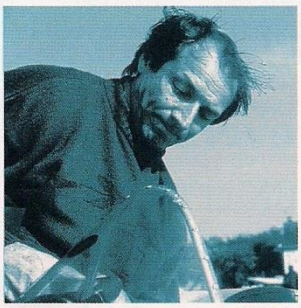


par **MICHEL BARRY**
Pilote professionnel,
ingénieur aéronautique

Approche de nuit
Ne cédez pas à la tentation de creuser le plan

La pratique du vol de nuit en avion léger est un exercice très formateur, une sorte de suite logique à l'entraînement de tout pilote volant, soit pour son loisir, soit se destinant à une carrière plus professionnelle.

Pratiqué dans un encadrement adapté avec du matériel, un programme de formation et des instructeurs bien entraînés, le vol de nuit, qui commence souvent par le VFR de nuit, se révèle à l'usage très sûr. Nous encourageons tous nos amis pilotes qui ont cette opportunité à la saisir afin de bénéficier de toutes les satisfactions qu'elle procure et de l'excellent perfectionnement du niveau de pilotage qui en découle car il faut se remettre totalement en question.

En effet, le terrien, que nous sommes tous à l'origine, ne peut compter sur aucun des apprentissages acquis depuis l'enfance. Se mouvoir dans la nuit, s'y repérer, s'y orienter, s'y sentir à l'aise nécessite une sorte de déprogrammation mentale destinée à abolir, le temps du vol, un certain nombre de perceptions sensorielles qui deviendraient inadaptées. Elles concernent les organes de l'équilibre dont la spécificité terrienne peut conduire à une désorientation spatiale et à des représentations erronées de la position (position dans l'espace, assiettes longitudinale et latérale) de l'avion. Nous avions à ce sujet déjà étudié des accidents qui avaient révélé toutes les difficultés rencontrées par des pilotes pour obtenir une trajectoire ascendante après le décollage (voir *Info-Pilote* n°658). Aujourd'hui, un accident survenu en 2013 révèle les pièges tendus au pilote quand il doit tenir de nuit une finale à pente constante. En effet, quand la seule indication disponible par une nuit noire, sans repères lumineux exploitables autres que la piste, sans VASI, sans PAPI, est la vue de la piste éclairée, le pilote doit lutter contre une possible tendance à creuser le plan en courte finale. Ce réflexe malheureux est retenu par le BEA comme cause principale de l'accident. Le mécanisme de creusement, bien connu et parfaitement analysé, fait l'objet de la mise en garde de ce mois-ci.

A. Lors d'une approche à vue, la piste ne doit pas être vue sous un angle vertical α constant !

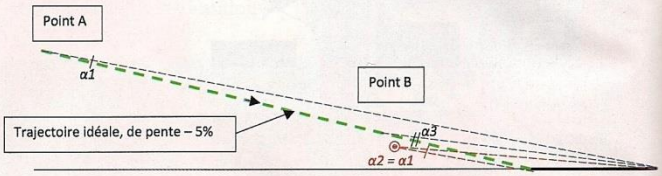
Atterrir en étant obligé d'exécuter la finale sans avoir la vue du sol, juste au-dessous, est courant en VFR comme en IFR. L'atterrissage peut cependant être poursuivi si, au loin, la piste est bien visible ou bien éclairée. Une telle situation se produit dans des circonstances aussi différentes que la finale au-dessus d'un banc de brouillard, au-dessus d'un plan d'eau calme et réfléchissant (effet miroir), par nuit noire en survolant des zones non éclairées…

Il appartient alors au pilote d'appliquer une stratégie sans faille afin de maintenir la pente de sa trajectoire et de la conserver la plus rectiligne possible, en général dans un plan incliné à moins 5 %, qui permet d'arriver sur la piste :

- ni trop loin, afin de ne pas rouler au-delà de la fin de la bande d'atterrissage ;
- ni trop près, afin d'éviter de heurter le sol ou les obstacles invisibles la nuit à proximité du seuil de piste ;
- sur une trajectoire dont l'arrondi est une action familière.

Par bonne visibilité le jour, ou avec un paysage éclairé la nuit, au fur et à mesure que l'appareil se rapproche du seuil de piste, voisin en général du point d'aboutissement, le pilote qui est bien resté sur le plan descendant idéal voit la piste sous un angle α qui devient de plus en plus grand. Ce grossissement progressif s'harmonise avec la vue du sol juste en dessous et l'on s'éduque au contrôle de cet environnement, confirmé par les instruments : assiette, vitesse horizontale constante (anémomètre), vitesse verticale constante (vario), glide centré si on possède un ILS actif, aides lumineuses au maintien du plan en courte finale.

Si les pilotes VFR ont plutôt l'habitude de calibrer ce plan à vue et de procéder d'instinct aux corrections qui s'imposent, les pilotes de ligne ont la plupart du temps recours aux instruments. En effet, ils ont besoin de davantage de précision car tout écart, même minime, est ensuite d'autant plus difficile à corriger que l'appareil est plus lourd et plus rapide. Mais, en très courte finale, tous sont logés à la même enseigne pour réussir l'atterrissage : terminer à vue après passage aux minimas et en restant



Coupe longitudinale de la trajectoire d'approche et matérialisation des angles α sous lesquels la piste est vue par le pilote. Voir la piste à la fin de la finale (point B) sous le même angle α (α2 = α1) qu'au point A impliquerait qu'on soit au-dessous de la trajectoire idéale (plan à – 5 %) car normalement on doit voir la piste sous l'angle α3.

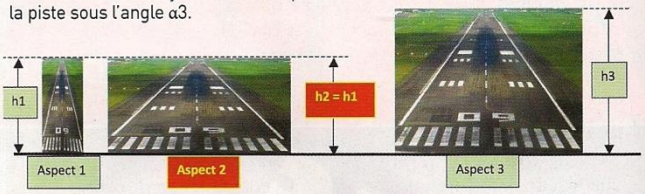


Figure 1. Aspects possibles de la piste à deux points de la finale selon la trajectoire suivie

- Aspect 1 : au point A l'appareil est en longue finale et débute sa descente sur le plan à – 5 %. La piste apparaît au loin sous la forme d'un trapèze isocèle étiré et étroit de hauteur apparente h1, correspondant à un angle vertical de vision α1.
- Aspect 2 : par nuit noire on a constaté qu'en l'absence de toute autre référence lumineuse, ou d'ailleurs de tout autre repère comme au-dessus de l'eau-miroir, un pilote peut parfois avoir tendance à se focaliser sur le maintien de h constant, du début de la finale jusqu'à l'atterrissage. Ainsi, en courte finale, il ajustera inconsciemment α2 = α1, soit h2 = h1, alors qu'il devrait voir la piste sous l'aspect 3 (hauteur h3 > h1, angle α3 > α1). L'avion est donc trop bas.
- Aspect 3 : normalement, au point B, quand l'appareil arrive en courte finale dans le plan à – 5 %, la piste apparaît sous forme d'un trapèze plus large, de forme plus aplatie qu'au début de la finale au point A, mais sous une hauteur apparente h3 > h1, correspondant à un angle de vision α3 plus grand que α1.

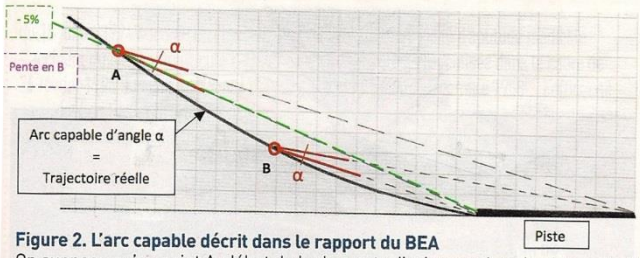


Figure 2. L'arc capable décrit dans le rapport du BEA
On suppose qu'au point A, début de la descente, l'avion est dans le plan correct à – 5 % (pointillés verts). Le pilote voit à cet instant la longueur de la piste sous un angle vertical α. Toute tentative destinée à continuer à voir la piste sous le même angle α, comme c'est le cas au point B, lui fait suivre une courbe appelée « arc capable d'angle α » ou « arc de cercle capable d'inscrire l'angle α » par rapport au segment que constitue la piste.
On constate que tous les points de l'arc de cercle sont situés au-dessous du plan de descente idéal.
On comprend aisément que plus l'obstination du pilote à maintenir la vue de la piste sous un angle constant démarre tôt, plus l'écart au-dessous de la trajectoire idéale est important et plus la trajectoire finale passe près du sol. D'où le danger des longues finales.

sur le plan idéal à – 5 %.

Dans cette courte phase, seule la vue de la piste et de ses installations guide le pilote, sauf bien entendu pour les approches et atterrissages de précision, catégorie III, au cours desquels il laisse faire un automate tout en le surveillant.

D'où l'importance des dispositifs de guidage dans le plan (VASI, PAPI…) chargés d'indiquer avec une erreur inférieure au degré la position de l'appareil par rapport au plan d'approche idéal. S'ils sont quasi indispensables pour des avions lourds en atterrissage de nuit, en revanche un appareil léger peut facilement atterrir même si la piste n'en est pas équipée : il suffit de respecter un certain nombre de savoir-faire et, surtout, se poser un peu long sur un terrain approuvé pour le VFR de nuit n'est pas dangereux, les marges de distance d'atterrissage étant calculées plus généreusement.

Mais la conduite de toute la finale en cas de nuit noire est un exercice plus délicat. En effet, on perd une partie des informations visuelles et la seule observation de la piste peut s'avérer insuffisante pour bien calibrer le plan d'approche. Un débutant peut même se sentir un peu perdu ! Par défaut d'information visuelle le cerveau cherche des techniques plus ou moins heureuses. Celle qui consiste inconsciemment à transformer la notion de "plan de descente constant" en "angle de vision de la piste constant" est courante mais dangereuse.

Ainsi, au fur et à mesure que l'on descend et que la distance par rapport à la piste diminue, on peut être tenté de manœuvrer pour que la hauteur apparente h de la piste reste constante, se croyant trop haut dès que l'angle vertical α sous lequel on voit la piste apparaît trop grand (voir figure 1). Erreur ! Car l'augmentation rapide de α ou de h, notamment en courte finale, est tout à fait normale et impérative. Dans le cas contraire (α ou h constants) on "creuserait le plan" et on s'exposerait aux risques tels que ceux décrits dans le rapport du BEA.

B. Aspect géométrique de la trajectoire erronée : l'arc capable

En appliquant cette loi dangereuse, on passerait progressivement au-dessous du plan en décrivant une courbe géométrique : l'"arc capable" (voir figure 2 et document Cépaduès du rapport BEA), lieu des points où l'on voit un segment, ici la piste, toujours sous le même angle α (voir figure 2).

C. Conséquences probables : des accidents en approche pendant des vols de nuit avec des finales au-dessus de "zones noires" désignées aussi par "zones grises"

• Au Canada en 1996, un Cessna 172, de nuit, heurte un arbre en finale. Voir référence (6) en marge du rapport du BEA. Les enquêteurs canadiens, dans leur analyse, font référence au texte suivant, rédigé par deux médecins qui s'étaient intéressés aux "zones grises" en 1968 :

« Le dr Kraft et le dr Elworth de la Boeing Aerospace Company ont étudié le phénomène des zones grises en 1968. Ils ont analysé les circonstances entourant un certain nombre d'accidents majeurs mettant en cause des avions à réaction commerciaux survenus au cours de vol de nuit entre 1959 et 1967, et ils ont relevé certaines similitudes. Ces accidents sont survenus pendant des approches de nuit au-dessus de plans d'eau ou de terrains non éclairés alors que l'avion se dirigeait vers des villes éclairées. Dans le cadre de cette recherche, on a effectué en simulateur une série d'approches de nuit sans références à l'altimètre. Les chercheurs ont constaté que, dans certaines conditions, au cours d'une approche à l'atterrissage au-dessus d'un terrain non éclairé, même les pilotes les plus expérimentés avaient tendance à surestimer visuellement leur altitude et, par conséquent, à voler trop bas. Si, la descente involontaire se prolongeait, l'avion s'écrasait avant la piste. La recherche a démontré que la source d'information visuelle la plus pertinente pour le pilote est l'angle vertical sous-tendu au niveau de l'œil par les lumières les plus proches et les plus éloignées. Si au cours d'une descente, le pilote tente de maintenir cet angle vertical à une valeur constante, la trajectoire d'approche de l'avion suit un arc de sorte que l'avion s'écrase avant le seuil de la piste. »

• En France en 2013, accident du PA-28 de Persan-Beaumont (voir rapport BEA).

On retrouve un scénario identique à celui de l'accident du Cessna canadien : le pilote du PA-28, en survolant une zone non éclairée avec comme seule référence d'alignement la piste éclairée, passe au-dessous de la trajectoire normale et heurte un arbre. D'après le témoignage d'un instructeur en vol au moment de l'accident, la trajectoire trop basse du PA-28 avait déjà été suivie lors de l'atterrissage précédent. Cela témoignerait de l'aspect systématique du choix de la procédure du pilote et de la haute probabilité de la survenue du phénomène évoqué ici comme facteur principal de l'accident. À noter un état de fatigue du pilote, ses oublis et sa réticence à voler seul, qui peuvent avoir contribué à choisir une solution de facilité (α constant) pour conduire sa descente dans le noir. Elle n'était probablement pas celle que son instructeur lui avait enseignée ni celle démontrée au cours de son test sinon il n'aurait pas été lâché seul de nuit.

D. Conclusion et conseils pour le VFR de nuit

Si les recommandations suivantes concernent principalement le VFR de nuit, qui est le cadre des exemples choisis ici, elles peuvent également s'appliquer à toute approche, VFR ou IFR, conduite au-dessus d'une zone non éclairée. Cependant la pratique courante de l'IFR donne aux pilotes des techniques et un entraînement qui leur permettent de bien calibrer leur descente même sans glide, alors que les pilotes de VFR de nuit, par principe, doivent davantage utiliser les informations visuelles, donc celles visibles en vol.

On conseille donc aux pratiquants du VFR de nuit :

• d'appliquer en vol exclusivement les techniques enseignées en cours d'instruction et de ne pas inventer des méthodes qui leur paraissent plus simples. Elles peuvent réussir une fois mais si elles n'ont pas été sélectionnées par les professionnels du pilotage il y a de bonnes raisons pour qu'elles soient dangereuses ;

• de pratiquer le vol de nuit seulement si l'on est certain, de jour, d'avoir l'aptitude nécessaire pour suivre des trajectoires imposées (vue du sol, radionavigation) avec un excellent taux de réussite. Cette exigence minimale des aptitudes à la navigation autour d'un aérodrome est nécessaire pour situer le point de descente avec précision en VFR de nuit ;

• à cet effet, d'entretenir une certaine agilité mentale, appliquée au pilotage en général, afin de calculer rapidement des paramètres simples (cap, vitesse-sol, taux de descente…) dont la bonne évaluation conditionne la sécurité du vol ;

• de vérifier leur aptitude à suivre une trajectoire descendante stabilisée,

avec un taux de descente (vario) constant, obtenu par une bonne connaissance des paramètres de l'appareil (pré-affichages) et du vent effectif sur la trajectoire : pression d'admission, RPM, position des volets, influence de la sortie du train, fonctionnement de l'altimètre, ses différents calages et ses corrections, le vent, le gradient de vent.... Se rappeler qu'une finale bien stabilisée, appareil bien trimmé, peut conduire en cas d'urgence (panne du phare d'atterrissage par exemple) jusqu'au sol, sans arrondir (voir REX du mois) ;

• de vérifier de jour, les points précédents qui feront l'objet de l'entraînement de nuit avec instructeur. Dans l'obscurité du cockpit, un pilote doit savoir rapidement vérifier si la trajectoire débutée au point de descente est correcte. Un contrôle de la hauteur à des points intermédiaires, caractéristiques de la trajectoire d'arrivée, permet de confirmer le plan de descente. Préparez ces points !

• d'éviter les longues finales au-dessus du noir. Une même erreur commise sur l'angle de descente se traduit ensuite par une erreur de hauteur au-dessus du sol, d'autant plus grande que la descente a été commencée loin de la piste. Pour cette raison, on préférera les trajectoires type tour de piste qui permettent de mieux se repérer visuellement en débutant la descente à 2 ou 3 km de la piste plutôt qu'à 10 km ;

• de pratiquer le vol de nuit uniquement en bonne condition physique et avec une vue contrôlée par un médecin connaissant bien les exigences minimales requises pour voler de nuit ;

• de s'entraîner régulièrement, à une fréquence qui permet de rester à un niveau acceptable, très précieux en cas d'incident (voir REX du mois) et de faire tester ses aptitudes conformément aux recommandations en vigueur dans le club ou dans l'école de pilotage ;

• de recourir à leur instructeur au moindre doute concernant une difficulté récurrente. Car l'encadrement des pilotes, généralement des passionnés très expérimentés qui pratiquent le VFR de nuit en aéroclub, est très disponible pour répondre aux questions des élèves. ●

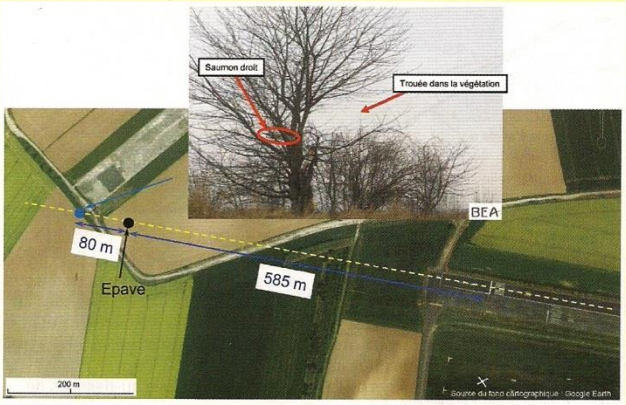


Figure 1 - Position de l'épave

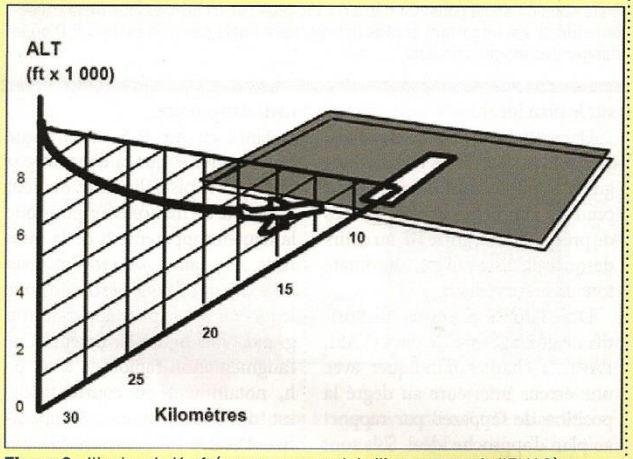


Figure 2 - Illusion de Kraft (source : manuel de l'instructeur de l'ENAC)

RAPPORTS du BEA

Collision avec la végétation puis le sol en finale, de nuit

• **Aéronef :** avion Piper PA-28-161.
• **Exploitant :** club.
• **Lieu :** aérodrome de Persan-Beaumont (95).
• **Nature du vol :** aviation générale, convenance personnelle.
• **Personne à bord :** pilote.
• **Conséquences et dommages :** pilote décédé, aéronef détruit.

1 - Déroulement du vol

Le pilote décolle à 20 h 03[1] de la piste 10[2] de l'aérodrome de Persan-Beaumont pour une navigation d'environ 12 Nm à destination de Pontoise (95) en VFR de nuit. Sept minutes plus tard, le pilote annonce sur la fréquence d'auto-information qu'il a annulé son vol à destination de Pontoise en raison *« d'un problème de GPS »* et qu'il est de retour en finale pour des posés-décollés en piste 10. Il annonce à 20 h 12 qu'il *« remet les gaz »*, puis à 20 h 16 qu'il est *« en finale pour la piste 10 »*. L'aéronef est retrouvé dans un champ à 585 mètres en amont du seuil décalé de la piste.

2 - Renseignements complémentaires

2.1 - Renseignements sur le site

L'examen du site montre que l'avion a heurté avec l'aile droite un bosquet isolé situé à environ 660 m du seuil décalé. Les traces observées montrent que l'aéronef a heurté la végétation à une hauteur d'environ 5 m selon une trajectoire en légère descente, avec une inclinaison sensiblement nulle. L'arbre heurté par l'avion se situe en dehors de la trouée d'atterrissage[3] de la piste 10 (voir fig.1).

2.2 Renseignements sur l'épave

Les examens réalisés sur l'épave n'ont pas mis en évidence de dysfonctionnement susceptible d'avoir contribué à l'événement. Il a notamment été observé que :
- le moteur délivrait de la puissance au moment de l'impact avec la végétation ;
- les volets n'étaient pas rentrés, les dommages n'ont pas permis de déterminer leur position exacte ;
- l'altimètre était calé sur 1 000 hPa (valeur du QNH au moment de l'accident) et indiquait l'altitude de l'aérodrome ;
- l'interrupteur du transpondeur était sur OFF ;
- l'interrupteur du GPS était sur OFF ;
- l'interrupteur du phare d'atterrissage était sur OFF ;
- l'interrupteur des feux de navigation était sur OFF ;
- l'interrupteur des feux anticollision était sur ON ;
- la boucle de la ceinture du pilote a été retrouvée ouverte et en bon état apparent. La sangle de retenue du torse est rangée dans son logement. La verrière a été détruite. Les fragments examinés sur le site n'ont pas révélé d'opacité qui aurait pu être le signe d'une vétusté avancée.

L'avion était équipé d'un calculateur GPS Bendix King KLN 89B. Ce calculateur ne dispose pas de cartographie. Il n'enregistre pas de données de position.

2.3 Témoignages

Un instructeur et un élève réalisaient des circuits d'aérodrome au moment de l'accident. L'instructeur explique qu'il a constaté avec son élève que le F-XXXX était *« très bas »* lors des deux finales[4]. Il ne l'a pas signalé au pilote du F-XXXX pour ne pas le perturber. Il ajoute que les conditions météorologiques étaient *« bonnes et que l'atmosphère était très calme »*. Il précise qu'avant le vol le pilote ne souhaitait pas voler seul et ne trouvait personne pour l'accompagner.

Plusieurs membres de l'aéroclub ont indiqué que le pilote était dynamique et très actif mais qu'ils l'avaient trouvé particulièrement fatigué depuis quelques jours.

2.4 Approche dans un "trou noir" décrite par Konrad Kraft

De nuit par manque de repères visuels, les pilotes peuvent avoir tendance à conduire leur approche en gardant constant l'angle visuel entre les feux matérialisant le début et la fin de piste. La trajectoire devient alors concave (arc capable) alors qu'elle est perçue rectiligne par le pilote. C'est l'illusion de Kraft appelée aussi effet de "trou noir". Plusieurs rapports d'accidents ont illustré ce phénomène, notamment :
- accident du BN2 B immatriculé 8P-TAD[5]

du 18 juillet 1994 survenu en France ;
- accident du C172 immatriculé C-GQVU[6] du 26 février 1996 survenu au Canada ;
- accident de l'Astra SPX immatriculé C-FRJZ[7] du 22 mars 2000 au Canada ;
- accident du MD-81 immatriculé OY-KHP[8] du 6 février 2010 en France.

2.5 Renseignements sur le pilote

Le pilote âgé de 72 ans était titulaire d'une licence de pilote privé avion de 1999, il totalisait environ 990 heures de vol dont 855 en tant que commandant de bord. Il était titulaire d'une habilitation au vol de nuit de 2008 et totalisait environ 34 heures de nuit dont un vol de 43 minutes sur PA-28 en circuit d'aérodrome à Persan réalisé onze jours avant l'accident. Son dernier vol d'instruction en VFR de nuit avait été réalisé en septembre 2008.

2.6 Renseignements médicaux

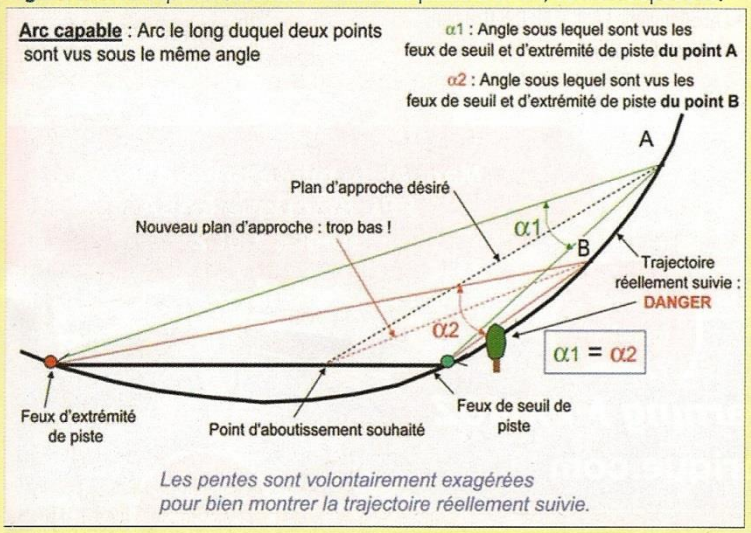
Le pilote possédait un certificat médical de classe 2 en cours de validité délivré en octobre 2012 par un médecin généraliste agréé par le Directeur général de l'aviation civile. Il lui était imposé le port de lunettes ou de lentilles.
L'autopsie pratiquée sur le corps du pilote a révélé une absence de blessure qu'aurait pu provoquer une ceinture de sécurité correctement attachée lors de l'accident.
Elle a par ailleurs mis en évidence une dilatation des cavités cardiaques. Cet état peut engendrer notamment des troubles du rythme cardiaque et se traduire par de la fatigue. Elle a en outre révélé l'existence d'un voile cristallinien qui peut évoquer une cataracte. Cette affection, notamment liée à l'âge, est susceptible d'occasionner une gêne visuelle particulièrement aux luminances faibles et fortes (éblouissement ou vision de nuit par exemple).

La dernière visite d'aptitude médicale du pilote a été réalisée dans le cadre de l'arrêté du 2 décembre 1988[9]. L'efficacité visuelle y est notamment définie par *« une adaptation normale aux faibles et aux fortes luminances »*. Cette évaluation ne peut cependant être pratiquée que dans des centres spécialisés comme les centres d'expertise du personnel navigant. Depuis avril 2013, les normes d'aptitude médicale de classe 2 applicables en France sont définies par le règlement (UE) n° 1178/2011 et les AMC (Moyens Acceptables de Conformité) associés (notamment l'AMC2 MED.B.070). Les dispositions relatives à l'adaptation aux faibles et aux fortes luminances n'ont pas été reprises. Il est prévu notamment que des examens ophtalmologiques spécifiques soient prescrits sur indication des résultats de l'examen clinique. Ce dernier prévoit la recherche de pathologies de l'œil. La diminution de la transparence du cristallin n'est pas considérée comme une pathologie tant qu'une cataracte n'est pas diagnostiquée. À travers cet examen, l'AMC ne prévoit donc pas explicitement la recherche de signes précurseurs de la cataracte (comme la baisse de transparence du cristallin).

2.7 Événements survenus dans des conditions de luminances extrêmes

Une recherche effectuée sur la base de données du BEA indique que depuis 2004, seize enquêtes sur des accidents d'avion ont identifié une contribution des conditions d'éclairement. Dans un tiers de ces événements le pilote était âgé de plus de 65 ans. L'opacification du cristallin est un facteur rarement recherché dans les enquêtes dans la mesure où les pilotes étaient titulaires d'un certificat médical valide. Cette affection a été néanmoins établie dans l'accident du DR400 immatriculé F-GJZB[10] en 2004

Figure 3 - Arc capable (source : manuel du pilote d'avion, édition Cépaduès)



REX DU MOIS - Panne de phare en finale, en vol d'instruction NVFR

À l'issue de plusieurs tours de piste d'entraînement de nuit, nous entamons la cinquième approche après avoir fait différents exercices (panne de badin, panne de volets, panne d'éclairage cabine...). En longue finale, comme d'habitude, je mets la réchauffe, pompe, volets et phare d'atterrissage et constate que le phare fonctionne correctement. Subitement, en courte finale, le phare d'atterrissage tombe en panne, et il ne s'agit pas d'un breaker sauté. Mon instructeur me laisse faire, et j'atterris normalement, un peu dur à cause d'un arrondi un peu haut faute de pouvoir évaluer correctement la hauteur de l'avion.

Commentaire de l'auteur du REX

On oublie un peu trop souvent que les exercices en instruction sont d'une importance capitale. Les entraînements, parfois vus par les élèves pilotes comme inutiles, peuvent se montrer d'une importance capitale dans les situations difficiles. J'ai été en mesure de poser l'avion dans des bonnes conditions de sécurité grâce aux nombreux exercices réalisés, dans une situation similaire, avec mon instructeur

à Arcachon. L'avion était entré en collision avec des arbres lors de la finale.
Le pilote, âgé de 78 ans, avait été ébloui par le soleil et n'était pas parvenu à identifier la piste. Sa baisse de performance visuelle, due à une cataracte avait probablement augmenté sa sensibilité à l'éblouissement.

2.8 Renseignements supplémentaires

Le plan de vol du pilote pour Pontoise a été activé par téléphone avant le départ.
Celui-ci n'a pas contacté d'organisme de contrôle et n'a pas annulé le plan de vol.
Le vol de l'accident n'a pas été enregistré par les radars secondaires couvrant la zone.
Les conditions météorologiques étaient compatibles avec le vol à vue de nuit.
La piste revêtue 10 n'est pas équipée d'un indicateur de pente d'approche (PAPI). Elle est équipée d'un balisage lumineux basse ou haute intensité composé de feux de seuil, d'extrémité et de bord de piste. Le balisage fonctionnait correctement en basse intensité au moment de l'accident.

3 - Enseignements et conclusion

Les performances opérationnelles[1] du pilote lors du vol, les éléments médicaux et les témoignages indiquent un état de fatigue du pilote qui peut expliquer sa réticence à voler seul et sa décision d'interrompre la navigation. Dans ce contexte, une gêne visuelle possiblement liée à l'existence d'un voile cristallinien a pu accroître les difficultés du pilote à acquérir les repères visuels et à contrôler sa trajectoire en finale. Le pilote est alors descendu sous le plan nominal. Il ne s'est pas rendu compte de sa proximité avec la végétation et n'a pas effectué de manœuvre d'évitement avant la collision.
Le phare d'atterrissage étant éteint, il lui était difficile de prendre conscience de sa proximité avec le sol. La faible hauteur et la trajectoire de l'avion lors de la collision avec la végétation sont caractéristiques d'une illusion visuelle de type *« approche dans un trou noir »* décrite par Kraft. La fatigue et la dégradation des performances visuelles favorisent la survenue de ce type d'illusion.
À la suite de l'accident l'arbre a été coupé. Le club a également mis en place une règle interne d'expérience récente pour le vol à vue de nuit : tous les douze mois, les pilotes doivent faire un vol d'instruction et une séance d'instruction sur le simulateur du club.
Le vol à vue de nuit requiert une grande vigilance et une technicité élevée.
Le contrôle du plan de descente lorsque la piste n'est pas équipée d'un indicateur de pente d'approche demande une attention particulière. Le vol de nuit constitue un sujet pouvant faire l'objet d'une attention particulière de la part des organismes de formation approuvés (ATO), notamment dans le cadre de leur Système de Gestion de la Sécurité (SGS).

4 - Recommandation

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.

Exigences applicables aux certificats médicaux de classe 2 des pilotes

L'existence d'un voile cristallinien n'est pas un facteur systématiquement recherché lors d'un examen médical pour l'obtention de l'aptitude de classe 2. Des enquêtes ont montré cependant que des difficultés d'adaptation à des luminances extrêmes pouvaient contribuer à des accidents mortels. Les examens décrits par l'AMC, orientés sur la recherche de pathologies déclarées, ne permettent en effet pas de détecter une diminution de la transparence du cristallin, si ce n'est dans une forme extrême comme la cataracte. Cette affection se développe avec l'âge et se manifeste le plus souvent à partir de 65 ans. Le développement d'un voile cristallinien constitue pourtant un risque pour la sécurité aérienne et a pu contribuer à la survenue de cet accident.
Sans nécessairement modifier les critères d'aptitude et les modalités d'évaluation de l'acuité visuelle, il est possible d'identifier les pilotes qui risquent d'être affectés par cette déficience et de les sensibiliser sur le risque de dégradation de leurs performances visuelles dans certaines circonstances.

En conséquence le BEA recommande que :

- l'AESA étudie les moyens de sensibiliser les médecins quant aux risques associés à la présence d'une cataracte et notamment de ses signes précurseurs. [Recommandation FRAN-2015-002]
- l'AESA modifie l'AMC2 MED.B.070 pour permettre d'identifier les pilotes à risques en procédant à une évaluation qualitative de la vision dans des conditions de luminances extrêmes afin d'informer ces pilotes des risques de détérioration de leur performance visuelle dans certaines circonstances et de leur conseiller des examens complémentaires par un ophtalmologue (par exemple pour détecter la présence d'un voile cristallinien ou des signes précurseurs d'une cataracte). Cette évaluation qualitative peut être faite par la vérification des antécédents médicaux et sur indication clinique (par exemple des problèmes d'acuité visuelle, résultat d'un test de luminance). [Recommandation FRAN-2015-003]

(1) Les éléments de ce paragraphe sont issus de l'enregistrement de la fréquence d'auto-information de Persan Beaumont.
(2) Piste revêtue 830 m x 20 m, LDA 750 m équipée d'un balisage lumineux.
(3) Surface de dégagement aéronautique de l'aérodrome qu'il convient de garder libre de tout obstacle.
(4) L'instructeur précise qu'il voyait les feux anti-collision du F-GHPN.
(5) http://www.bea.aero/docspa/1994/8p-d940718/pdf/8p-d940718.pdf
(6) http://www.tsb.gc.ca/fra/rapports-reports/aviation/1996/a96o0034/a96o0034.asp
(7) http://www.tsb.gc.ca/fra/rapports-reports/aviation/2000/a00a0051/a00a0051.asp
(8) http://www.bea.aero/docspa/2010/oy-p100206/pdf/oy-p100206.pdf
(9) Arrêté du 2 décembre 1988 relatif à l'aptitude physique et mentale du personnel navigant technique de l'aviation civile.
(10) http://www.bea.aero/docspa/2004/f-zb040201/pdf/f-zb040201.pdf
(11) Non-activation du transpondeur pour une navigation de nuit, feux de navigation et phare d'atterrissage éteints, ceinture de sécurité non-attachée.