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

SÉCURITÉ

TIRER LES ENSEIGNEMENTS D'UN ACCIDENT QUI POURRAIT ÊTRE LE NÔTRE

Un appareil neuf, un aéroclub sérieux et reconnu, un instructeur expérimenté et connu dans son entourage pour militer activement en faveur de la sécurité, une leçon quasi standard, une météo clémente et malgré tout deux personnes tuées lors d'un exercice de décrochage qui ne présentait a priori aucune difficulté particulière.

Le bilan dramatique de cet accident survenu voici quelques mois nous rappelle combien, sans en avoir forcément conscience, nous pouvons nous mettre dans des situations potentiellement dangereuses. Je dis bien "nous" car je nous compte tous parmi les personnes susceptibles de se laisser entraîner dans la même spirale fatale. L'équipage malheureux n'a finalement pas, lors de ce vol, procédé à des opérations très éloignées de celles qui étaient normalement prévues au cours de la préparation. Et pourtant des différences apparemment mineures entre le projet de vol initialement prévu en HR 200 et la leçon en APM 30 ont conduit à une perte de contrôle.

Outre les enseignements qu'on peut tirer, à titre de retour d'expérience, d'un événement aussi grave on portera une attention particulière à l'aide majeure apportée aux enquêteurs du BEA par le dispositif d'enregistrement des paramètres de vol.

A- Un accident d'avion léger dont les paramètres sont précisément connus grâce à un enregistreur de données

L'appareil accidenté est un APM 30 LION. Il était équipé du dispositif d'enregistrement de données développé par la société française iAero : APIBOX.

Six paramètres ont permis de comprendre l'essentiel du mécanisme de la perte de contrôle :

1. le régime-moteur;
2. l'altitude-pression;
3. la vitesse indiquée;
4. l'accélération longitudinale;
5. l'accélération latérale;
6. l'accélération verticale (ou le facteur de charge).

Ainsi, on peut reconstituer sans ambiguïté possible la trajectoire de l'appareil et, avec une forte probabilité, déterminer les actions exercées par l'élève pilote ou par l'instructeur. Le rapport du BEA ci-joint expose et commente l'ensemble des données. Les conclusions sont ensuite évidentes.

Nous sommes donc bien loin des accidents d'appareils légers pour lesquels les enquêteurs, malgré toute leur expertise et leur savoir-faire, en sont réduits à émettre des hypothèses difficiles à synthétiser. En effet, examen d'épaves, de l'environnement, témoignages ne permettent pas toujours d'avoir une vue cohérente des circonstances. Le retour d'expérience en souffre et les autorités sont parfois conduites à prendre des mesures conservatoires inutiles, au nom du principe de précaution, tout en passant à côté de la cause réelle. Ce qui aurait pu être le cas ici.

Bien entendu, la présence d'un enregistreur de bord rompt avec la tradition du "pas vu, pas pris" et pose ainsi des problèmes de déontologie, certains pensent même de "flicage", dont il est temps de discuter entre parties concernées. D'autant plus que les concepteurs de ces enregistreurs, notamment de celui cité ici, sont de vrais professionnels et de vrais experts en matière d'aviation légère. En collaboration avec le constructeur de l'avion ils ont réfléchi à plusieurs niveaux de confidentialité dans la lecture des paramètres post-vol. Pour la sécurité de tous, et surtout pour celle des équipages qui suivent, il n'apparaît pas scandaleux qu'un enregistreur puisse signaler les graves sorties du domaine de vol (facteur de charge limite, VNE) et les dépassements des limitations moteur (EGT, PA, RPM). Concernant leur utilité et leur pertinence le rapport du BEA est éloquent.

Autre intérêt de l'enregistreur : dans l'accident de l'APM 30 il contribue à exonérer l'appareil de toute défaillance notoire et renvoie l'enquête à l'analyse des facteurs humains. Les autres avions du même type peuvent donc être exploités en toute sérénité alors que le même accident sans enregistreur de vol aurait probablement remis en question les qualités de vol de l'appareil et sa technologie. Les autres APM 30 auraient pu être interdits de vol.

Enfin, dernier bénéfice non-négligeable pour l'enquête : la possibilité pour le constructeur de l'avion de participer à l'enquête, en qualité de témoin, en effectuant le même vol et avec une réelle probabilité de similitude. Reconstitution qui a permis aux enquêteurs de mieux comprendre le scénario de la perte de contrôle et de confirmer et d'affiner les conclusions initiales.

B- Une conjugaison d'éléments à l'apparence anodine

Une suite de facteurs malheureux a construit inexorablement la perte de contrôle du petit biplace. La mise en place du vol et sa préparation s'étaient déroulées comme d'habitude avec sérieux et professionnalisme. Sans doute avec les mêmes qualités que celles de l'ensemble du corps des instructeurs, professionnels ou bénévoles, et même peut-être davantage puisque l'instructeur était à la fois un pilote très habile et un exemple de guide en matière de sécurité.

Cependant quelques éléments, chacun peu inquiétant, se sont conjugués :

• Le changement de projet

Si la leçon avait eu lieu sur le HR 200, initialement programmé pour ce vol-école, il est probable que le scénario aurait été différent. C'est la raison pour laquelle le changement d'appareil, intrinsèquement sans danger potentiel, est désigné comme une cause primaire de la perte de contrôle.

À ce stade un premier enseignement est à tirer : l'importance du changement du projet d'action ou le danger de l'improvisation (Lire *Info-Pilote* n°602 et *Info-Pilote* n°682).

Quand le changement n'est pas suivi de l'ensemble des modifications qui différencient le projet initial du projet réactualisé (ici une leçon de décrochage en

• **Événement :** perte de contrôle lors d'un exercice de décrochage, collision avec le sol, en instruction.
• **Aéronef :** Avion APM 30.
• **Exploitant :** Club.
• **Nature du vol :** Aviation générale, instruction.
• **Personnes à bord :** Instructeur et élève.
• **Conséquences et dommages :** instructeur et élève décédés, avion détruit.

1 – DÉROULEMENT DU VOL

L'instructeur et l'élève ont prévu d'effectuer un vol d'instruction sur un avion de type HR 200. Au cours de la visite pré-vol, l'instructeur détecte une anomalie sur le train avant. L'APM 30 étant disponible, il décide de réaliser le vol sur cet avion. Ils décollent de l'aérodrome de Saint-Cyr-l'École (78) vers 17 h 10. Ils passent par le point de sortie N à une altitude de 1 500 ft, puis se dirigent vers l'ouest à une altitude de 2 500 ft en limite du plancher de la TMA de classe A. Après environ 20 minutes de vol, lors du 3e exercice de décrochage, ils perdent le contrôle de l'avion. L'avion s'écrase dans un champ.

2 – RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

2.1 – Trajectoire radar

La trajectoire radar de l'avion est présentée sur un fond de carte IGN avec les points remarquables de la zone d'évolution. (voir fig.1)

• **Points caractéristiques de la trajectoire :**
2 : 17 h 25 min 15 s – Début du premier exercice **2a :** 17 h 25 min 54 s – Atteinte vitesse décrochage **2b :** 17 h 25 min 57 s – Changement de route **3 :** 17 h 27 min 30 s – Début du deuxième exercice **3a :** 17 h 28 min 06 s – Changement de route **3b :** 17 h 28 min 10 s – Atteinte vitesse décrochage **4 :** 17 h 29 min 28 s – Début du troisième exercice

2.2 – Examen du site et de l'épave

L'examen du site et de l'épave montre que l'avion a percuté le sol avec une assiette légèrement à piquer et une énergie importante. Aucune trace de glissement n'est visible au sol, mais les blés, couchés par endroits, semblent indiquer un léger mouvement de lacet vers la gauche lors de l'impact.
Au moment de la collision avec le sol :
• le moteur était alimenté en carburant ;
• les volets étaient en position rentrée ;
• les commandes de vol étaient continues.
L'examen n'a pas mis en évidence de défaillance mécanique antérieure à la collision avec le sol ayant pu contribuer à l'accident.

2.3 – Renseignement sur l'avion

L'avion, mis en service en janvier 2010, détenait un certificat de navigabilité valide et avait volé 808 heures. Il avait été acheté par le club en début d'année 2013.

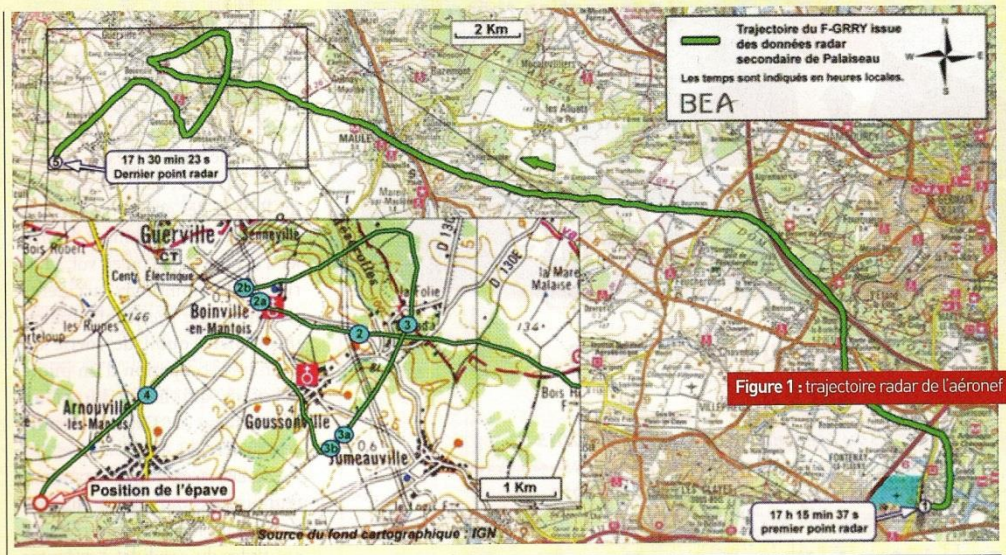


Figure 1 : trajectoire radar de l'aéronef

2.4 – Renseignements sur l'instructeur et l'élève

• **Instructeur**
- Homme, 56 ans.
- Pilote professionnel avion et hélicoptère, qualification instructeur avion obtenue en 2002, qualification d'examinateur depuis 2007.
- Expérience totale : 5 700 heures de vol sur avion dont 3 500 en qualité d'instructeur et 2 900 heures sur hélicoptère,
- Expérience en 2013 : 140 heures de vols dont 125 en instruction.
En 2012 et 2013, il avait essentiellement fait de l'instruction sur HR 200 et C172. L'instructeur avait fait le 8 mars 2013 un vol de prise en main sur l'APM 30 avec le chef pilote de l'aéroclub et le 30 avril 2013 un vol local d'environ une heure en tant que commandant de bord probablement pour se familiariser avec l'avion. Les témoignages recueillis indiquent également qu'il avait pris connaissance du manuel de vol.

• **Élève**
- Homme, 18 ans.
- Formation débutée en janvier 2011.
- Expérience : 51,5 heures de vol, dont 2,6 en qualité de commandant de bord, toutes sur HR 200.

2.5 – Enregistreur de bord

L'APM 30 est équipé d'un calculateur APIBOX dont la fonction est de générer et de présenter au pilote les paramètres du moteur. Certains paramètres de vol sont également enregistrés sur une carte mémoire non protégée et ont été récupérés. La planche (voir fig.2 et 3) présente

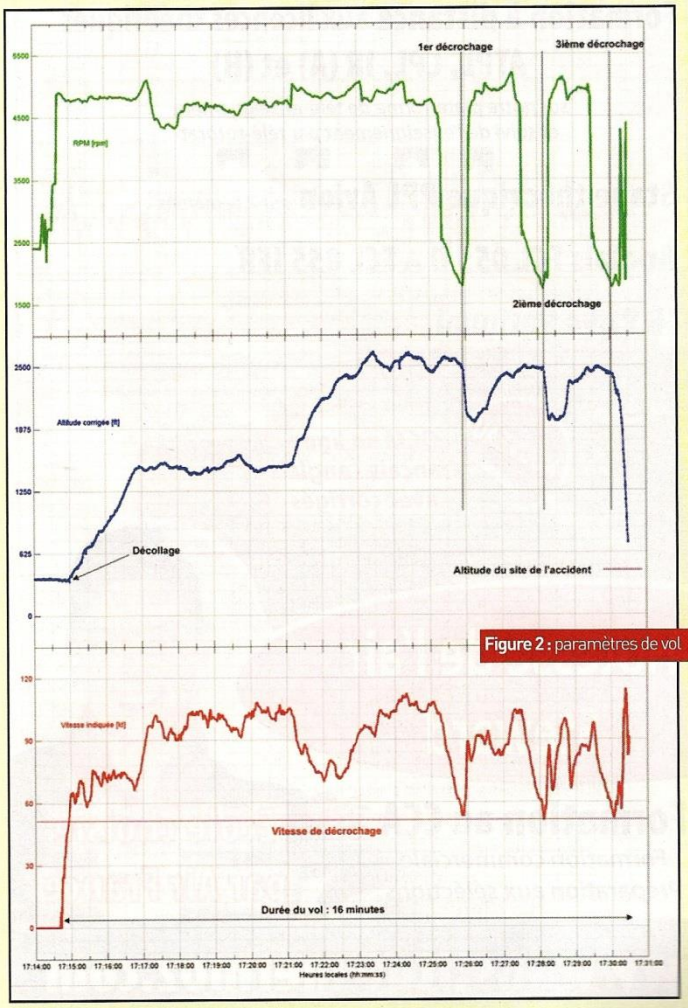


Figure 2 : paramètres de vol

HR 200 d'abord et ensuite la même leçon en APM 30), le vol sera en partie improvisé. Surtout si l'instructeur n'a pas encore de repères suffisants sur l'avion, ce qui semble avoir été le cas.

On retrouve, dans les rapports du BEA et des autres organismes mondiaux, le changement de projet d'action, au sol ou en vol, à l'origine de nombreux accidents (remise de gaz avec configuration incomplète, oubli de sortie du train, préoccupation d'un pilote débutant qui hésite lors d'un changement de QFU et décolle vent arrière...).

D'ailleurs, en vol, les examinateurs ont recours à ces changements dans le but de contrôler les aptitudes du candidat à exécuter dans le bon ordre les modifications. Elles doivent rendre le nouveau projet aussi sécuritaire que le projet initial. Dans ce cas, le testeur vérifie aussi si le pilote peut mentalement se "transporter" dans le nouveau projet (cas du déroutement par exemple).

Autant dire que pour le pilotage au quotidien il s'agit d'une réelle difficulté susceptible de piéger sournoisement ceux qui n'en auraient pas détecté puis perçu toute la dangerosité.

• Un appareil nouveau

Les pilotes très expérimentés, comme la plupart des instructeurs, sont encore plus vulnérables car leur grande faculté d'adaptation aux appareils de la flotte qu'ils pilotent habituellement anesthésie un peu leur méfiance. Ici, au changement d'appareil, qui aurait déjà constitué à lui tout seul (même sans changement du type d'avion) un changement de projet, est venu s'ajouter la nouveauté de l'avion de rechange. A priori pas réellement une grosse difficulté pour un pilote instructeur expérimenté même fraîchement lâché, simplement un deuxième élément, nouveau. Et peu suspect car tout à fait en accord avec le fonctionnement pédagogique d'une école de pilotage en aéroclub.

• Une très bonne entente entre l'instructeur et son élève

Ce point, considéré comme plutôt favorable à la qualité de la formation au pilotage, a été évoqué par plusieurs personnes proches des deux pilotes accidentés. Mais parfois la trop grande complicité est une arme à double tranchant qu'on retrouve nettement comme cause possible dans certains accidents survenus en cours d'instruction. Ainsi le troisième et fatal décrochage entretenu pendant douze secondes représente probablement une action de démonstration qui peut révéler de la part de l'instructeur un désir de partager avec son élève un point particulier du manuel de vol non prévu initialement : l'entretien du décrochage. Par exemple pour montrer la conservation du contrôle latéral et les oscillations en tangage qui sont des caractéristiques de l'APM 30 mentionnées dans son Manuel de vol (voir figure 4 du rapport du BEA, ci-contre). Réelle ou non, cette remarque s'appuie sur l'observation de comportements bien connus et tout à fait humains, stimulés par la curiosité bien compréhensible d'un binôme instructeur/élève, tous deux fanas de pilotage.

• Un volume d'évolution exigu au voisinage des petits aérodromes proches des TMA

La région parisienne, comme la plupart des régions qui côtoient les TMA, laisse des espaces d'environ 2 000 pieds entre leur plancher et le sol pour les évolutions des vols en régime VFR. Les instructeurs se sont progressivement habitués à faire l'ensemble des exercices de maniabilité à tout juste 600 mètres au-dessus du sol. Un décrochage bien maîtrisé qui fait perdre 100 à 200 pieds (30 à 60 mètres) ne présente pas de caractère dangereux même s'il a lieu au-dessous des 3 000 pieds préconisés par l'ENAC. En revanche un impondérable comme celui rencontré ici n'aurait proba-

les paramètres significatifs du vol le jour de l'accident. Des recalages notamment sur l'altitude et les accéléromètres ont été nécessaires. Les paramètres moteur (RPM, températures huile et cylindre) confirment que le moteur fonctionnait nominalement. Les paramètres de génération électrique, de température et de carburant sont cohérents avec les phases de vol. Les courbes de paramètres montrent une forte augmentation du facteur de charge sur l'axe vertical à plus de 2,5 g avec une vitesse d'environ 105 kt puis l'apparition sur l'axe longitudinal et latéral d'un facteur de charge d'environ 0,8 g et une augmentation de la vitesse vers 115 kt.

2.6 Manuel de vol

Le manuel de vol indique que la vitesse de décrochage (voir fig. 4) de l'avion en lisse et à la masse maximale de 736 kg est de 58 kt. Il décrit également la procédure de sortie du décrochage ainsi que les particularités et mises en garde sur le comportement de l'avion en roulis et tangage lorsque le manche est maintenu en position arrière.

2.7 Essai et recherche

Un vol sur un APM 30 muni d'un enregistreur de paramètres a été réalisé à la suite de l'accident afin d'acquérir des données lors des phases de décrochage. Les données recueillies indiquent que le profil du 3e décrochage semble correspondre à un décrochage maintenu volontairement avec la commande de profondeur en secteur arrière, moteur réduit.

2.8 - Technique et enseignement du décrochage

Le décrochage est abordé lors du stage de formation des instructeurs. L'objectif est d'apprendre à faire réaliser des décrochages en ligne droite et en virage, dans différentes configurations, à identifier le comportement de l'avion et à appliquer la procédure de retour au vol normal. Des décrochages sont ensuite réalisés avec les élèves.

Bien que ne présentant pas de caractère réglementaire, l'ENAC dans son programme de formation des instructeurs préconise une hauteur de 3 000 ft minimum pour ce type d'exercice.

3 – ENSEIGNEMENTS ET CONCLUSION

3.1 Scénario

L'analyse des paramètres enregistrés et de la trajectoire montre que les deux premiers exercices de récupération du décrochage semblent correspondre à la méthodologie d'enseignement de cet exercice :

- diminution de puissance et maintien du palier ;
- décrochage ;
- diminution de l'incidence par une action à piquer ;
- ressource et remise en puissance.

Au cours de ces deux exercices, la perte de hauteur a été d'environ 500 ft pour une hauteur de départ d'environ 2 000 ft. La perte de hauteur est supérieure aux vingt mètres (environ 65 ft) indiqués dans le manuel de vol. Le changement de route de plus de 90° survenu pendant les deux premiers exercices peut indiquer que l'élève n'a pas réussi à contrôler la trajectoire de l'avion au cours de l'exercice. Cela a pu contribuer d'une part à augmenter la hauteur perdue pendant l'exercice, et d'autre part à inciter l'instructeur à lui demander de refaire l'exercice.

Le profil de vol du 3e exercice de décrochage présente des similarités avec un décrochage maintenu avec le manche en secteur arrière. La durée de ce maintien est d'après les courbes de l'ordre de dix à douze secondes. Pendant cette durée, et comme le décrit le manuel de vol, l'avion a pu présenter de fortes échappées en tangage et en roulis. Cela pourrait expliquer l'augmentation rapide de la vitesse (voir fig. 3).

Les accélérations et les vitesses relevées ont pu par ailleurs conduire à un décrochage dynamique sous facteur de charge suivi d'une forte assiette à piquer et d'une inclinaison latérale importante. La vitesse et les accélérations enregistrées dans les dernières secondes semblent revenir à des valeurs pouvant indiquer un début de récupération de l'avion par le pilote avant la collision avec le sol.

Lors de ce dernier exercice, il est possible que l'instructeur ait voulu prolonger le décrochage afin de montrer à l'élève l'efficacité de certaines commandes de vol (contrôle en lacet, roulis), certains paramètres (vitesses anémométrique et verticale) et le comportement général de l'avion dans cette configuration (échappées en tangage, roulis, stabilité).

Cette pratique nécessite de l'instructeur une connaissance approfondie du manuel de vol de l'avion et de son comportement au cours du décrochage, ainsi qu'une vigilance accrue au cours de l'exercice car il évolue en dehors du domaine de vol certifié de l'avion.

L'instructeur ne totalisait que deux vols sur l'APM 30 et il est probable qu'il y a transposé son expérience importante sur HR 200 et C172, le conduisant à choisir une hauteur d'exercice à environ 2 000 ft. Il n'était en outre pas possible de réaliser l'exercice à une hauteur supérieure en raison de la présence de l'espace de classe A.

3.2 Choix du programme du vol d'instruction

Le changement d'avion fait suite à une anomalie détectée sur le HR 200 lors de la visite pré-vol. L'APM 30 était le seul avion disponible et la décision de maintenir la séance d'instruction a conduit à entreprendre le vol avec cet avion.

Le programme du vol initial selon le livret de progression de l'élève consistait à l'apprentissage des décrochages.

L'élève n'avait effectué aucun vol sur cet avion et l'instructeur seulement deux vols. Le fait que le programme du vol n'ait pas été modifié par l'instructeur peut indiquer un excès de confiance dans sa capacité à pouvoir gérer une situation imprévue.

3.3 Causes

La perte de contrôle est probablement due à la décision de l'instructeur de prolonger un exercice de décrochage à une hauteur insuffisante pour permettre la récupération complète.

La décision de conserver le programme de vol prévu, avec un avion que l'élève ne connaissait pas et pour lequel l'expérience de l'instructeur était limitée, a pu contribuer à l'accident.

En 2012, la DGAC a publié et diffusé une brochure et une fiche pédagogique à l'intention des instructeurs et écoles de pilotage pour rappeler la méthodologie d'enseignement de cet exercice et en rappeler la finalité :

- *« Le décrochage : revenir aux incidences de vol »* (Brochure) ;
- *« Formation à la récupération de décrochage »* (Fiche pédagogique).

Les fiches sont consultables sur le site de la DGAC : http://www.developpement-durable.gouv.fr/Le-decrochage-revenir-aux.html

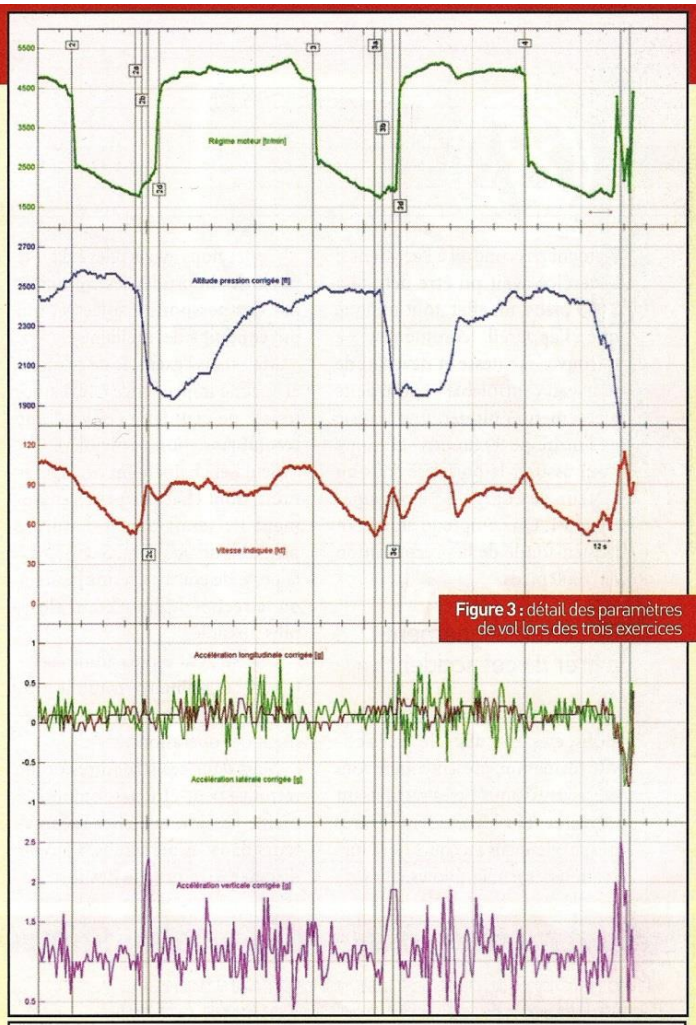
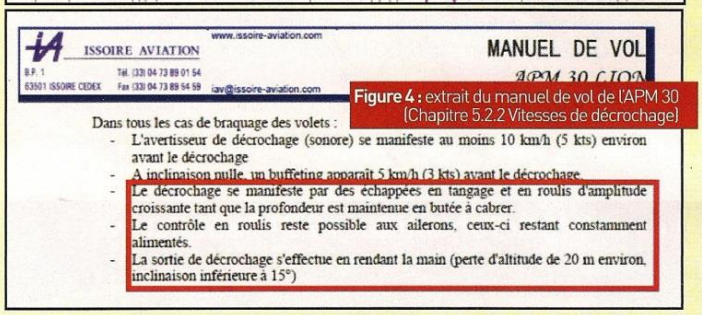


Figure 3 : détail des paramètres de vol lors des trois exercices


ISSOIRE AVIATION
www.issoire-aviation.com
B.P. 1 Tél. (33) 04 73 89 01 54
63501 ISSOIRE CEDEX Fax (33) 04 73 89 54 59 iav@issoire-aviation.com
MANUEL DE VOL
APM 30 LION

Dans tous les cas de braquage des volets :
- L'avertisseur de décrochage (sonore) se manifeste au moins 10 km/h (5 kts) environ avant le décrochage
- A inclinaison nulle, un buffeting apparaît 5 km/h (3 kts) avant le décrochage.
- Le décrochage se manifeste par des échappées en tangage et en roulis d'amplitude croissante tant que la profondeur est maintenue en butée à cabrer.
- Le contrôle en roulis reste possible aux ailerons, ceux-ci restant constamment alimentés.
- La sortie de décrochage s'effectue en rendant la main (perte d'altitude de 20 m environ, inclinaison inférieure à 15°)

Figure 4 : extrait du manuel de vol de l'APM 30 (Chapitre 5.2.2 Vitesses de décrochage)

blement pas conduit à l'accident si l'exercice avait pu être débuté à 3 000 pieds. En effet, tout indique que l'appareil commençait à retrouver sa vitesse et devenait de nouveau contrôlable : une assiette légèrement à piquer, une vitesse de l'ordre de 90 nœuds suffisante pour assurer la portance sous un facteur de charge à peine supérieur à 1. On comprend alors tout le bien-fondé de la préconisation de 3 000 pieds.

C- Les enseignements à tirer de cet accident

Le fonctionnement de nos aéroclubs, en particulier de leur activité formation, présente un niveau de sécurité plutôt très satisfaisant car rares sont les accidents graves qui surviennent au cours de la formation des jeunes pilotes.

Certes nous avons relevé dans le passé des imprudences commises par des personnes isolées et qui ont conduit à des accidents.

Mais dans l'exemple de ce mois-ci aucune imprudence trop caractérisée ne peut faire l'objet d'une recommandation particulière.

Seul l'enchaînement des opérations, dont chacune prise séparément ne serait pas de nature à produire un accident, a conduit à la perte de contrôle à une hauteur où la récupération n'était, alors, plus possible.

Une structure plus administrative, type "militaire" n'aurait probablement pas permis l'enchaînement des opérations.

Mais dans ces structures on ne retrouve peut-être pas toujours la même passion que chez les amateurs dans les aéroclubs. Pouvoir discuter, être proche des instructeurs, recevoir les conseils des anciens, s'intéresser aux avions en les découvrant à l'atelier sont autant de privilèges et une véritable richesse que défendent avec ardeur et pertinence nos fédérations.

Ces valeurs en effet abondent discrètement dans le sens de davantage de sécurité. Les aéroclubs permettent à beaucoup de pilotes d'apprendre les rudiments du pilotage, donc aussi des consignes de sécurité, et d'accéder plus tard à des carrières professionnelles.

Il nous appartient donc de réfléchir aux actions à mettre en place afin de renforcer la sécurité et pour que ne se renouvelle pas la perte de contrôle de l'APM 30. Respecter une hauteur minimale pour des exercices de décrochage et s'assurer que l'instructeur connaît bien l'avion découle de toute évidence des conclusions du rapport du BEA.

À nous ensuite d'imaginer des solutions simples comme celle qui consiste à donner une formation structurée, type "qualif-machine" plus complète, à chaque instructeur lors de l'introduction d'un nouvel appareil dans la flotte de l'aéroclub. On éviterait ainsi que la prise en main soit incomplète, parfois complaisante ou simplement une récréation entre copains. Les instructeurs découvriraient en vol les particularités de l'avion, notamment aux limites du domaine de vol, accompagnés par un pilote qualifié qui connaît parfaitement l'avion et leur en montre tous les secrets. Plus de découverte du nouvel avion au cours des leçons, en même temps que les élèves ! ●

« Tout mettre en œuvre pour diminuer le risque » Les parents de l'élève pilote

« La sécurité ne dépend pas que de l'instructeur, seul maître à bord et bénévole. C'est aussi l'affaire du système. On ne peut se contenter d'une heure de "certification" sur un nouvel avion, a fortiori très différent de ceux auxquels s'est habitué l'instructeur par ses caractéristiques de vol. Il faut laisser le temps à l'instructeur de se rendre réellement compte des limites et possibilités du nouvel avion.
En ce sens, le club mais aussi la DGAC, l'ENAC, le BEA, toutes les autorités impliquées dans la sécurité en vol doivent le comprendre et mettre en œuvre tout ce qui est en leur pouvoir pour diminuer le risque. Ce n'est pas que l'affaire de l'instructeur, ce n'est pas que l'affaire du club. On a testé l'instructeur en condition de commandant de bord seul mais pas en condition d'instruction. C'est-à-dire qu'on ne lui a pas fait "jouer" un cours d'instruction comme il a l'habitude de le faire. Peut-être se serait-il rendu compte de la dangerosité induite par les possibilités du nouvel avion, dangerosité qu'il ne ressentait pas avec les avions dont il était familier. »