



Par **MICHEL BARRY**,
pilote professionnel,
ingénieur aéronautique.

Montée à trop forte pente : spectacle inutile et dangereux

LA PÉRIODE ACTUELLEMENT TRAVERSÉE, LIÉE AU COVID, PEUT ÊTRE VÉCUE COMME FRUSTRANTE PAR LE PILOTE. POUR AUTANT, LA REPRISE DU MANCHE NE DOIT PAS RIMER AVEC UNE MONTÉE EN CHANDELLE IMPROVISÉE ! ÉTUDE DE QUATRE ACCIDENTS GRAVES, ET EXPLICATIONS.



Après avoir évoqué dans le numéro précédent des accidents liés à l'improvisation ou au manque de préparation, ce mois-ci nous portons notre attention sur la récurrence très particulière de l'un de ces comportements : la montée en chandelle après le décollage. Il s'agit d'une action très stéréotypée, la plupart du temps de la part de pilotes enthousiastes, euphoriques, voire exaltés qui, sous l'emprise d'une impulsion soudaine, entreprennent une montée spectaculaire après le décollage. Il n'est pas nécessaire de procéder à une analyse très

approfondie de ce comportement pour en comprendre les motivations : produire du spectacle pour soi, pour son passager ou pour les spectateurs au sol. Stoppée à temps, la figure peut réussir pour un pilote qui saura négocier la transition du vol en montée vers une phase plus conforme. Mais, à quelques fractions de secondes près, la figure arrêtée trop tard va conduire à une situation irrécupérable près du sol. Nous rapportons quatre accidents mortels qui se sont produits après une perte de contrôle consécutive à une montée dangereuse après le décollage.

A. Quatre accidents aux causes très voisines

1. Accident d'un Fournier RF-6B à Royan-Médis (17), le 18 avril 2003 (Voir lien #1 sur notre site)

L'appareil est utilisé au cours d'un stage d'entraînement à la voltige. L'instructeur très expérimenté semble avoir l'habitude de prendre de la vitesse après le décollage puis, après une forte action à cabrer, d'installer l'avion sur une pente de montée très impressionnante de l'ordre de 60°. Arrivé au sommet de la trajectoire, le pilote dégage ensuite par une manœuvre en

roulis qui lui permet de conserver la hauteur acquise lors de la montée. D'après les témoignages, la manœuvre était habituelle et l'instructeur était suffisamment habile, soit pour la réussir, soit pour monitorer son élève. Dans le cas particulier du vol de l'accident, il semble que des facteurs extérieurs soient venus aggraver la prise de risque inhérente à une figure qui ne fait pas partie des programmes de voltige :

- une légère alcoolisation, susceptible d'altérer le jugement tout en favorisant la prise de risque ;
- une passion pour le vol et la voltige, aussi bien de la part de l'instructeur que de l'élève qui voulait s'y consacrer plus tard ;
- un effet de groupe et une dynamique, qui peuvent, d'après le rapport du BEA, « avoir revêtu une dimension de validation » de la figure fatale tout en omettant tout esprit critique face à une intention dangereuse ;
- une possible fatigue de l'instructeur, après sept vols dans la journée, alors qu'en moyenne il en effectuait plutôt deux à trois consécutivement ;
- pas de préparation du vol. Certes, une intention déclarée de la figure mais intention n'a pas valeur de préparation.

Date	Appareil	Lieu	Circonstances	Conséquences
1 18/04/03	RF-6B	Royan (17)	Montée à forte pente après le décollage, perte de contrôle	2 morts, avion détruit
2 09/05/14	MCR 01	Savasse (26)	Montée à forte pente après le décollage, perte de contrôle	2 morts, avion détruit
3 16/06/19	Pitts S2E	Québec	Montée à forte pente après le décollage, perte de contrôle	1 mort, 1 blessé grave, avion détruit
4 30/05/20	Pitts S2A	Carcassonne (11)	Montée à forte pente après le décollage, perte de contrôle	Pilote décédé, avion détruit



Figure 1.

L'horizon artificiel du pilote de voltige, visible côté gauche du pilote de Pitts

Le centre du repère est posé sur l'horizon : l'inclinaison est donc nulle ; ça n'était pas vrai pour le Pitts du cas n°3. La ligne en pointillés noirs représente l'axe longitudinal de l'avion. Il fait ici avec l'horizon en pointillés jaunes un angle de 8°. L'assiette de l'avion vaut donc +8°. Si la tige 90° était posée à plat sur l'horizon, l'avion serait en montée verticale... ou en piqué.

Quand, au sein d'un groupe, un tel processus de progression vers un projet spectaculaire, mais potentiellement dangereux, est engagé, il semble très difficile de trouver les arguments conduisant à faire machine arrière. Si une parade existe, elle n'aura d'efficacité qu'au tout début de l'intention. Il faudra alors souvent braver les avis de personnes possédant l'autorité si elles sont à l'origine du projet ou si simplement elles l'approuvent. Pour un stagiaire, la tâche peut s'avérer délicate face à un instructeur confirmé. Mais loin de dénoter une couardise, elle sera au contraire le signe d'une maturité affirmée, qualité précieuse pour qui veut devenir professionnel.

2. Accident d'un MCR 01 à Savasse (26), le 9 mai 2014 (Voir lien #2 sur notre site)

L'appareil décolle et prend aussitôt une forte pente de montée. Il décroche à une hauteur de 200 pieds et le pilote ne parvient pas à en reprendre le contrôle. D'après les témoignages, il semble qu'il s'agissait d'une procédure habituelle de la part du pilote. Compte tenu des performances normales, déjà très spectaculaires de ce petit appareil en montée, la trajectoire qui a conduit au décrochage devait être très pentue et représentait sans aucun doute une manœuvre non standard et une prise de risque. Les pilotes moyennement expérimentés se sont probablement laissés influencer par la manœuvrabilité très spectaculaire du MCR01 qui, tout en offrant de réelles qualités de

vol, n'en reste pas moins délicat, comme tout avion, une fois l'aile décrochée. Même si la sortie d'un décrochage est relativement classique, la manœuvre peut nécessiter une perte de hauteur bien supérieure aux deux cents pieds acquis lors de la montée. Surtout depuis une configuration inusuelle comme une assiette très forte. S'y risquer fait apparemment suite à une série de vols très ludiques rapportés par le BEA, et au cours desquels l'impression de confiance acquise rapidement par les pilotes a conduit à des manœuvres de plus en plus osées et improvisées. La pente de montée excessive prise après le décollage fait partie des manœuvres qu'il est toujours difficile de bien terminer à faible vitesse, à bord d'un avion devenu peu manœuvrable, et avec des assiettes (longitudinale et latérale) très éloignées de celles qui permettent de corriger un écart par rapport à une attitude plus standard.

La réussite de quelques montées spectaculaires précédentes peut avoir encouragé le pilote à monter ainsi de plus en plus haut sans qu'il ne soit conscient de se rapprocher d'une situation qu'il ne pourrait plus dominer.

3. Accident d'un Pitts S2E à Saint-Jean-Port-Joli (Québec), le 16 juin 2019 (Voir lien #3 sur notre site)

Après le décollage, l'appareil « amorce une montée abrupte » (angle de montée estimé à 39°). En sommet de trajectoire, il effectue un virage à gauche puis il s'écrase au sol. Le pilote était

globalement très expérimenté : 4150 heures de vol, instructeur, pilote de ligne.

Le Pitts S2E est destiné à la voltige et permet des évolutions très spectaculaires. Cependant son pilotage est délicat, surtout quand il est exploité comme ici en biplace et au voisinage de la masse maxi autorisée et supérieure à la « masse permise pour l'exécution d'acrobaties aériennes ». Le rapport rédigé par le Bureau de la sécurité des transports du Canada (TSBC) indique aussi que, lors de la montée, l'inclinaison était de 3° vers la gauche et que le virage qui a suivi n'était pas coordonné mais plutôt en dérapage, ce qui a probablement conduit plus rapidement au décrochage alors que le pilote ne s'y attendait probablement pas. L'accident montre que si une grande expérience permet de passer plus facilement d'une discipline du pilotage à une autre, elle ne fait toutefois pas des pilotes expérimentés, des experts dans tous les domaines. La voltige ou le « vol acrobatique » est une discipline à part entière. Au début de l'apprentissage tous les élèves, qu'ils soient pilotes débutants ou pilotes confirmés dans d'autres disciplines, sont sensiblement égaux et la progression de chacun est très voisine. Les 30 heures de vol sur Pitts du pilote faisaient de lui un quasi-débutant qui n'avait de surcroît pas exécuté le nombre d'heures minimum en double commande requis pour pratiquer « l'acrobatie aérienne ». Et, qualifié ou non, rien ne lui permettait d'enfreindre le règlement. Car, comme le rapport du TSBC le rappelle, la montée sous forte pente après le décollage est considérée comme une manœuvre dangereuse et non comme une « acrobatie aérienne ».

L'analyse de la vidéo montre bien à quel point une figure que le pilote

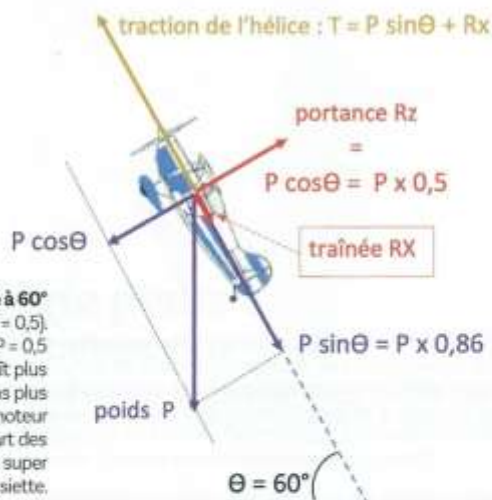
avait réussie sept fois auparavant s'est mal terminée la huitième fois.

La montée dissymétrique a pénalisé la prise de hauteur. Et, lorsque la vitesse est devenue trop faible, le vol était trop dérapé pour que le pilote retrouve les sensations et les repères des vols précédents.

Les hauteurs minimales d'évolutions lors de vols acrobatiques permettent de reprendre le contrôle de l'avion si une figure est ratée. Elles ne prévoient jamais de débiter une figure juste après le décollage. Pour indication, en France, lors des compétitions ou des manifestations, les

Figure 2. Forces s'exerçant sur l'avion en montée stabilisée à 60°

On remarque que la portance est divisée par 2 ($\sin 60^\circ = 1/2 = 0,5$). Le facteur de charge vaut : $n = \text{poids apparent} / \text{poids réel} = P \cos\theta / P = P \times 0,5 / P = 0,5$. De ce fait, le pilote peut être perturbé par le pilotage d'un appareil qui apparaît plus léger et avoir tendance à tirer le manche pour retrouver des sensations plus coutumières. La vitesse pourrait être stabilisée seulement si la traction du moteur valait ici 0,86 fois le poids + la traînée, ce qui est rarement le cas sur la plupart des avions y compris les appareils de voltige (sauf exceptions, comme le Sukhoï Su-26 super motorisé). La vitesse régressera donc jusqu'à devenir nulle si le pilote maintient l'assiette.



limites inférieures des hauteurs à respecter sont :

- catégorie Découverte et Espoir : 300 mètres (1 000 pieds) QFE
- catégorie Promotion, National 2 et National 1 : 200 mètres (650 pieds) QFE
- catégorie Excellence et Elite : 100 mètres (330 pieds) QFE.

Elles ont été élaborées avec l'expérience de tous et elles obligent les pilotes, selon leur niveau, à ne jamais descendre au-dessous d'une hauteur minimale, là où ils se trouveraient en difficulté après une perte de contrôle. Les 300 mètres, correspondant au niveau d'entraînement du pilote, lui auraient sans doute permis de reprendre le contrôle de son appareil après le décrochage plus facilement que la centaine de mètres (371 pieds) atteinte au sommet de sa trajectoire.

4. Accident d'un Pitts S2A à Carcassonne (11), le 30 mai 2020

(Voir lien #4 sur notre site)

Il s'agit d'un accident en tout point semblable au précédent. Un pilote de ligne avec 10 000 heures de vol, propriétaire du Pitts, exécute un décollage spectaculaire suivi d'une montée quasi verticale. Il s'élève ainsi jusqu'à environ 200 mètres (600 pieds), puis bascule sur la gauche, puis en piqué et part en vrille. Une photo prise depuis la place pilote montre une vitesse nulle (voir rapport du BEA, lien#4) alors que le moteur tourne à 2700 t/min, sans doute

à pleine puissance. La manœuvre est à rapprocher d'une tentative de renversement. Mais lorsqu'on est moyennement entraîné dans la pratique de la voltige (71 heures en cinq ans à bord de l'appareil accidenté, à peine une heure dans les deux derniers mois), l'exécution d'une telle figure aussi basse, juste après le décollage, nécessite un contrôle parfait du renversement. Les 200 mètres au-dessus du sol seraient alors tout juste suffisants même si la figure était réussie. En cas de figure ratée, la récupération n'est plus possible.

Le rapport du BEA fait référence à une étude sur la période de 2004 à 2018 concernant les accidents consécutifs « à des manœuvres dangereuses et non nécessaires à la conduite normale du vol ». L'étude mentionne cinq facteurs contributifs (voir rapport) retrouvés dans la plupart des cas. Parmi ces derniers, quatre peuvent s'appliquer ici :

- le degré de conscience du risque pour un pilote en situation;
 - l'état des connaissances et la capacité à comprendre et anticiper une situation à risques;
 - la recherche d'une forme de démonstration vis-à-vis de tiers au sol;
 - la recherche de sensations.
- Compte tenu des circonstances actuelles, dues à la crise sanitaire du Covid, nous y ajouterons volontiers la sensation de liberté liée à la possibilité de pouvoir voler de nouveau après la période d'interdiction. Elle

s'accompagne aussi d'une perte des capacités liée au manque d'entraînement récent.

B. A propos de la montée en chandelle après le décollage

1. Une manœuvre stéréotypée dont l'idée effleure ou a effleuré tous les pilotes ou presque

Beaucoup d'entre nous ont déjà ressenti le besoin d'exécuter un décollage spectaculaire suivi d'une montée la plus pentue possible. Les raisons aussi diverses que futiles sont toujours venues d'une situation inhabituelle qui nous conduisait à sortir du décollage de routine : besoin de se singulariser, besoin de montrer ou de démontrer les aptitudes de son avion, céder au besoin de manifester une certaine joie lors d'une journée particulière... Nous sommes parfois passés à l'acte mais, la sagesse venant, nous avons aussi souvent renoncé estimant que céder à la tentation ne nous aurait pas apporté le bénéfice entrevu. Souvent l'ambiance de l'aérodrome, de l'aéroclub, la présence d'amis ont pu nous influencer. Sur des terrains, où la rigueur est de mise, les pilotes fantaisistes ne passent pas pour des héros.

D'où tout l'intérêt qui peut être apporté par un encadrement soucieux de valoriser le pilotage académique, sécurisé, responsable tout en n'accordant aucun crédit aux manœuvres spectaculaires comme le décollage suivi d'une montée en chandelle.

2. Une manœuvre à risques

Prendre un peu plus de vitesse qu'il n'est nécessaire au cours d'un palier plus long que prévu, puis monter avec une pente raisonnable n'est pas une manœuvre à risque. Le danger commence lorsque l'assiette de l'appareil ne permet plus de voir l'horizon, donc de contrôler le cap et l'inclinaison. Dans les cas n°3 et 4, les pilotes des Pitts avaient perdu l'horizon de vue. Ils devaient donc contrôler leur assiette et leur inclinaison grâce aux repères de bout d'aile (figure 1) comme le font les pilotes de voltige. Sinon ils n'avaient aucune chance de parvenir en toute sécurité au sommet de la trajectoire.

Reste ensuite la transition vers une trajectoire qui permettra de conserver la hauteur acquise. Il s'agit obligatoirement d'une manœuvre de voltigeur dès lors que la pente de montée est très forte (au-dessus de 60°). Par exemple, un renversement, un demi-tonneau afin de ne pas subir l'inconfort du facteur de charge négatif permettant le passage de la montée au palier, un virage en montant, représentent autant de savoir-faire propres à un pilote bien entraîné à la voltige. Mais certaines d'entre elles, comme le renversement, peuvent nécessiter une hauteur de récupération supérieure à celle acquise à la fin de la montée. En effet, la puissance modérée de nos petits avions – ne permettant jamais d'atteindre des hauteurs très confortables – représentera toujours un danger

pour qui enchaînerait des figures à grande amplitude verticale après le décollage. De plus les manœuvres sont souvent peu préparées et les pilotes doivent improviser une figure d'arrêt de la montée à laquelle ils sont peu entraînés (cas n°1 et 2).

3. L'appareil soumis à une forte assiette, en montée stabilisée

Pas de problème, en principe, pour les appareils certifiés pour le vol acrobatique. Mais pour les appareils plus standards des dysfonctionnements peuvent se produire :

- une alimentation défaillante du moteur depuis le réservoir, dont le circuit risque de se désamorcer en carburant, un dysfonctionnement du carburateur et de son système de régulation par flotteur ;
- une lubrification insuffisante, voire interrompue du moteur, s'il ne possède pas de dispositif adapté à la voltige ;
- des réactions intempestives des commandes de vol, des bielles par exemple, dont le poids peut introduire des actions parasites si le fuselage est en position proche de la verticale ;
- des déplacements d'objets qui, bien qu'arrimés pour un vol avec des variations d'assiette normales, pourront se libérer si l'assiette est trop forte (IP 782).

4. La mécanique du vol à forte assiette

Installé sur une forte pente et avec une assiette sensiblement égale, le facteur de charge de l'avion diminue (**figure 2**). Pour équilibrer le poids de l'avion, l'aile assure une portance plus faible qu'en palier. Un pilote peu entraîné subira des sensations différentes

de celles auxquelles il est habitué. Par exemple l'avion lui paraîtra plus léger, les commandes seront plus sensibles. Il pourra avoir du mal à stabiliser la trajectoire. De plus il ne trouvera plus les repères d'assiette et d'inclinaison avec le capot. Parfois, la perte de contrôle survient bien avant que le manque de vitesse produise le décrochage.

C. Recommandations, conclusion

- Le décollage suivi d'une montée à forte pente est un exercice difficile et dangereux ;
- sa réalisation en toute sécurité nécessiterait des compétences que la plupart des pilotes standards ne possèdent pas ;
- il ne fait pas partie des figures de voltige répertoriées. Remarquez les décollages des appareils de voltige de compétition : fortes pentes mais restant toutefois raisonnables. Montée toujours contrôlée et terminée alors que l'appareil est encore parfaitement manœuvrable ;
- le décollage suivi d'une montée spectaculaire est souvent une improvisation consécutive à un besoin de faire du spectacle. Il correspond la plupart du temps à des pulsions sous l'action de pressions extérieures ou à des effets de groupe. Quand il ne s'agit pas d'un état plutôt euphorique généré par des substances prohibées...

Amis pilotes, anticipez les risques de pulsions mal contrôlées. Les périodes d'interdiction et de frustration que nous traversons sont plus que jamais susceptibles de générer des comportements enthousiastes, voire dangereux. Ces temps-ci la composante facteur humain est très présente dans les accidents d'aviation légère. ●

Illustration : Gros