PAR MICHEL BARRY
Pilote professionnel, ingénieur aéronautique

Sécurité

Stabilisation de la finale

Préparez votre avion pour un atterrissage de qualité

Le manque d'entraînement et de préparation de vol est la cause de nombreux touchers de roues violents et de remises de gaz intempestives. Apprenez à piloter «propre» pour franchir le seuil de piste à la bonne hauteur et à la bonne vitesse.

On assiste de plus en plus à des accidents dus à la fois au sous-entraînement et au manque de préparation général des vols. Ensuite, naturellement, des mauvaises décisions en découlent.

La finale mal stabilisée (trajectoire, vitesse) en est l'illustration.

Elle est la plupart du temps révélatrice d'un pilote un peu dépassé par sa machine et qui ne sait pas très bien comment se présente son tour de piste. Il ne parvient pas à préparer l'avion pour l'atterrissage afin de franchir à la bonne hauteur et à la bonne vitesse le seuil de piste.

La plupart du temps il en résulte, soit un toucher des roues un peu mouvementé si le pilote s'obstine à se poser, soit une sage remise de gaz pour les plus prudents. Au cours de la deuxième présentation, le pilote tire en général partie des enseignements acquis lors de la première. Pour peu qu'il ait eu le temps de se concentrer et de réfléchir, les paramètres sont plus proches des valeurs préconisées et tout se passe bien.

Mais si, entre-temps, l'approche interrompue a généré un peu de stress parce que le pilote a pris conscience d'une difficulté à la limite de ses capacités (maintien de la vitesse, vent de travers, turbulence, trajectoire difficile à respecter, obstacles…), il peut arriver que la qualité du pilotage s'en ressente et que la deuxième approche ne soit pas meilleure. Ce qui ne serait pas le cas pour une approche interrompue pour cause de trafic (voir *Info-Pilote* n° 651) car le pilote n'aurait pas à se remettre en cause.

Pour ces raisons, il y a tout intérêt, si l'on est certain que son niveau de pilotage est suffisant, à réussir la première présentation en se donnant avant le départ les moyens pour qu'elle soit bien stabilisée.

• **Dans un premier temps, en respectant les procédures et les paramètres du manuel de vol.**

Dans ce but, nous vous engageons à vous assurer que vous êtes capables de «piloter propre» si les conditions l'exigent, surtout si vous vous posez habituellement sur une longue piste, bien dégagée, pour laquelle la stabilisation de la finale, assurée ou non, n'empêche pas d'atterrir. Cette aptitude normalement requise pour être lâché sur l'appareil que vous pilotez mérite d'être affûtée puis vérifiée avant de partir vous poser sur des terrains plus exigeants que celui fréquenté habituellement. Nous vous renvoyons à vos chefs pilotes qui se feront un plaisir de vous contrôler et nous vous donnons les réflexions officielles du SEFA (*voir encadré page suivante*) qui enseigne aux instructeurs les méthodes les mieux adaptées à nos petits avions.

• **Dans un deuxième temps, en étudiant la carte du terrain (qu'il présente des particularités ou non).**

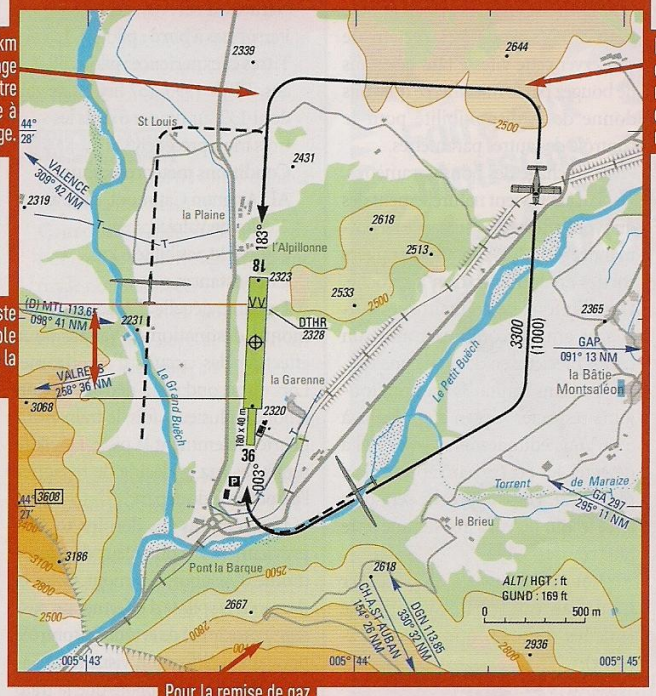
On se répète mentalement les

principaux paramètres (calage altimétrique, hauteurs ou altitudes imposées, trajectoire à suivre, point de descente…). On peut ensuite les consigner sur un document manuscrit qui contient les informations principales : celles dont vous aurez besoin et que vous n'aurez pas le temps de chercher en consultant votre carte d'arrivée. « Une photocopie stabilotée pour une bonne stabilité de la finale » !

Notre mise en garde sera composée de l'analyse de trois situations type qui ont produit des accidents. Elles sont extraites de rapports du BEA qui a conclu qu'elles sont la conséquence directe d'approches précipitées car la plupart du temps mal stabilisées.

Les difficultés pour se poser à Serres-La-Bâtie : prévisibles à la simple lecture

Attention, ce document ne présume en rien la qualité de la préparation du vol du pilote pour l'accident qui sert ici d'exemple. Le terrain de Serres-La- Bâtie est choisi car il est l'exemple même des terrains difficiles, sans qualification particulière requise, donc accessibles à tous ceux qui ont l'autorisation de l'exploitant.



A - Malgré une vitesse élevée le pilote veut toucher le sol.

Un principe élémentaire de la mécanique du vol est bafoué !

En effet, un atterrissage n'est réalisable (sauf conditions particulières) et réussi que si, et seulement si, dans la fraction de seconde qui suit le contact des roues avec la piste, la portance de l'aile ajoutée à la réaction des roues sur le sol produit une résultante inférieure au poids de l'avion.

On ne réussit bien cet exercice qu'à une vitesse à peine supérieure à Vs, vitesse minimale de sustentation.

Mais pour des vitesses bien supérieures, la moindre augmentation d'incidence due à l'impact redonne à l'aile une portance instantanée qui peut valoir plusieurs fois le poids de l'avion. Ajoutée à la réaction du train, elle aussi dirigée vers le haut, les deux forces réexpédient l'appareil en l'air. Cette séquence balistique fait perdre rapidement la vitesse jusqu'à décrocher si aucune correction instantanée n'est appliquée.

La négociation d'un fort « rebond » nécessite le doigté qu'acquièrent forcément les instructeurs car en école la figure est un grand classique. En revanche, un jeune pilote ne saura pas toujours se sortir de la situation et, souvent, il cassera l'avion (*voir exemples n°1, n°2 et n°3 pages suivantes*).

Au contraire, une présentation avec une trajectoire bien rectiligne en finale et avec la vitesse recommandée (en général 1,3 Vs) ne peut pas produire un impact très violent même si l'habileté du pilote lors de l'arrondi est encore celle d'un débutant. La phase d'arrondi fait en général diminuer la vitesse vers Vs. Plus on est proche de Vs au moment du toucher, moins on a de chance de rebondir.

Si l'on détecte que la vitesse n'a pas suffisamment régressé il est recommandé de refaire un tour de piste. Même décision si on estime que le contact avec le sol aura lieu à un point de la piste qui ne permettra pas de s'arrêter en toute sécurité.

B - Arrivée trop haute, au-dessus du plan.

L'exemple n° 4 montre les conséquences d'un dégagement de piste à vitesse élevée qui est la conséquence directe d'une présentation finale trop haute.

D'ailleurs « trop haut » (excès d'énergie potentielle) ou « trop vite » (excès d'énergie cinétique comme dans l'exemple précédent) ont la même conséquence une fois posé et roulant sur la piste : trop d'énergie cinétique à perdre avant de parvenir à une vitesse dite de « contrôle ».

Le rapport du BEA mentionne que l'appareil a atterri 1 000 mètres environ après le début de la piste et après avoir survolé le seuil à une hauteur de 500 à 600 pieds c'est-à-dire beaucoup trop haut.

Certes, l'obstination à vouloir atterrir à tout prix est une ultime erreur de jugement du pilote mais il ne se serait pas mis dans cette situation s'il n'en avait pas commis de précédentes et s'il avait su les détecter puis les corriger à temps.

D'abord le tour de piste effectué à 2 000 pieds au lieu de 1 000 pieds imposés a dû donner une vue de la piste inhabituelle en début de finale ! Ensuite, bien que le pilote ait peu d'expérience, il a essayé de rattraper un plan (qu'il ne rattrapera pas) au lieu de chercher à comprendre pourquoi il était au-dessus de ce plan idéal. Un tour de piste supplémentaire, avec quelques minutes de répit pour réfléchir sereinement, lui aurait probablement permis d'analyser la situation et de se présenter une deuxième fois à la bonne hauteur.

C - Les terrains encaissés avec une finale et une piste plutôt courtes.

L'exemple n° 5 illustre comment un pilote assez expérimenté se fait piéger sur le terrain à usage restreint de Serres-La Bâtie. Il s'y pose pour la première fois et sous-estime la difficulté de l'entreprise :

- le relief proche n'incite pas à descendre trop tôt,
- les branches du tour de piste sont courtes et laissent peu de temps de se stabiliser,
- la piste est courte (650 m),
- le paysage de montagne donne une perception différente des hauteurs et des distances.

Le temps de prendre la mesure des éléments, il se présente trop long et s'obstine à atterrir. Malgré une ultime glissade, il ne parvient qu'à toucher la piste vers la fin à une vitesse qui ne lui permet plus de s'arrêter.

Il est aisé a posteriori de déterminer quelles sont les erreurs techniques commises au cours de l'arrivée sur ce terrain mal connu. Mais il vaut mieux

Le point de vue du SEFA*

L'apprentissage du contrôle du plan d'approche et de l'atterrissage commence par une ou deux séances en secteur où l'on va simuler une approche. On appelle cela « le plan air 5 %. »
L'objectif de la leçon est de parvenir à stabiliser un plan air de 5 %, en acquérant la bonne gestuelle, le bon circuit visuel, tout en apprenant à bien compenser et à faire des corrections dans le bon sens.
Il est intéressant et indispensable de débuter par cette séance car on peut difficilement apprendre cela en tour de piste où la finale va durer seulement 1 mn 30 ou 2 mn.
Une fois la gestuelle bien acquise, la technique bien en place, on passe au plan sol et donc à l'atterrissage.
On recommande tout particulièrement de bien stabiliser les paramètres, de bien compenser. L'avion doit être stable au plus tard à 300 pieds sinon on impose une remise de gaz pour une nouvelle présentation.
A remarquer qu'aujourd'hui certaines questions liées à l'environnement ne contribuent pas à travailler dans ce sens-là : ce ne sont plus les pistes qui sont limitatives mais les tours de piste compte tenu des nuisances. Assez souvent, sur certains aérodromes, on a toutes les peines du monde à stabiliser une finale du fait de sa brièveté.
Nous insistons aussi sur le fait que les trajectoires imposées pour le tour de piste (trait plein sur la carte VAC) ne sont pas idéales et peuvent parfois présenter des pièges, voire des dangers. Nous mettons aussi en garde les élèves sur le rôle que peut jouer le contrôle : le contrôleur peut proposer des trajectoires plus opérationnelles (par exemple raccourcir le circuit) mais le pilote doit décider s'il peut le faire sans se mettre en difficulté, en particulier ne plus pouvoir stabiliser sa finale. Dans ce cas, le pilote propose une autre solution et attend qu'elle soit approuvée. Ou il conserve sa trajectoire initiale.
Outre l'apprentissage d'une finale, il faut apprendre également à l'élève :
- à étudier l'environnement d'un aérodrome dès la préparation du vol. Il doit être capable de dire : « Sur cet aérodrome, le tour de piste est trop difficile, la finale trop courte, je ne suis pas capable d'exécuter de telles manœuvres... » On incite également les élèves à faire un briefing arrivée pour éviter les contre QFU ;
- à décider de remettre les gaz s'il le faut, et s'il manque un paramètre.

**Service d'exploitation de la formation aéronautique*

chercher à comprendre comment les informations de la carte VAC auraient pu être analysées et interprétées avant le départ lors de la préparation du vol *(voir carte page précédente)*. Si le pilote avait été conscient des difficultés qui l'attendaient, il n'aurait probablement pas improvisé son atterrissage.

Au contraire, il aurait pu adapter son tour de piste (vitesse, point de descente) afin de définir comment il pouvait suivre la trajectoire quasi imposée du tour de piste en tenant compte des caractéristiques de son appareil. De plus, il aurait pu définir un ou deux points de contrôle tels que, trop haut ou trop vite à leur passage, il sache immédiatement que l'atterrissage ne pouvait pas avoir lieu. Et, bien entendu, préparer la remise de gaz qui semblait s'imposer dans son cas précis sans avoir à attendre qu'elle ne soit plus réalisable.

Attention ! Sur des terrains encaissés elle ne l'est pas toujours !

Quels points améliorer pour bien stabiliser la finale ?

• La compensation. Comme mentionné dans l'encadré SEFA bien compenser son appareil est indispensable pour une bonne tenue du plan et de la vitesse en finale. Effort annulé pour 1,3 Vs, vous êtes certain de conserver cette vitesse tant que vous ne bougez pas le manche, ce qui vous donne de la disponibilité pour le contrôle des autres paramètres.

• L'affichage des bons paramètres. Le plan à 5 % vient naturellement dès que vous affichez la puissance recommandée (RPM, PA) pour les traînées sorties en configuration approche. D'où l'intérêt de connaître ces affichages afin d'économiser ainsi un temps précieux en début de finale.

• Terrains limitatifs ou non, toujours respecter le plan d'approche à 5 %. Vous éduquez ainsi votre œil à détecter les écarts par rapport à ce plan idéal. Votre approche sera plus aisée le jour où vous irez sur une piste plus courte.

• Vous efforcer de toujours poser les roues où vous l'avez décidé (mêmes raisons que précédemment).

Et si l'approche semble mal engagée ? Trop long, trop court, trop vite... Décision ?

Nul n'est à l'abri d'une présentation mal stabilisée. Aussi, quand cela vous arrive, vous êtes partagé entre l'idée de vous poser quand même ou de remettre les gaz. Seul décideur, vous risquez être victime de votre obstination si vous ne vous êtes pas imposé une limite pour poursuivre ou non.

Une simple altitude de décision, 300 pieds recommandés pour les avions légers, facilite votre choix. A vous de vous conditionner mentalement (briefing arrivée) afin de pouvoir agir en automate. A 300 pieds :

• vitesse et trajectoire correctes, je poursuis ;

• vitesse ou trajectoire ou vitesse et trajectoire non correctes, remise de gaz conforme à celle que j'ai envisagée dès la préparation du vol.

RAPPORTS DU BEA

EXEMPLE N°1

Evénement : atterrissage dur.
Cause identifiée : finale non stabilisée.
Conséquences et dommages : aéronef fortement endommagé.
Aéronef : avion Reims Aviation F 152.
Exploitant : club.
Lieu : AD Valréas (84), piste 20 non revêtue, LDA : 940 m.
Nature du vol : voyage.
Personnes à bord : pilote + 1.
Titres et expérience : pilote, 50 ans, TT de 1990, 157 heures de vol dont 132 sur type et 6 dans les trois mois précédents.
Conditions météorologiques : AD Avignon Caumont, situé à 26 Nm de Valréas : vent 230°/06 kt, visibilité 8 km.
Circonstances :
Le pilote décolle d'Avignon Caumont à destination de Valréas pour effectuer des circuits d'aérodrome. Lors du second posé-décollé, l'avion rebondit plusieurs fois, le train avant heurte violemment la piste. Le pilote remet les gaz et décide de regagner l'aérodrome de départ.

Des témoins du dernier touché préviennent le contrôleur de l'aérodrome d'Avignon Caumont. Celui-ci demande au pilote d'effectuer un passage à proximité de la tour de contrôle pour une vérification visuelle de l'avion. Il indique au pilote que le train avant est déformé.

Le pilote décide, après concertation avec un instructeur présent à la tour, d'atterrir sur la piste 17 en herbe. Le S.S.I.S est mis en alerte. Le pilote se présente en finale avec une vitesse de 60 nœuds et tire l'étouffoir en arrivant sur la piste. Lors du contact du train avant avec le sol, l'avion embarque à gauche, sort de piste, passe en pylône et s'immobilise sur le dos.

Le pilote a indiqué s'être estimé au-dessus du plan de descente en courte finale à Valréas. Il a alors eu une action à piquer afin de conserver son point d'aboutissement. Il estime que l'aéronef, avec les volets braqués à 20 degrés, a touché la piste à une vitesse comprise entre 75 et 80 noeuds.

La vitesse d'approche finale préconisée dans le manuel de vol du Cessna 152 est de 55 à 65 nœuds lorsque les volets sont sortis.

EXEMPLE N° 2

Evénement : atterrissage dur.
Cause identifiée : finale non stabilisée.
Conséquences et dommages : aéronef fortement endommagé.
Aéronef : avion Reims Aviation F 150 H.
Exploitant : école.
Lieu : AD Toussus -le -Noble (78).
Nature du vol : solo.
Personnes à bord : pilote stagiaire seul à bord.
Titres et expérience : pilote stagiaire en formation Brevet de Base, 65 ans, 30 heures de vol dont 20 sur type et 6 dans les trois mois précédents et une heure comme pilote stagiaire seul à bord.
Conditions météorologiques : ATIS : vent 280° / 14 kt, visibilité supérieure à 10 km, BKN à 2 100 pieds, température 5 °C, QNH 1 000 hPa.
Circonstances :
Pour son troisième vol solo, le pilote doit effectuer des circuits d'aérodrome sur la piste 25 droite. Lors de son premier tour de piste, il remet les gaz sur demande de la tour de contrôle, du fait de la présence d'un avion sur la piste.

A l'issue, il se présente de nouveau en finale pour un posé-décollé. Le pilote explique que l'avion est sur l'axe de piste mais au-dessus du plan de descente avec une vitesse de 75 nœuds. L'avion touche la piste avec le train principal et rebondit trois fois. Le train avant s'efface et l'avion s'immobilise sur la piste.

Les volets sont trouvés positionnés sur 20 degrés. Dans cette configuration, la vitesse en finale préconisée dans le manuel de vol est de 52 à 61 nœuds.

Le pilote stagiaire a pu être perturbé par la remise de gaz.

EXEMPLE N°3

Evénement : atterrissage manqué.
Cause probable : vitesse excessive en courte finale.
Conséquences et dommages : hélice, bâti moteur, train avant et plancher cabine endommagés.
Aéronef : avion Robin DR 400-200 R.
Exploitant : club.
Lieu : AD Romans (26), piste 24

non revêtue 735 x 50 m.
Nature du vol : voyage.
Personnes à bord : pilote + 3.
Titres et expérience : pilote, 58 ans, VV de 1978, 3 873 heures de vol planeur et motoplaneur, TT de 1980, 140 heures de vol avion dont 19 sur type et 15 dans les trois mois précédents.
Conditions météorologiques : vent mesuré à Valence situé à vingt kilomètres du site de l'accident : 180° / 25 kt, rafales 38 kt.
Circonstances :

Après avoir pris des renseignements météorologiques, le pilote décolle vers 12 h 40 de l'aérodrome de Romans pour un vol à destination d'Avignon. Rencontrant des conditions météorologiques défavorables aux environs de Montélimar, il décide de faire demi-tour. A l'atterrissage en piste 24 à Romans, l'avion touche le sol une première fois et rebondit. Il touche le sol une deuxième fois et le train avant s'efface. L'avion s'immobilise sur la piste soixante mètres plus loin.

Lorsqu'il a survolé l'aérodrome de Romans avant son intégration dans le circuit, le pilote a estimé que l'orientation du vent était proche de celle de la piste. Il a indiqué que la vitesse de l'avion en courte finale était importante et a ajouté que le premier rebond s'était produit sur une ondulation de la piste.

EXEMPLE N° 4

Evénement : dégagement de piste à vitesse élevée, collision avec un feu à éclats.
Cause identifiée : décision de poursuivre l'atterrissage après une finale non stabilisée.
Conséquences et dommages : aile et train droits fortement endommagés, cellule enfoncée au niveau de l'emplanture de l'aile droite, feu à éclats et son boîtier d'alimentation endommagés.
Aéronef : avion Wassmer WA 41.
Exploitant : privé.
Lieu : AD Calais (62), piste 24 revêtue 1 535 x 45 m.
Nature du vol : voyage.
Personnes à bord : pilote + 3.
Titres et expérience : pilote, 53 ans, TT de 1986, 193 heures de vol dont 10 sur type et deux dans les trois mois précédents.
Conditions météorologiques : vent 300° / 10 kt, CAVOK.
Circonstances :

L'appareil se présente dans le circuit de piste à une hauteur de 2 000 pieds. Selon les contrôleurs, il passe le seuil de piste entre 500 et 600 pieds sol et atterrit environ 1 000 mètres après l'entrée de piste 24. Il dégage la piste, au seuil 06, par la dernière bretelle à gauche avec une vitesse élevée. Il sort à l'extérieur droit de la surface revêtue de la bretelle. L'aile droite heurte le feu à éclats droit de la piste 06. L'avion s'immobilise à l'impact du train d'atterrissage droit avec le boîtier d'alimentation du feu à éclats.

EXEMPLE N°5

Evénement : sortie longitudinale de piste à l'atterrissage.
Cause identifiée : décision de poursuivre l'atterrissage après une finale non stabilisée.
Conséquences et dommages : train d'atterrissage et bord d'attaque de l'aile droite endommagés.
Aéronef : avion Robin DR 300 - 108.
Exploitant : club.
Lieu : AD Serres-La-Bâtie (à usage restreint) (05), piste 18 non revêtue 650 x 90 m, LDA : 500 m.
Nature du vol : voyage.
Personnes à bord : pilote.
Titres et expérience : pilote, 76 ans, TT de 1991, 2 305 heures de vol, 11 heures dans les trois mois précédents dont 8 sur type.
Conditions météorologiques : vent variable 120° à 280° / 06 à 10 kt, CAVOK, température 13 °C, QNH 1 027 hPa.
Circonstances :

En provenance de Carpentras, le pilote se présente pour un atterrissage sur l'aérodrome de Serres-La-Bâtie. Il explique qu'il arrive en finale à une hauteur trop élevée. Il effectue une glissade pour rejoindre le plan de descente. L'appareil touche le sol en fin de piste avec une vitesse importante. L'avion roule sur le prolongement de 180 m x 40 m utilisé uniquement pour les décollages en piste 36. Il poursuit sa course sur 200 mètres environ et heurte un arbre avec l'aile droite. L'appareil pivote sur 270° par la droite et tombe sur une route située cinq mètres en contrebas.

Le pilote a indiqué qu'il ne connaissait pas l'aérodrome.