimentation en essence n'a relevé aucune défectuosité.

1.16.4. Analyse de l'essence

Comme il ne restait plus d'essence dans les réservoirs de l'avion, il a été prélevé des échantillons sur un autre avion engagé à Porrentruy ainsi que dans la citerne de l'aérodrome. Les échantillons étaient conformes à la spécification D. Eng. RD 2485 Issue No. 6, aug. 1966 pour l'essence d'aviation 100/130. Il s'agissait de la qualité comportant une teneur en plomb réduite (0.54 ml/l au lieu de 1.22 ml/l) désignée 100 L.

1.16.5. Analyse de l'huile

Après l'essai du moteur au banc, un échantillon d'huile a été prélevé pour analyse. Les résultats montrent que l'huile correspondait aux spécifications.

1.16.6. Examen des bougies

Les bougies inférieures 2 et 3 présentaient les dépôts pouvant le plus vraisemblablement provoquer un encrassement. L'analyse spectrographique de ces dépôts par le Laboratoire fédéral d'essais des matériaux à Dübendorf (LFEM) a établi la composition suivante de ces dépôts :

- Bougie inférieure No 2

Grandes quantités :	plomb
Faibles quantités :	nickel
Traces :	calcium, aluminium, cuivre, silicium, magnésium, fer, zinc.

- Bougie inférieure No 3

Grandes quantités :	nickel
Quantités importantes :	plomb, chrome
Faibles quantités :	manganèse
Traces :	calcium, aluminium, cuivre, silicium, magnésium, fer, zinc.

1.16.7. Dépôt sur le cylindre No 3 (piston, soupapes)

L'analyse par le LFEM de ce dépôt a révélé principalement des produits de combustion du carburant - additif à base de plomb, dibromure d'éthylène servant d'agent d'épuration du carburant -, ainsi que des quantités variables de métaux tels que fer, chrome, aluminium.

En revanche, aucun dépôt organométallique provenant des additifs à l'huile du moteur n'a été identifié.

1.16.8. Enquête par la Section du matériel aéronautique de l'OFA

Ce service a entrepris une étude sur les conséquences de l'emploi de l'essence d'aviation 100 L dans les moteurs construits pour utiliser de l'essence 80/87, à la suite de plusieurs pannes ou incidents survenus depuis l'introduction du nouveau carburant.

Comme ce facteur entrainé en ligne de compte pour l'accident du HB-NAU, 9 bougies provenant de Porrentruy et ayant fonctionné 15 heures ont été soumises au LFEM dans le cadre de cette étude.

Extraits du rapport du LFEM (traduction)

Aspect général des bougies

Le cône d'isolation et les électrodes de toutes les bougies, inférieures et supérieures, sont revêtus d'un dépôt gris-brun, dur et hétérogène.

Sur le cône d'isolation de quelques bougies inférieures, on a, de plus, trouvé des résidus fondus en forme de perles...

Conclusion

Les résidus de plomb trouvés sur les bougies proviennent du tétra éthyle de plomb contenu dans l'essence 100 L.

Dans un commentaire, le LFEM relève que ces dépôts peuvent devenir conducteurs sous l'effet de températures élevées du moteur et provoquer ainsi un court-circuit conduisant à des défauts d'allumage...

Des dépôts prématurés sur les bougies indiquent une mauvaise combustion, des températures de fonctionnement du moteur trop

basses, un fonctionnement prolongé du moteur à puissance réduite ou la combustion d'un mélange trop riche.

1.16.9. Moteur Avco-Lycoming 0-320-A2B

Le moteur monté sur le Beagle Pup HB-NAU a été conçu pour être alimenté en essence d'aviation 80/87, dont le taux de tétraéthyle de plomb est de 0.13 ml/l, alors que l'essence 100 L en contient 0.54 ml/l, soit 4 fois plus. Selon les indications du constructeur du moteur, l'essence 100 L peut être utilisée sans restriction ni contrôles spéciaux.

On a toutefois enregistré une recrudescence d'incidents ou de défauts survenus à des moteurs conçus pour l'essence 80/87 depuis l'introduction de la qualité 100 L, même lorsqu'ont été respectées les directives données par certains constructeurs.

2. ANALYSE ET CONCLUSIONS

2.1. Analyse

2.1.1. Comportement du pilote

A l'apparition des troubles de moteur, l'avion se trouvait à faible hauteur et la largeur de la vallée à cet endroit ne permettait pas de tourner de 180°. La décision du pilote de poursuivre son vol en ligne droite était judicieuse.

Si les occupants avaient alors mesuré la gravité des irrégularités de fonctionnement, le pilote aurait alors pu tenter un atterrissage de fortune sur des champs plats avec quelque chance de succès.

La décision de ne pas survoler le village de Chevenez était également judicieuse. Si le virage alors amorcé par le pilote avait été poursuivi, un retour au terrain aurait certainement comporté des risques, de sorte que la tentative du pilote de se poser dans un pâturage proche est compréhensible. La présence d'un rideau de sapins rendait impossible un atterrissage normal. La faible vitesse et la puissance réduite disponible entravaient considérablement la liberté de manœuvre du pilote.

2.1.2. Constatations sur l'épave

Le degré élevé d'endommagement de la cabine ne permet pas d'admettre que les positions de l'indication des volets et de la compensation de profondeur sont celles au moment de l'accident. Le sélecteur de réservoirs peut avoir été placé sur "Off" par un pilote accouru sur les lieux de l'accident. L'avion n'aurait pas pu arriver à 4 km de l'aérodrome après les contrôles de magnétos, si le robinet avait été fermé lors du départ.

2.1.3. Givrage du carburateur

Ce phénomène peut être éliminé comme cause d'accident, car les troubles sont apparus en vol de montée, alors que la dépression dans le carburateur était faible, et les mêmes symptômes se sont produits le jour même près de midi, la température étant supérieure aux 15 à 16°C régnant au moment de l'accident.

2.1.4. Bougies

La présence sur les bougies de résidus devenant conducteurs électriques à haute température constitue la cause la plus vraisemblable des irrégularités de fonctionnement du moteur, puisqu'elle pouvait conduire à un court-circuit sur un ou plusieurs cylindres, sur chacun des circuits d'allumage. Au cours des quelques minutes qui ont séparé le décollage de l'apparition des premiers troubles, le moteur a fonctionné à régime élevé, alors que la vitesse de l'avion était faible, 70 à 75 mph, donc le refroidissement peu efficace. De la sorte, le moteur a certainement atteint une température assez élevée, favorable au phénomène décrit ci-dessus.

Le fait que l'essai au banc s'est déroulé sans incident n'infirme pas cette thèse, les conditions étant différentes de celles régnant en vol et le moteur ayant fait l'objet de diverses manutentions.

2.1.5. Utilisation de l'essence 100 L

Comme l'accident du HB-NAU (ainsi que d'autres accidents ou incidents analogues) le montre, l'utilisation d'essence 100 L sur des moteurs conçus pour la teneur en plomb plus faible de la qualité 80/87 n'est pas dépourvue de tout risque. Il est donc recommandé d'utiliser sur ces moteurs l'essence 80/87,

suffisante en ce qui concerne la résistance à l'autodétonation. De plus, comme ce carburant contient quatre fois moins de plomb, il constitue une sollicitation de l'environnement considérablement plus faible. Cela nécessite évidemment que les distributeurs d'essence sur les aérodromes tiennent une qualité d'essence de plus.

2.2. Conclusions

2.2.1. Faits établis

- Le pilote détenait une licence valable de pilote privé et était habilité à entreprendre le vol.
- L'avion HB-NAU disposait de certificats valables et était entretenu conformément aux prescriptions. Le poids et le centre de gravité se trouvaient dans les limites admissibles.
- L'huile et l'essence utilisées correspondaient aux dernières spécifications du constructeur du moteur.
- Par suite de l'introduction généralisée de l'essence d'aviation 100 L et de la disparition progressive de la qualité 80/87, le constructeur du moteur a été amené à modifier ses spécifications originales et à admettre l'utilisation continue d'essence 100 L.
- Depuis l'introduction de l'essence 100 L, les défaillances de moteurs conçus pour l'essence 80/87 se sont multipliées.

2.2.2. Causes probables

L'accident est dû à une défaillance du moteur, probablement consécutive au court-circuit d'une ou de plusieurs bougies par des résidus de combustion d'essence à teneur en plomb accrue.

Berne, le 6 décembre 1974



ACCIDENT HB - NAU
 Chevenez BE. 28.7.73
 Echelle: 1 : 25 000

1. Apparition des troubles de moteur
2. Témoin
3. Témoin
4. Témoin

Reproduit avec autorisation du Service topographique fédéral du 26.9.1974