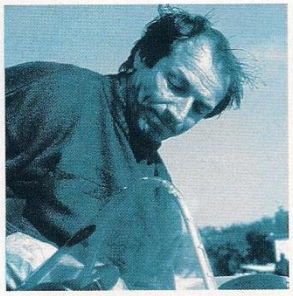

par **MICHEL BARRY**
Pilote professionnel,
ingénieur aéronautique

Trop vite, trop haut... trop long

Effectuer l'atterrissage parfait n'est pas toujours évident d'autant que les conditions idéales de vent, de trafic, de savoir-faire, etc., ne sont pas toujours réunies.

L'approche idéale doit être conduite de façon à présenter l'avion en courte finale à une vitesse-air indiquée la plus proche possible de la vitesse recommandée pour l'atterrissage. Pour les avions légers, on prend 130 % de la vitesse minimale de sustentation dans la configuration d'atterrissage (1,3 VSO). Ensuite, pendant l'arrondi, la vitesse régresse jusqu'à une valeur à peine supérieure à VSO. L'appareil touche le sol à un angle d'incidence proche de l'angle de portance maximale. Ainsi, toute variation de cet angle (en plus ou en moins) due à la réaction du sol sur les roues ne peut produire qu'une diminution de la portance donc provoque l'atterrissage. Avec un excédent de vitesse, l'augmentation de l'incidence conduirait au rebond. Malheureusement, ce schéma idéal de l'atterrissage réussi n'est pas toujours facile à réaliser. Les mouvements de l'atmosphère (vent, turbulence), une approche qu'on n'a pas eu le temps de stabiliser, un changement de stratégie imposé par le trafic, une difficulté à maintenir la vitesse recommandée pour des raisons personnelles… sont autant de facteurs susceptibles de perturber la stabilisation de la bonne vitesse pendant la finale. Vitesse ou trajectoire trop basses constitueraient de graves fautes de pilotage. Trop hautes, elles sont une solution plus sécurisante qui met à l'abri du décrochage ou du toucher prématuré. Dans ce cas, l'excédent d'énergies (cinétique et potentielle) nécessite d'être résorbé car l'avion refuse d'atterrir. On court alors, comme on le voit dans les exemples qui suivent, des risques réels susceptibles d'endommager les appareils et parfois les occupants. Car si la gravité d'un rebond à l'atterrissage ou d'une sortie en bout de piste n'a, en général, rien de comparable à celle d'un décrochage en finale, les conséquences sont toujours fâcheuses pour le matériel et parfois pour les pilotes et les passagers. Les deux dernières années, 2013 et 2014, nous donnent l'occasion de consulter de nombreux rapports d'accidents liés à une arrivée trop longue et inadaptée à la piste. Nous avons choisi de commenter ceux qui, dans leur diversité, montrent les causes initiales qui y ont conduit. Le rebond ou la sortie de piste en sont la plupart du temps des conséquences pour lesquelles nous avions déjà fait des mises en garde que nous vous engageons à relire : voir *Info-Pilote* n°656, n°667 et n°688.

1. Les difficultés pour réussir l'atterrissage trop long (trop haut et/ou trop vite)

A priori, arriver un peu plus vite qu'à la vitesse recommandée en finale ne présente pas de danger immédiat à condition toutefois :

- de respecter les limitations comme VLE ou VFE ;
- de s'être assuré que la piste sera assez longue pour résorber l'excédent de vitesse.

Il s'agit même d'une majoration recommandée lorsque le vent souffle en rafale ou, pire, lorsque l'on redoute une inversion du sens du vent à proximité du sol (cisaillement de vent).

1.1 La piste est-elle assez longue ?

Il faut pouvoir disposer des éléments chiffrés pour déterminer la nouvelle distance d'atterrissage (DA 15) et aussi la distance de roulement nécessaire pour contrôler la vitesse ou pour s'arrêter. Comme le rappelle la conclusion du rapport BEA n°2 (voir tableau), pour un avion léger la distance d'atterrissage DA augmente d'environ de 10 % par tranche de 2 kt de vent arrière. C'est près de 50 % de distance (de roulement ou de palier en effet de sol) en plus pour 10 kt d'excédent de vitesse. Qu'il soit dû au vent arrière ou à une vitesse majorée.

Attention aux appareils à profil d'aile laminaire ! Comme le rappelait Yvon Bellec dans notre rubrique publiée dans *Info-Pilote* n°704, la finesse peut augmenter encore davantage que sur les avions à profil classique. Dans ce cas, l'appareil est plus long à décélérer vers la vitesse suffisamment basse qui permet l'atterrissage.

1.2. Tangenter le sol sans toucher, ni remonter : un exercice difficile et à éviter

L'autre difficulté posée par une arrivée à une vitesse-air trop élevée est liée à la nécessité d'effectuer un long palier de décélération sans toucher le sol mais sans non plus remonter. Il s'agit d'un exercice difficile, qui demande une concentration supplémentaire dans le but de réussir un palier à hauteur constante (la plus basse possible) mais à vitesse, à incidence et à assiette toutes trois progressivement évolutives. Refuser le sol sans reprendre de la hauteur ! Au contraire, en terminant l'arrondi à une vitesse proche de VSO, l'appareil se pose tout seul et nécessite de ce fait moins d'habileté et de concentration. En effet, le toucher des roues sur le train principal éloigne le risque d'un mauvais atterrissage, notamment sur le train avant en premier. À VSO, l'appareil est assez cabré pour toucher sur le train principal en premier.

2 - Bref exposé des faits et des conclusions des rapports du BEA

- **Exemple 1 :** la remise de gaz est souvent la bonne décision. Ne pas l'interrompre si on l'engage.

Un pilote en finale redoute l'incursion d'un avion au point d'arrêt. Il entame une remise de gaz puis

Ex. BEA N°	Date	Type d'avion	Expérience Totale du pilote	Expérience sur le type d'avion	dans les 3 derniers mois	Causes, raisons facteurs aggravants	Conséquence sur la finale	dommages avions	Immatriculation
1	24-04-13	DR 400	340 h	NC	0 h 25'	Perturbé par un autre avion	Trop vite	+++	F-GSRI
2	13-06-13	DR 400	356 h	138 h	7 h	Vent arrière sous estimé	Trop long	+++	F-GAHV
3	7-07-13	Cessna 172	97 h	3 h 45	2 h 35'	Vent arrière Obstacles en finale	Trop vite	+++	F-GCBY
4	9-07-13	TB 20	115 h	69 h	NC	Rafales, Piste courte	Trop vite	+++	F-GTYE
5	14-07-13	DR 400	116 h	100 h	NC	turbulences	Trop vite	+++	F-GSBE
6	21-07-13	DR 400	187 h	40 h	NC	Faible expérience récente, avion chargé	Toucher trop rapide	++	F-GBVT
7	21-02-14	PA 28	725 h	0 H 54'	4 h maxi	Faible expérience sur le type d'avion	Trop vite	+++	F-GFLG
8	17-04-14	D 113	5100 h	NC	Plus de 8 h	Vent arrière Piste descendante	Trop vite, Trop long	+++	F-PJIL
9	08-05-14	Cessna 172	560 h	15 h	10 h environ	2e présentation, stress	Trop vite	++	F-HJYO
10	24-06-14	Cessna 337	7750 h	Au moins 4 h	4 h	Piste courte et descendante	Trop vite, trop haut	+++	N5JT
11	14-08-14	DR 400	128 h	6 h	14 h	Excès de confiance	Trop vite	++	F-GRIP

change d'intention quand il comprend que la piste est bien libre. Il force l'appareil à toucher à mi-piste, probablement trop vite, et rebondit. Le train avant est endommagé. La faible expérience récente a sans doute contribué au cafouillage et au changement de plan d'action (voir *Info-Pilote* n°682 « *Hésitations et changements de stratégie en cascade* »). La poursuite de la remise de gaz, justifiée ou non, aurait évité l'accident.

• Exemple 2 : intérêt de savoir détecter si on est trop long le plus tôt possible.

Malgré un vent arrière de 15 à 30 kt le pilote décide de poursuivre sa finale jusqu'à l'atterrissage, probablement rassuré par le comportement d'un instructeur à bord qui estime implicitement (« *qui ne dit mot consent…* ») que l'arrêt est possible avant la fin de la piste. Erreur d'appréciation car l'appareil sort de la piste. À noter, dans la décision, le rôle de la notion de "piste préférentielle" qui a sans doute pesé sur le choix du QFU. On rappelle que le QFU préférentiel est une technique mise en place pour :

• éviter des choix différents, entre pilotes, du sens de la piste quand il y a peu de vent ;

• respecter le calme des riverains en ne survolant pas au décollage les zones habitées.

Mais le QFU préférentiel n'est pas une obligation dès lors que le pilote estime que ce choix diminue le niveau de sécurité de l'approche. On remarquera aussi qu'une meilleure connaissance du vent réel et parfaitement prévu par Météo France (vent arrière de 15 à 30 kt) aurait dû faire réfléchir davantage l'équipage. En estimant le vent à seulement 5 kt, il s'est engagé sereinement dans une finale dont il n'a pas détecté la dangerosité.

• Exemple 3 : si la finale est d'une technicité au-dessus de ses moyens, changer de piste ou changer de terrain.

Un rideau d'arbres dressé peu avant le seuil de piste impose naturellement un passage plus haut que pour une finale standard dans un plan à 5 %. En le combinant à un vent quasi arrière de 9 à 10 kt et à une vitesse Vi majorée de 5 kt, on réunit tous les ingrédients pour qu'un jeune pilote fatigué par plus de 5 heures de vol dans la journée se présente trop long ou trop vite. Effectivement, après un contact sans doute prématuré sur la piste courte, voire difficile, du petit terrain de Saint-Cyr-l'École, l'appareil rebondit et casse son train avant. Quelle que soit la raison qui a conduit le pilote à prendre le QFU 29, alors que le vent venait du 030 ou 050, un tel scénario est toujours possible dès qu'il y a du vent. On doit informer les jeunes pilotes de leur droit de refuser toute clairance ou toute pression qui les engagerait dans une arrivée difficile. L'instruction met en garde contre les difficultés d'une telle arrivée et doit permettre d'analyser la situation telle qu'elle se présente. Le pilote même peu expérimenté peut toujours proposer clairement une arrivée plus facile sur l'autre QFU. Ce que le contrôleur accorde bien volontiers quand il n'a pas encore vu que le vent avait tourné et quand c'est possible. Dans le cas contraire, le pilote doit se dérouter vers un terrain plus facile ou mieux orienté.

• Exemple 4 : se donner les moyens de connaître le vent du moment.

Un jeune pilote (115 heures dont seulement 21 en tant que commandant de bord) rencontre, sur son terrain de destination, un vent plein travers qu'il estime à 10 kt. Il majore prudemment sa vitesse d'approche (81 kt au lieu des 76 kt recommandés sans vent) et réussit sa finale malgré une dérive de 8 à 10°. Au cours de l'arrondi, l'appareil remonte sous l'effet d'une rafale, donc avec encore un excédent de vitesse que l'arrondi n'a pas résorbé ou que la rafale a ajouté. Le fait de remonter un peu lui fait perdre sa vitesse et il ne peut contrôler un premier impact assez dur suivi de deux rebonds.

Le scénario est caractéristique d'une habileté et d'une maturité encore insuffisantes face à un vent de travers soufflant en rafales de 14 à 24 kt. Davantage d'expérience aurait peut-être permis de réussir les actions correctrices et, surtout, aurait conduit le pilote à mieux s'informer du vent (intensité, direction). Conscient des risques qu'il rencontrerait en finale et près du sol avec 14 à 24 kt de vent plein travers il aurait probablement attendu que le vent se calme ou choisi une piste mieux orientée. D'où l'importance de savoir s'informer.

• Exemple 5 : une fois l'avion posé correctement, l'excédent de vitesse peut poser des problèmes pendant le roulage.

Un vent de travers de 10 kt, une vitesse largement majorée à cause de la turbulence pour atterrir en DR400 sur la longue piste de 2 300 m du Havre-Octeville. Jusque-là, la situation ne semble pas critique. Mais au moment où le pilote s'aperçoit que sa vitesse de roulement, plus élevée qu'à l'accoutumée, lui pose des difficultés pour ralentir, un freinage dissymétrique le fait sortir de piste. Il percute des balles de foin. Cette vitesse est retenue par les enquêteurs du BEA comme une cause probable de la perte de contrôle.

• Exemple 6 : pour un débutant, préférer la remise de gaz à la gestion toujours hasardeuse du rebond.

Le pilote d'un DR400, faiblement expérimenté, touche doucement la piste lors de l'arrondi et remonte, probablement à cause d'une vitesse excessive, jusqu'à une hauteur d'où il retombe. Après plusieurs rebonds, le train avant est endommagé. La faible expérience du pilote et un appareil plus chargé qu'à l'accoutumée ont contribué à construire un scénario un peu au-dessus des possibilités du pilote. En conclusion, le BEA recommande «... *à chaque pilote d'estimer de lui-même, ou en dialoguant avec un instructeur, si le vol projeté s'inscrit dans le périmètre de ses compétences*».

• Exemple 7 : même soufflant dans l'axe, le vent reste dangereux. Il peut subitement accroître la vitesse propre et faire redécoller l'avion.

Aux commandes d'un PA-28, un pilote, peu accoutumé à cet appareil, majore de 5 kt la vitesse d'approche pour compenser les effets des rafales dans un vent soufflant presque dans l'axe, de 16 à 20 kt. Après un premier contact avec le sol, l'avion redécolle avec une forte assiette à cabrer. Il se pose et redécolle de nouveau jusqu'à quelques mètres d'où il retombe pour un troisième contact qui rompt le train avant.

• Exemple 8 : attention aux avions qui planent bien !

Au cours d'un vol école, un D 113 se pose très long (2/3 de la piste, piste descendante). Une composante de vent arrière, un appareil sans volets qui a tendance à allonger en finale, des freins à utiliser avec précaution et installés seulement à la place gauche : tout a contribué à un poser très long. L'instructeur juge que le tiers restant est suffisant pour arrêter l'avion avant la fin de la piste. N'y parvenant pas, il choisit de virer et une jambe de train se plie au cours du virage.

• Exemple 9 : 10 kt de trop sur la vitesse d'approche, c'est beaucoup surtout par vent calme et sur une piste courte.

Une méconnaissance à la fois des performances de l'avion, un Cessna 172, et des préconisations du constructeur, conduit à deux approches successives trop rapides (81 kt au lieu de 60-70 kt du manuel de vol). L'appareil touche à une vitesse trop élevée et rebondit. Le pilote surpris n'a pas le temps de remettre les gaz avant de toucher de nouveau sur le train avant qui se rompt.

• Exemple 10 : approche trop longue, entièrement réalisée au-dessus du plan idéal.

Aux commandes d'un Cessna 337, un pilote professionnel expérimenté (7 750 heures de vol), se fait piéger par vent calme à cause de plusieurs facteurs tous défavorables :

- faible expérience sur l'appareil ;
- piste courte ;
- piste descendante ;
- une approche à plus forte pente que d'habitude à cause d'une colline ;
- 5 kt en trop.

Les trois rebonds qui suivent le premier toucher sont probablement dus à un atterrissage volontairement effectué malgré la vitesse élevée. L'avion est fortement endommagé.

• Exemple 11 : une vitesse volontairement mais inutilement majorée provoque un rebond destructeur.

Les procédures personnelles, hors de toute analyse experte, finissent toujours par se révéler dangereuses. C'est le cas d'un pilote de DR400 qui avait trouvé plus confortable d'arriver à 150 km/h plutôt qu'à 125 km/h, comme préconisé dans le manuel de vol.

25 km/h (16 kt) en trop, c'est beaucoup pour réussir à toucher sans rebondir. Même si parfois on réussit des "bricolages de procédure" personnels, on peut considérer qu'on a bénéficié d'une certaine chance mais qu'un jour on se fera piéger. On se méfiera des mauvaises habitudes comme celle décrite dans le rapport : le pilote effectuait plutôt des posers-décollers que des atterrissages complets qui nécessitent davantage de contrôle pour passer sans rebondir du vol au roulage.

3. Recommandations à l'usage des pilotes d'avions légers

Beaucoup d'atterrissages ratés (onze relatés ici, mais d'autres ont eu lieu) sur une période de seulement deux années permettent de rédiger des recommandations simples :

- on ne connaît jamais assez son avion. Plus que le manque d'habileté, toujours possible chez des pilotes peu expérimentés, la méconnaissance de la vitesse d'approche recommandée peut provoquer un atterrissage dur. Même avec un pacifique D 113, un pilote confirmé peut se faire piéger en n'appliquant pas la bonne procédure ;
- on ne connaît jamais assez le vent réel et effectif qu'on va rencontrer en finale. Pourtant, il est rarement imprévisible. Il suffit de bien préparer le vol ou de demander !
- penser à la remise de gaz qui est la seule garantie d'une issue rassurante. Soit avant de toucher si on se présente trop long, soit pendant un premier rebond en général moins destructeur que les suivants. Il s'agit d'une procédure normale qui doit être présente à l'esprit du pilote comme une option de sécurité et ce dès que l'arrivée présente des difficultés (voir *Info-Pilote* n°651) ;
- savoir évaluer la difficulté d'une approche permettrait à des pilotes peu expérimentés de renoncer à une arrivée trop difficile, ou même à un vol si les conditions du jour montraient une combinaison (vent, turbulence, longueur de la piste...) d'une difficulté trop élevée compte tenu de son aptitude du moment. Pour les pilotes fraîchement brevetés, l'instructeur saura s'il est raisonnable ou non d'entreprendre un vol plus difficile que d'habitude. Il faut impérativement le consulter ! ●

Retrouvez les rapports du BEA sur www.bea.aero

Pour consulter celui qui vous intéresse, il vous suffit d'inscrire l'immatriculation de l'avion dans le champ de recherche.