PAR MICHEL BARRY
Pilote professionnel, ingénieur aéronautique

Sécurité

Basculement sur le dos à l'atterrissage

Comment l'éviter et mieux protéger la tête des pilotes

Notre rubrique «Sécurité» a plutôt l'habitude d'émettre des recommandations à caractère opérationnel. Pour une fois, les circonstances et les conséquences d'accidents récents (deux pilotes décédés depuis 2011) nous font réfléchir aussi à un problème de sécurité passive : la protection du pilote en cas de basculement de l'avion sur le dos à l'atterrissage.

Après avoir discuté de l'aspect pilotage, lié au passage en pylône suivi du basculement sur le dos, nous verrons un dispositif rudimentaire – un arceau de sécurité – implanté sur un appareil de type torpédo et assez résistant pour éviter des blessures mortelles au niveau de la tête du pilote.

1. Les circonstances propices à un passage en pylône suivi d'un basculement sur le dos

• **Le type d'appareil :** les appareils à train classique sont plus vulnérables. La séquence de blocage du train par un obstacle ou dans un terrain meuble est courante et peut se produire surtout à très basse vitesse. En effet, la gouverne de profondeur ne permet plus de plaquer la queue au sol. Cependant, les appareils à train tricycle peuvent aussi basculer sur le dos. Si, à basse vitesse, ils sont protégés par la roulette de nez, en revanche, dès qu'elle est endommagée elle n'empêche plus ce basculement et elle peut même le favoriser en se plantant dans le sol *(exemples 1 et 5)*. A plus grande vitesse, à l'atterrissage ou au décollage, tous les appareils sont logés à la même enseigne. Sur les appareils à train rentrant, on recommande de laisser le train rentré pour tout atterrissage en dehors d'une piste à la résistance confirmée ce qui évite le basculement par pivotement autour des roues. Mais le Yak-52 de l'exemple 4, bien qu'appliquant la procédure train rentré, a quand même basculé sur le dos, ce qui prouve que ce risque est toujours présent.

• **Le terrain et l'environnement :** bien entendu, les terrains mous ou meubles constituent un danger de passage en pylône suivi d'un basculement sur le dos. On les évitera dès qu'on aura connaissance de leur nature. Mais parfois, au roulage, on peut être surpris par une zone plus molle que les autres et ne pas avoir le temps de ralentir suffisamment. Sur les terrains contrôlés ou aménagés, on respectera les balisages au sol qui délimitent les parties dures et on n'improvisera aucun raccourci. Lors d'un atterrissage forcé, on évitera les champs fraîchement labourés et dès la préparation du vol, on prévoira de les survoler à une hauteur respectable *(exemple 1)*. Les cultures hautes, comme les céréales, peuvent provoquer le basculement sur le dos *(exemple 7)* et on ne les choisira jamais en cas d'atterrissage d'urgence. La neige très molle, les congères sont autant d'obstacles qui peuvent provoquer ces mêmes effets. Tout comme lors d'un amerrissage mais il s'agit là de circonstances particulières dont l'évaluation du risque et les procédures sortent du cadre de notre mise en garde plutôt destinée à des atterrissages sur pelouse ou sur piste en dur. A noter *(exemple 2)* un basculement consécutif à la perte d'une roue sur une piste non revêtue.

Un fort vent arrière qui inverse l'action de la gouverne de profondeur à basse vitesse peut également provoquer un basculement par l'avant qui se termine sur le dos.

• **La vulnérabilité du pilote en cas de basculement sur le dos :** dans la plupart des cas, même si le pivotement du fuselage et la retombée sur le dos après passage par la case «pylône» sont plutôt brutaux, les pilotes s'en tirent bien si la structure supérieure de l'appareil ne s'écrase pas trop *(exemples 1, 2, 4, 5, 6, 7)*. Un pilote bien sanglé, de préférence avec les bretelles en place, ne subira pas de choc trop violent. En revanche, sur un appareil de type torpédo, la tête du pilote est très vulnérable et, comme dans l'exemple 3, les vertèbres cervicales prennent toute la force de l'impact. Un exemple récent, non encore rapporté par le BEA, a eu lieu dans des circonstances semblables : un Druine D 31 Turbulent s'est retourné à l'atterrissage et le pilote a été tué. Bien que cet appareil qui fut en son temps un véritable avion soit devenu réglementairement ULM, l'analyse de son basculement sur le dos apportera des conclusions intéressantes quant aux circonstances du décès du pilote et aux leçons à en tirer pour les nombreux pilotes qui volent sur ces merveilleux petits appareils torpédo (Jodel D9, Turbulent…). Leur comportement pacifique et rassurant laisse bien peu augurer d'une telle menace mais les faits montrent qu'elle est toujours présente.

• **L'erreur de pilotage :** sur une piste en bon état, l'appareil bascule sur le dos seulement si une fausse manœuvre intervient alors que la vitesse de roulage est élevée. Le risque est présent au cours du décollage et de l'atterrissage si, par exemple, l'appareil mal contrôlé commence à rebondir. Avec ou sans rupture du train, le «marsouinage» qui s'ensuit peut parfois se terminer sur le dos. Plus fréquemment, la perte de contrôle au sol qui conduit l'appareil dans les zones peu fréquentables de l'aérodrome est à l'origine du basculement sur le dos. Mais le plus souvent, le basculement sur le dos se produit lors d'un atterrissage en campagne ; les seules fautes, quand erreur il y a, seraient celles qui auraient conduit à l'atter-

Musée de la Poste

En 1930, le Potez 25 d'Henri Guillaumet. L'appareil avait basculé sur le dos après un atterrissage forcé dans 80 cm de neige à 6 500 m d'altitude dans la Cordillère des Andes. L'espace disponible pour la tête du pilote lui avait permis de survivre et d'écrire l'une des plus belles pages humaines de l'aéronautique.

Un exemple de check-list (ici un TB 20) à connaître par cœur et dont certains items (position du train, des volets, vitesse recommandée, serrage du harnais...) sont autant de précautions susceptibles d'éviter le basculement sur le dos ou d'en limiter la gravité.

C.E. St-YAN	CHECK-LIST D'URGENCE	02-08-02
TB 20		06/83

4

ATTERRISSAGE OU AMERRISSAGE FORCÉ

Les items concernant l'amerrissage sont soulignés.

CONFIGURATION ATTERRISSAGE

- Train rentré (éventuellement sorti fonction de la nature du terrain).
- Volets 40°.

CONFIGURATION AMERRISSAGE

- Train rentré.
- Volets 40°.
- Approche face au vent si vent fort et mer houleuse.
- Si creux importants et vent faible amerrir parallèlement à la houle.

EN APPROCHE

ZONE D'IMPACT ET TRAJECTOIRE	V
VITESSE FINESSE MAX (masse max)	92 kt
MESSAGE MAYDAY	Transmis
TRANSPONDEUR	7700
BALISE DE DÉTRESSE	M
HARNAIS	Serrés
LUNETTES DE SOLEIL	Enlevées
GILETS DE SAUVETAGE	Endossés, non gonflés

AVANT ATTERRISSAGE

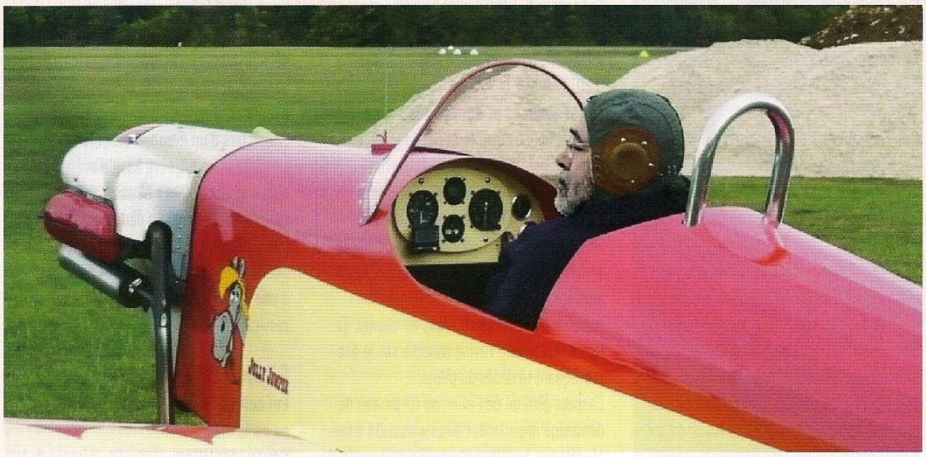
TRAIN	(Sorti) ou rentré
VOLETS	40°

AVANT IMPACT

MAGNÉTOS	Off
CARBURANT	F
BATTERIE	A

OUVERTURE PORTE

En cas de non ouverture des portes, utiliser les fenêtres arrières comme issues de secours.



Turbulent D 31 de Willy Rawlinson à La Ferté-Alais.
Remarquez l'arceau de sécurité qui protégerait la tête du pilote en cas de basculement sur le dos.

rissage forcé (panne de carburant, météo dégradée...), le mauvais choix du terrain improvisé ou une approche mal stabilisée.

2. Eviter le basculement sur le dos, ses conséquences éventuelles et protéger la tête du pilote

• Encore une fois un pilotage propre, sans à-coups, une approche bien stabilisée sont les meilleurs garants d'un atterrissage en douceur, même sur une piste susceptible de provoquer un arrêt brutal et un basculement sur le dos. Surtout ne pas appliquer des « recettes » de pilotage que vous n'avez jamais pratiquées ! L'approche bien stabilisée que vous vous efforcez de parfaire de vol en vol, avec moteur ou moteur réduit, sera la meilleure garantie de la réussite de votre atterrissage en campagne le jour où cela vous arrivera. Avec un peu de chance, vous trouverez peut-être une surface dure et plane. Mais si vous devez vous poser sur un terrain fraîchement labouré, la situation n'est pas désespérée. Appliquez la check-list « atterrissage d'urgence » ou « atterrissage forcé » que vous devez connaître par cœur. Elle contient les items propres à votre appareil et vous permet de ne rien oublier. Pensez que le constructeur l'a rédigée dans l'optique d'éviter au maximum le basculement sur le dos et le cas échéant de faciliter votre évacuation de l'avion même dans l'hypothèse où l'appareil repose sur le dos *(voir document ci-contre, à droite : check-list TB 20)*. Vous y trouvez des recommandations pour la position du train, en général rentré, on vous rappelle de serrer votre harnais, et on vous signale les issues de secours possibles.

• Protéger la tête du pilote. Pour un appareil au fuselage fermé le serrage du harnais constitue la meilleure parade contre des mouvements trop amples du corps, donc des chocs dans le poste de pilotage, notamment celui toujours à craindre de la tête vers le tableau de bord. On portera une attention toute particulière à la protection de la tête à bord des appareils torpédo : soit la structure supérieure de l'appareil est robuste et, en cas de basculement, elle résistera à la retombée sur le dos et ménagera un espace vital pour la tête du pilote ; soit on considère que la structure s'écrasera et, dans ce cas, il y a lieu d'imaginer la conduite à adopter en cas de basculement : rentrer la tête serait la seule stratégie qui pourrait atténuer les risques au niveau du crâne et des vertèbres cervicales. A signaler, comme sur les voitures de courses, l'étude et le montage d'arceaux de sécurité s'appuyant sur les parties solides du fuselage, de plus en plus présents sur les monoplaces torpédo *(photo ci-dessus : arceau de sécurité étudié et*

réalisé pour le Turbulent D 31 de W. Rawlinson par Alain Leluc). On notera qu'une verrière, une bulle ou un simple pare-brise ne constituent pas une protection si leur arceau est léger.

3. Conseils et recommandations afin d'éviter les conséquences graves du basculement sur le dos

• Pilotage :

- Connaître les consignes propres à l'appareil, notamment la check-list «atterrissage d'urgence».

- Eviter le survol de surfaces inhospitalières à basse hauteur.

- En cas de panne moteur, pilotez propre et efforcez-vous de tenir les paramètres que vous connaissez dans la configuration habituelle. Pas d'improvisation de dernière minute !

- Position du train ? Y réfléchir avant avec une personne experte.

• Protection du pilote :

- Harnais bien en place et toujours réglé correctement. Apprenez à le serrer davantage en cas d'urgence. Vérifier que les tirettes sont toujours accessibles et que vous savez les trouver facilement.

- Cas des postes de pilotage torpédo : imaginez le sort de votre tête en cas de basculement sur le dos. Si vous jugez qu'elle est en danger, il est encore temps de songer à une protection passive type «arceau de sécurité» qui pourra souvent être dissimulé dans la structure existante. ●

Extraits des rapports du BEA

EXEMPLE 1

Evénement : atterrissage d'urgence manqué.

Cause probable : sélection inadéquate des réservoirs.

Aéronef : avion Piel CP 1320 D (construction amateur), moteur Lycoming O-320 de 160 ch.

Conséquences et dommages : deux blessés, aéronef fortement endommagé.

Circonstances : après quinze minutes de vol, le moteur s'arrête brusquement. Le pilote décide de poser l'avion dans un champ labouré. A l'atterrissage l'appareil rebondit, la roue du train avant s'enfonce dans le sol meuble et l'avion se retourne. Le vol précédent, d'une durée de deux heures, avait été effectué sur le réservoir central. Après une brève escale, le pilote a redécollé sur ce même réservoir, estimant la quantité de carburant restant suffisante. Les deux réservoirs d'ailes, quant à eux, étaient pleins, ce que les jauges attestaient.

EXEMPLE 2

Evénement : sortie de piste et pylône à l'atterrissage.

Cause probable : perte de la roue gauche au décollage.

Aéronef : avion Stinson 108-3 « Voyager ».

Conséquences et dommages : aéronef fortement endommagé.

Circonstances : le pilote arrive à Epernay où il effectue une série de posés-décollés. Lors de son dernier décollage, il entend un claquement sourd. Immédiatement après, il est informé sur la fréquence par un membre de l'aéro-club que l'avion vient de perdre sa roue gauche. Il décide de rentrer à Reims Prunay. A l'atterrissage en piste 25, l'appareil embarque à gauche, se retourne et s'immobilise sur le dos. L'axe de maintien de la roue est fixé avec un écrou freiné par une clavette elle-même sécurisée par une goupille. Aucun élément de fixation de la roue n'a été retrouvé. Le dévissage de l'écrou s'opère dans le sens de la rotation de la roue gauche. L'appareil a effectué trois heures de vol depuis la dernière grande visite.

EXEMPLE 3

Evénement : atterrissage en campagne, basculement sur le dos lors du roulement.

Aéronef : réplique d'un avion Dewoitine D 501.

Conséquences et dommages : pilote décédé, hélice détruite et fuselage endommagé au niveau de l'empennage arrière.

Circonstances : le 18 juillet 2009 vers 17 h, le pilote décolle de l'aérodrome de Montargis (45) pour se rendre à un meeting aérien sur l'aérodrome de Couhé (86). Après environ quarante minutes, le pilote interrompt son vol et atterrit dans un champ. En fin de roulement, l'avion bascule sur le dos provoquant le décès du pilote.

L'aspect général de l'avion ne révèle pas de dommage important. L'avion a basculé à faible vitesse. Les deux réservoirs d'aile et le réservoir central contenaient du carburant. Aucune anomalie technique n'a été observée sur le moteur, ses accessoires et sur le circuit de carburant. L'examen des commandes de vol a révélé une rupture d'un renvoi de la commande de profondeur. Le renvoi s'est rompu de façon brutale au droit de sa section en croix (zone de concentration des contraintes). Cette pièce en alliage léger a été moulée. Sa tenue mécanique est faible et hétérogène. Il n'a pas été possible de déterminer si la rupture s'est produite en vol ou lors de l'accident.

Le pilote entretenait lui-même son avion. Il détenait une licence de maintenance d'aéronef Partie-66 valide jusqu'en 2013. L'avion n'avait pas volé depuis septembre 2007. Les informations inscrites sur le carnet de route indiquent que le pilote faisait fonctionner le moteur tous les trois mois environ.

Il avait effectué une visite des 100 heures entre le 2 février et le 2 juin 2009. Le certificat de navigabilité restreint d'aéronef a été renouvelé à cette occasion pour une durée de trois ans.

Le pilote utilisait un GPS. La destination programmée était l'aérodrome de Romorantin (41) situé à 22 km au sud-ouest du lieu de l'accident. La trajectoire de l'avion est régulière en direction, en vitesse et en altitude (environ 2 000 pieds) puis l'avion descend. Le pilote dévie sa trajectoire pour atterrir face au vent dans un champ orienté au 260°. Le profil de l'approche semble maîtrisé et stabilisé tant sur le plan horizontal que vertical.

Il n'a pas été possible de déterminer la raison ayant conduit le pilote à interrompre son vol et à atterrir en campagne à proximité d'un aérodrome.

Le D 501 est un avion torpédo à aile basse. En cas de basculement sur le dos, la tête du pilote est exposée à un risque de traumatisme direct lors du contact avec le sol. Le fils du pilote explique que son père avait décidé, depuis un précédent accident, de se dessangler en cas d'un atterrissage d'urgence afin de ne pas rester bloqué dans l'avion lors d'un éventuel basculement.

Le pilote a été retrouvé sanglé avec un harnais « quatre points » et assis sur un rehausseur en bois. Ce dernier s'est rompu à la suite d'un enfoncement. L'autopsie du pilote a permis de constater la présence d'une fracture de la septième vertèbre cervicale.

EXEMPLE 4

Evénement : panne d'essence, atterrissage en campagne.

Cause identifiée : évaluation erronée de la quantité de carburant à bord.

Aéronef : avion Yakovlev Yak-52 biplace en tandem, moteur Vedeneyev M 14 P de 360 ch.

Conséquences et dommages : deux blessés, aéronef fortement endommagé.

Circonstances : en compagnie d'un autre avion du même type, l'appareil décolle pour un vol local comportant des évolutions sur un axe de voltige. Lors du trajet retour, après approximativement trente-cinq minutes de vol dont environ dix minutes de voltige, le pilote annonce à son équipier un problème moteur. Il applique la procédure panne moteur mais ce dernier s'arrête.

Il atterrit en campagne train rentré.

L'avion touche le sol, bascule sur le dos et s'immobilise. Les réservoirs sont trouvés vides. Aucune trace de fuite de carburant est visible. Il n'a pas été décelé d'écoulement ni d'odeur de carburant à proximité de l'appareil. Le démontage ultérieur du filtre à carburant a permis de confirmer l'hypothèse d'une panne sèche. La consommation du moteur est de 60 l/h en croisière et de 80 l/h en voltige. Depuis le dernier plein de carburant de l'avion, un pilote avait effectué quinze minutes de roulage et d'essais moteur, puis l'avion avait volé quarante minutes en croisière et vingt minutes en voltige. La quantité de carburant restant au début du vol peut être estimée à 39 litres.

Le pilote a indiqué qu'il avait constaté, lors de la visite prévol, une différence qui lui avait semblé importante entre l'indication des jaugeurs et la vérification visuelle faite par lui-même et le pilote de l'autre appareil. Après étude des documents de bord, ils avaient déduit que la quantité de carburant restant était suffisante pour entreprendre le

LE REX DU MOIS Evénement survenu le 12 février 2012 avec un DR 400

• Circonstances :

En finale LFLY piste 34, vent calme. A l'arrondi le manche est bloqué par la tablette fixée sur ma jambe droite. Le FI qui m'accompagne poursuit le mouvement et finalise l'arrondi pour éviter un atterrissage « trois points ».

• Commentaires de l'auteur du REX :

Le positionnement de la tablette jambe droite ou jambe gauche n'est pas évident. Je suis droitier et je pilote le DR 400 de la main droite. j'avais pris l'habitude de la mettre jambe gauche ce qui m'obligeait à certains croisements de main pour écrire en vol. J'ai acheté une tablette plus petite que j'avais pour la première fois mise jambe droite, mais le résultat ne fut pas probant. Mon instructeur me conseille de toute façon, lors de la préparation de la machine en vent arrière, de tourner la tablette verticalement de manière à la dégager complètement de la trajectoire du manche (en principe, on n'en a plus besoin à partir de cette phase).

Si, vous aussi, vous avez vécu un vol délicat, partagez votre expérience dans le REX, sur le site de la FFA (www.ff-aero.fr). Vous pouvez aussi consulter les fiches REX déjà déposées.

vol projeté. Le pilote n'avait pas eu connaissance des quinze minutes de roulage et d'essais moteur non mentionnées sur le carnet de route de l'aéronef. Il indique qu'il a pris en compte une consommation pratique moyenne de 42,5 l/h pour estimer l'autonomie restante avant le vol.

EXEMPLE 5

Evénement : panne d'essence, atterrissage d'urgence en campagne manqué.
Cause identifiée : gestion du carburant inadéquate.
Aéronef : avion Braendli BX 2 « Cherry » (construction amateur).
Conséquences et dommages : pilote blessé, aéronef détruit.
Circonstances : le pilote décolle de Carpentras à destination de Nancy. Après 2 h 40 de vol, il s'aperçoit que son autonomie est limitée et décide de se dérouter à Epinal. Vingt minutes après, le moteur s'arrête. L'avion se pose durement, bascule vers l'avant et glisse sur le dos sur une dizaine de mètres avant de s'immobiliser dans un champ de maïs situé à 50 mètres du seuil de piste.
Le pilote a indiqué qu'il a l'habitude d'atterrir avec 10 à 15 litres de carburant restant et d'en ajouter au maximum 50 bien que son réservoir puisse en contenir 80.
A la préparation du vol, il avait déterminé que la durée du trajet serait de 2 h 50 sans vent.

EXEMPLE 6

Evénement : panne d'essence, atterrissage en campagne manqué.
Causes identifiées : gestion carburant inadaptée, gestion de l'arrêt moteur inadaptée.
Aéronef : avion Jodel D 113 (construction amateur).
Conséquences et dommages : passager blessé, aéronef endommagé.
Circonstances : le pilote décolle à 15 h 26 de l'aérodrome de Grenoble le Versoud à destination d'Annecy pour un vol d'agrément. Passant à proximité de Chambéry, il rencontre des conditions météorologiques défavorables et décide de rejoindre l'aérodrome d'Albertville.
Après une escale d'une quarantaine de minutes à Albertville le pilote décolle vers son aérodrome d'attache. L'aéronef se trouve à une hauteur de trois mille pieds à environ dix kilomètres de Grenoble le Versoud lorsque le moteur s'arrête.
Le pilote pense qu'il vient de subir un givrage carburateur et annonce au contrôleur son intention d'atterrir sur l'autoroute. Le contrôleur lui recommande de se poser dans un champ en raison de la densité de la circulation.
En courte finale le pilote aperçoit une ligne électrique située au début du champ et l'évite. Peu après le touché des roues l'avion bascule vers l'avant et s'immobilise sur le dos.
Le sélecteur des réservoirs de carburant est trouvé positionné sur le réservoir avant qui est vide. Les calculs de consommation depuis le dernier plein et les constatations au sol permettent d'estimer que le réservoir arrière, d'une capacité de cinquante-cinq litres, contenait environ quarante-cinq litres.
Le pilote indique que son attention s'est focalisée sur la jauge du réservoir arrière qui contenait de l'essence et que lors des tentatives de remise en route du moteur il n'a pas effectué de changement de réservoir.
Le pilote a également expliqué qu'il volait sur d'autres Jodel dont les jauges de carburant étaient différentes.

EXEMPLE 7

Evénement : collision avec des cultures lors d'un vol à très faible hauteur, basculement sur le dos lors de l'atterrissage en campagne.
Aéronef : avion Piper J3 Cub.
Conséquences et dommages : avion fortement endommagé.
Circonstances : le pilote, accompagné d'un passager, décolle de l'aérodrome de Cambrai Niergnies (59) pour un vol local à une hauteur de 500 ft.
Après environ quinze minutes de vol, le pilote effectue une descente rapide en virage à droite, afin de prendre de la vitesse et d'effectuer un vol à très faible hauteur. Les roues de l'avion touchent les cultures d'un champ de blé d'environ 50 cm de hauteur, l'avion ralentit brutalement. Le pilote remet les gaz mais la vitesse décroît rapidement. Il effectue un atterrissage dans le champ. L'avion bascule en pylône, environ 60 mètres après le toucher, avant de s'immobiliser sur le dos. L'avion est fortement endommagé.
Le pilote est titulaire d'une licence de pilote privé avion depuis 2001 et d'une licence de pilote professionnel avion depuis 2009. Il était pilote dans l'armée. Il avait une expérience d'environ 800 heures de vol, dont 470 environ dans le cadre militaire et 330 environ sur avions civils.
Conclusion : l'accident est dû à la décision du pilote d'effectuer une manœuvre à très faible hauteur, incompatible avec le respect des marges de sécurité liées au franchissement du relief.