



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

Vitesse non appropriée en finale : atterrissage compliqué

CAUSES ET CIRCONSTANCES LES PLUS COURANTES

NOUS CONSTATONS À MAINES REPRIS COMBIEN LES ENNUIS QUE RENCONTRENT LES PILOTES **POUR RÉALISER UN BON ATERRISSAGE** SONT LIÉS À LA FOIS À LA STABILISATION DE LA VITESSE EN FINALE, ET AUSSI À LA VALEUR MÊME DE CETTE VITESSE. TROP LENT, L'AVION S'ENFONCE ET TOUCHE DUREMENT ; TROP RAPIDE, L'ATERRISSAGE N'EN FINIT PLUS ET LES RISQUES DE PERDRE LE CONTRÔLE AU SOL OU DE REBONDIR SONT ÉLEVÉS. VOIR LE NUMÉRO 762 DE SEPTEMBRE 2019. DANS LES LIGNES QUI SUIVENT, NOUS CHERCHONS À COMPRENDRE QUELS PEUVENT ÊTRE LES FACTEURS QUI ONT PERTURBÉ LE PILOTE AU POINT DE LE CONDUIRE EN TRÈS COURTE FINALE AVEC UNE VITESSE QUI NE LUI PERMETTAIT PLUS D'ATERRIR CORRECTEMENT. FACTEURS TECHNIQUES, MÉCONNAISSANCE DE LA MÉCANIQUE DU VOL, FACTEURS HUMAINS...

Tout pilote breveté ou même simplement lâché en solo a montré qu'il était capable de maintenir jusqu'à l'arrondi une vitesse correcte et tout à fait compatible avec l'exécution simple de la manœuvre d'atterrissage. Pourtant depuis que l'on pilote des avions, le phénomène se renouvelle à l'identique : le non-respect de la vitesse en courte finale. Pour preuve, les rapports récents du BEA (2015 à 2019) qui relèvent les causes les plus fréquentes ou les circonstances très propices à ce non-respect. La connaissance des raisons devrait permettre dans le futur soit d'améliorer sa technique de pilotage, soit d'éviter de poursuivre quand trop de conditions défavorables au maintien de la vitesse sont réunies.

A. L'importance d'une vitesse tenue avec précision pour réussir l'arrondi

RAPPEL DES RISQUES ENCOURUS EN CAS DE VITESSE INADÉQUATE AVANT L'ARRONDI

1. AVEC LA VITESSE RECOMMANDÉE. Les pilotes ont tous remarqué combien l'avion se pose facilement quand la finale est bien stabilisée (trajectoire, vitesse, assiette longitudinale, assiette latérale). On se demande même parfois s'il est bien nécessaire d'effectuer la manœuvre de l'arrondi, tant on est certain que le contact avec la piste ne peut se passer qu'en douceur. En prime, on est certain de réduire au maximum la distance de roulement. **Figure 1.**

2. TROP RAPIDE. Nous avons remarqué qu'il est difficile de dompter un appareil qui arrive trop vite et qui refuse de se poser. L'obliger est alors la meilleure technique pour provoquer un premier rebond qui sera la plupart du temps suivi d'un ou plusieurs, de plus en plus violents. Car effectuer un palier de régression de vitesse, au ras de la piste, souvent en attendant que la vitesse décroisse jusqu'au voisinage de VSO, est un exercice extrêmement délicat et difficile à réussir sans toucher la piste et surtout sans reprendre un peu de hauteur (voir REX du mois p. 64). Les appareils à fort effet de sol s'y prêtent fort mal entre des mains non expertes. Il vaut mieux dans ce cas procéder à une remise de gaz qui sera d'autant plus facile à exécuter que la vitesse est encore confortable. La décision précoce est d'autant plus adaptée que la piste est plutôt courte. **Figure 2.**

Figure 1. A la vitesse recommandée $V = 1,3 V_{SO}$, on réalise la distance de roulement à l'atterrissage D_r la plus courte qu'il est possible de réaliser sans habileté particulière. Et on réduit au maximum la tendance au rebond.



Figure 2. Avec une vitesse V' supérieure à $1,3 V_{SO}$ la distance D_r' augmente sensiblement dans le rapport $(V'/V)^2$. Ainsi pour $1,5 V_{SO}$, $D_r' = D_r (1,5/1,3)^2 = 1,33$, soit 33 % de distance de roulement en plus avant de s'arrêter. Sans compter le risque de rebond qui nuit aux opérations de freinage par manque de disponibilité du pilote.



3. TROP LENT. Au-dessous de $1,3 V_{SO}$, tenter un arrondi risque de provoquer le décrochage et un atterrissage dur, caractéristique des courtes finales à trop basse vitesse. En effet 30 % de marge par rapport à V_{SO} , vitesse de décrochage dans la configuration atterrissage, donne une vitesse suffisante pour les petites évolutions de correction de la finale et pour l'arrondi. En revanche si V_i est $< 1,3 V_{SO}$, la manœuvre d'arrondi, qui provoque corrélativement une augmentation d'incidence et une augmentation du facteur de charge, peut à elle seule conduire au décrochage. L'avion s'enfonce et touche durement la piste. Les dégâts, notamment au train d'at-

terrissage, peuvent être importants. Quand ce n'est pas l'avion tout entier qui est détruit.

B. Dix accidents consécutifs à une vitesse mal respectée en finale et en courte finale

1. ACCIDENT D'UN DR400 À PONTIVY (56)

(voir [lien #1](#) sur notre site)

Il s'agit de l'accident type d'un pilote débutant, un peu dépaycé sur un terrain nouveau pour lui. Peut-être une mise en garde plus ferme face aux risques liés à une vitesse excessive l'aurait-elle

conduit à renoncer assez tôt à poursuivre jusqu'à l'atterrissage ? Le fait qu'il juge l'atterrissage simplement « possible » montre qu'un doute s'était établi dès qu'il a compris qu'il était trop haut, trop près, trop rapide. Pilotes débutants ou peu expérimentés, dès que le moindre doute s'installe, dès qu'une question concernant la sécurité se pose, la réponse est contenue dans la question : on choisit la solution la plus sûre, ici en l'occurrence une remise de gaz et on profite du deuxième circuit de piste pour mieux ajuster sa trajectoire et ses paramètres. L'expérience montre combien l'analyse en temps réel permet de comprendre quel point doit être corrigé dans l'approche suivante (ici par exemple la trajectoire du circuit de piste). La deuxième tentative se passe ensuite très bien. L'apport pédagogique d'une telle analyse effectuée en solo et en vol est profitable, peut-être davantage qu'un nouveau circuit de piste trop monitoré par l'instructeur. Attention cependant au rôle du stress. Certains débutants ou même pilotes confirmés peuvent ressentir la première arrivée comme un échec. Dans ce cas, il est profitable de ne pas enchaîner une deuxième tentative dans la foulée. Il vaut mieux renoncer et dérouter vers un aérodrome où l'on se sentira plus en confiance. Pour vous aider faites appel préventivement à l'avis de votre instructeur. Il vous connaît bien et saura anticiper les difficultés que vous ressentirez en solo : « Si tu te présentes mal, refais un circuit de piste... », ou au contraire : « Si tu te présentes mal la première fois, n'insiste pas et rentre... »

2. ACCIDENT D'UN DR400 À LOGNES (77)

(voir [lien #2](#) sur notre site)

Un pilote atterrit trop vite et perd le contrôle de son appareil lors du roulage au sol.

L'accident est très représentatif du mauvais calcul de la vitesse idéale d'approche. Certes, en majorant excessivement la vitesse en finale, on garde un avion

	Date	Avion	Lieu	Circonstances	Dégâts
1	17/08/15	DR400	Pontivy (56)	Pilote débutant. Trop haut, trop vite, dernier virage trop près de la piste.	Avion endommagé.
2	25/03/17	DR400	Lognes (77)	Majoration excessive de la vitesse en finale.	Avion fortement endommagé.
3	28/03/17	DA40	Béziers (34)	Majoration inutile de la vitesse en finale.	Avion fortement endommagé.
4	10/04/17	DR400	Abbeville (80)	Enfoncement lors de l'arrondi. Vent 10 à 18 kt.	Avion endommagé.
5	06/10/18	DR253B	Lyon-Corbas (69)	Enfoncement lors de l'arrondi. Vitesse non majorée.	Avion endommagé.
6	16/06/18	DR400	Laval-Entrammes (53)	Pilote stressé, vitesse excessive en finale.	Avion détruit.
7	19/06/18	GT15	Montpellier (34)	Pilote débutant. Vitesse excessive en finale.	Avion endommagé.
8	07/07/18	DR400	Moret-Episy (77)	Vitesse excessive en finale.	Avion endommagé.
9	12/07/18	DR401	Ile d'Yeu (85)	Vitesse excessive en finale.	Avion endommagé.
10	17/07/18	AT01	Albi (81)	Vitesse excessive en finale.	Avion fortement endommagé.

très manœuvrable et la marge par rapport à V_{so} met à l'abri du risque de décrochage par temps agité. Mais, en revanche, on crée des problèmes très probables quant à la réussite de l'arrondi et du roulage qui va suivre.

Première correction qui aurait dû être appliquée : la détermination de $1,3 V_{so}$. En effet le manuel de vol indique toujours une valeur de V_{so} qui est déterminée lors des essais constructeurs à la masse maxi. Ici V_{so} vaut 95 km/h et donne $1,3 V_{so} = 124$ km/h.

Le jour du vol, la masse de l'appareil était inférieure à 850 kg. La vitesse de décrochage en configuration atterrissage était alors : $V_{so} = 95 (850/1100)^{1/2}$ soit 84 km/h. Par temps calme, la finale aurait dû avoir lieu théoriquement à une vitesse $V = 1,3 V_{so} = 1,3 \times 84 = 109$ km/h (les 110 km/h évalués par le BEA à 900 kg).

Deuxième correction : celle liée au vent. Les préconisations de corrections les plus simples pour tous les avions légers sont indiquées dans le Guide de l'instructeur VFR de l'ENAC

V_e (kt)	< 10 kt	10 à 20 kt	> 20 kt
V_{ve}	0 kt	5 kt	10 kt

Une correction due au vent de + 5 kt (+ 10 km/h) aurait été mieux adaptée compte tenu du vent de 13 kt avec rafales à 21 kt et aurait donné une vitesse d'approche de 120 km/h.

La tentative d'arrivée à 140 km/h conduisait donc à un atterrissage difficile avec tous les risques associés : rebonds, wheel barrowing si la roulette de nez est trop chargée (voir *Info-Pilote* n° 739 d'octobre 2017). Sans compter la particularité des DR400 dont la roulette avant peut se bloquer dans l'axe si elle est trop soulagée.

Le problème réside dans le fait que l'avion étant encore aérodynamiquement vivant ($V > V_{so}$), le pilote doit continuer à piloter l'assiette sans se préoccuper des phénomènes liés au roulage. D'où la difficulté de faire rouler sur la piste un avion dont la vitesse est supérieure à V_{so} !

A noter la réaction de l'aéroclub qui a mis à la disposition des pilotes de nouvelles règles plus pertinentes de calcul de la vitesse d'approche en fonction de la masse de l'avion.

3. ACCIDENT D'UN DA40 À BÉZIER (34)

(voir [lien #3](#) sur notre site)

Accident dû à une majoration inutile de la vitesse en finale (vent inférieur à 10 kt, donc pas de correction à appliquer). En effet, le pilote a choisi une vitesse d'approche de 75 kt en rajoutant 5 kt inutilement. Décision qui va à l'encontre des recommandations de l'école qui, en préconisant 70 kt, a couvert les cas de figures les plus courants dans une région plutôt ventée. Donc pas d'excès de zèle surtout préjudiciable à la sécurité. Le pilote a perdu le contrôle de l'appareil lors d'un rebond probablement dû aux 5 kt en trop.

4. ACCIDENT D'UN DR400 À ABBEVILLE (80)

(voir [lien #4](#) sur notre site)

Le pilote subit un enfoncement lors de l'arrondi. La vitesse de 130 km/h, déclarée par le pilote, semble correcte pour un DR 400-120 avec deux personnes à bord. A noter un vent de 10 à 18 kt, dont les rafales exigent toutefois un bon entraînement. La dextérité d'un pilote totalisant 200 heures peut alors s'avérer

Rex du mois

HE2PGIN3LC « ATERRISSAGE SUR APM » DU 18/08/2018

- Après 15 minutes de vol local en tour de piste, je me présente pour l'atterrissage en QFU 26. Arrivé au seuil de piste à 65 nœuds, sans vent, j'ai réduit les gaz et arrondi la trajectoire. L'avion a décroché et a atterri durement. Dans la manœuvre d'arrondi, l'avion est remonté légèrement. Je n'ai pas eu le temps de remettre la puissance. Je n'ai pas perçu de bruit anormal, le roulage vers le parking s'est déroulé normalement.
- Au cours de la visite après-vol, je n'ai pas détecté d'anomalie.
- Au vol suivant, il est constaté une panne de démarrage, une fuite de liquide de refroidissement, un enfoncement cellule au niveau du train auxiliaire, et après dépose des capots moteurs et pare-brise, une rupture de la structure composite cellule au niveau de l'attache supérieure de train auxiliaire.
- Interdiction de vol de l'aéronef.

insuffisante. D'où l'intérêt pendant toute sa formation de bien connaître ses capacités réelles, grâce à des contrôles volontaires en conditions plus difficiles, entre les vols de prorogation obligatoires. La difficulté à maintenir correctement la vitesse en finale est l'un des principaux savoir-faire qui s'éroule pour les pilotes volant peu.

5. ACCIDENT D'UN JODEL DR253B À LYON-CORBAS (69)

(voir [lien #5](#) sur notre site)

Le pilote subit un enfoncement en très courte finale. Les rafales de 26 kt auraient dû lui faire majorer la vitesse de 10 kt afin de ne pas être trop surpris dans le gradient de vent en général très fort près du sol. Sans vent, le manuel de vol recommande une vitesse de 140 km/h pour l'atterrissage. La majoration de 10 kt due au fort vent de 18 à 26 kt aurait dû être de l'ordre de 15 à 20 km/h. Soit une vitesse d'approche assez inhabituelle pour ce type d'avion de 155 à 160 km/h. Mais était-ce bien raisonnable de se jeter dans une telle galère avec trois passagers, un appareil proche de sa masse maximale, aussi peu d'expérience (140 heures au total) et un seul vol sur l'appareil DR253B. Avion différent des DR300 et DR400 auxquels il était plus habitué ?

6. ACCIDENT D'UN DR400 À LAVAL-ENTRAMMES (53)

(voir [lien #6](#) sur notre site)

Le pilote préoccupé par une panne d'alternateur (panne qui n'hypothèque en rien la sécurité du vol lorsqu'on se trouve comme c'était le cas à proximité d'un aérodrome) précipite un retour au sol, avec une vitesse en finale de 150 km/h au lieu des 115 km/h recommandés. Voyant qu'il est trop rapide sur la piste et qu'il subit toutes les difficultés du roulage à une vitesse excessive, il tente de redécoller mais décroche aussitôt après. Le stress, dont le pilote ne semble pas avoir été conscient, explique cependant en grande partie la succession d'actions précipitées et inorganisées y compris le raccourcissement de trajectoire. A ce propos, le BEA rappelle toutes les vertus du briefing, effectué soit en équipage, soit mentalement pour un pilote seul à bord. Le briefing permet de réfléchir aux cas de pannes possibles et de mémoriser quelques simples actions. Dans ce cas précis, le pilote après sa décision de rentrer n'avait pas eu le temps d'élaborer une stratégie (trajectoire, vitesse) adaptée au retour. Un briefing, par exemple : « En cas de panne mineure après le décollage, montée à 1000 ft, virage par la gauche pour rejoindre la branche vent-arrière, étape de base à 140 km/h, finale à 115 km/h... », aurait construit un schéma rassurant et aurait pu éviter l'improvisation et le cafouillage qui ont provoqué l'accident.

7. ACCIDENT D'UN GT15-A À MONTPELLIER (34)

(voir [lien #7](#) sur notre site)

Un élève-pilote en stage ATPL subit la fatigue d'une formation exigeante et, par beau temps, effectue sa finale à 80 kt au lieu des 65 recommandés. Il rebondit à l'atterrissage et casse l'avion.

Les stages intensifs donnent des progressions spectaculaires et de bonne qualité. Mais chaque stagiaire doit rester parfaitement conscient de son niveau de fatigue et de saturation mentale, surtout quand le stage combine formation pratique et formation théorique. Le moindre défaut de vigilance dans les opérations de la vie quotidienne doit être interprété comme un signe susceptible de faire renoncer temporairement aux vols en solo. Les jeunes récupérant en général très vite ont tout intérêt à reporter des vols pour lesquels ils ne se sentent pas suffisamment en forme. Les conditions extérieures, comme ici une température de 31 °C, peuvent accroître la fatigue et provoquer des inaptitudes légères temporaires.

8. ACCIDENT D'UN DR400 À MORET-EPISEY (77)

(voir [lien #8](#) sur notre site)

Le pilote d'un DR400 parti de Lognes se présente pour atterrir sur le petit terrain en herbe de Moret-Episy. Il semble découvrir les particularités de l'aérodrome et conserve peu de disponibilité pour sa trajectoire et surtout pour le maintien de sa vitesse en finale. Il touche à mi-piste, à une vitesse de 130 km, qui ne lui laisse aucune chance de ralentir et d'éviter la sortie longitudinale de piste.

La seule information de sa vitesse en finale, qu'il déclare de l'ordre de 150 km/h, était une condition suffisante pour décider une remise de gaz. Malheureusement, son faible entraînement et une préparation insuffisante du vol ne lui ont pas permis d'avoir le déclin au bon moment
- « Terrain court, 150 km/h,

l'atterrissage est impossible... » ! L'importance du briefing d'arrivée, passant en revue les deux ou trois paramètres vitaux (hauteur, trajectoire, vitesse en finale), aurait montré l'impossibilité de réussir. Il aurait provoqué la remise de gaz qui semblait s'imposer dès le dernier virage.

9. ACCIDENT D'UN DR401 À L'ILE D'YEU (85)

(voir [lien #9](#) sur notre site)

Pour l'atterrissage, le pilote se présente probablement trop vite et l'arrondi se prolonge. Il perd le contrôle et n'est pas aidé par une assiette trop forte qui verrouille la roulette de nez au moment de son contact avec la piste. Les 120 ou 130 km/h déclarés par le pilote et l'arrondi un peu haut sont probablement à l'origine de ses difficultés. Il les attribue à un manque d'entraînement et à une fatigue ressentie après deux heures trente de vol. Si ses doutes, quant à son manque d'entraînement récent et son niveau réel le jour de l'accident, avaient été formulés plus tôt, il aurait décidé de refaire un peu de double commande.

10. ACCIDENT D'UN AQUILA ATO1 À ALBI LE SÉQUESTRE (81)

(voir [lien #10](#) sur notre site)

L'enquête montre que l'appareil se présente pour atterrir à une vitesse excessive, probablement supérieure à 70 kt, soit au moins 10 kt au-dessus de la vitesse recommandée de 60 kt. L'excédent de vitesse est propice aux rebonds dont la violence s'amplifie et provoque la rupture du train avant. L'élève-pilote était à sa septième heure en solo et a pu être surpris par un vent

d'intensité un peu supérieure à celles auxquelles il était habitué.

C. Remarques, recommandations

On identifie clairement trois causes principales qui permettent d'expliquer des arrivées à une vitesse inadaptée :

1. UNE MAUVAISE CONNAISSANCE DE LA VITESSE RECOMMANDÉE, soit par manque de curiosité, soit par manque de préparation du vol, soit par manque d'anticipation : cas n° 2, 3 et 8. Les pilotes semblent être au niveau, mais le choix de la vitesse ou des procédures n'est pas le bon.

2. UN MANQUE D'ENTRAÎNEMENT AVEC UNE SITUATION EXTÉRIEURE (vent, turbulence) nettement au-dessus des capacités du pilote le jour de l'accident : cas n°1, 4, 5, 9 et 10. S'auto-évaluer est un exercice difficile pour un pilote. Mais un instructeur dont c'est le métier vous testera si

vous avez le moindre doute. Encore faut-il que ce doute prenne corps dans l'esprit du pilote ?

3. UN STRESS GÉNÉRÉ PAR UNE SITUATION MAL ANTICIPÉE, par une fatigue, par des soucis. Le stress s'installe très vite et le pilote constate, désespéré, que ses actions sont tardives, inadaptées. La solution est de renoncer momentanément au projet d'arrivée et d'attendre à la fois des conditions météorologiques meilleures et un retour du pouls à la normale : cas n°6 et 7. La panne d'alternateur du cas n°6 révèle aussi un manque de connaissance en technologie élémentaire de la mécanique de l'avion : une panne d'alternateur, pour un moteur à allumage par magnétos, ne présente aucun risque pour continuer un vol par beau temps. Encore faut-il avoir la curiosité de s'intéresser aux rudiments de technologie de son avion. ●