



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

## Rebond à l'atterrissage Toujours l'envisager et savoir en identifier la cause

NOUS AVONS À PLUSIEURS REPRISES RAPPORTÉ DES ACCIDENTS CONSÉCUTIFS À UN OU PLUSIEURS REBONDS À L'ATTERRISSAGE. DANS LE NUMÉRO 667 D'OCTOBRE 2011, NOUS TRAITIONS LE SUJET SOUS L'ANGLE DU PILOTAGE. DANS LE NUMÉRO 736 DE JUILLET 2017, NOUS ANALYSONS LES PARAMÈTRES DE LA MÉCANIQUE DU VOL LIÉS À L'ATTERRISSAGE ET DÉCRIVONS LES RISQUES, NOTAMMENT CEUX PROPRES AU REBOND.

**C**e mois-ci, après avoir constaté une série importante et récente de cas de rebonds, notifiés (Notifications du BEA quand l'enquête n'est pas terminée) ou rapportés (Rapport BEA qui analyse les causes et les circonstances de l'accident), nous revenons sur le rebond à l'atterrissage.

Nous tentons, exemples et schémas à l'appui, de mieux identifier le type de rebond. Nous espérons ainsi contribuer à une meilleure prévention et à un meilleur traitement du phénomène potentiellement dangereux et parfois cause initiale d'accidents mortels.

En général pourtant, les dégâts dus au rebond sont essentiellement matériels, car il se produit à basse vitesse, avec une trajectoire plutôt maîtrisée dans son ensemble. Cependant deux accidents graves nous montrent combien le mauvais traitement apporté au pilotage du rebond peut conduire rapidement à une perte de contrôle, en général bien plus grave que le rebond lui-même. L'essentiel de notre message consistera à vous mettre en garde contre une telle suite catastrophique et à vous inciter à vous informer auprès de votre encadrement afin d'acquiescer, sur l'appareil que vous pilotez, les bons réflexes. Ils peuvent être différents d'un avion à l'autre. Mais certains, comme ne jamais rendre trop la main lors du premier rebond, sont basiques et devraient être acquis rapidement. C'est ce que montre la plupart des témoignages de pilotes qui, un peu désemparés, faute de savoir-faire, ont par exemple poussé le manche. Ils ont ainsi aggravé une situation qui n'avait rien de désespérée au premier rebond. D'où l'intérêt de bien identifier l'origine du rebond.

### A. QUATORZE CAS DE REBONDS, DONT DOUZE TRÈS RÉCENTS

#### 1. Accident d'un BX-2 Cherry à Marennes (17)

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

Le petit monoplace rebondit plusieurs fois lors de l'atterrissage effectué à une vitesse trop élevée. Même si d'autres facteurs interviennent dans l'explication de l'accident, une prise de conscience plus précoce de l'approche non stabilisée et une remise de gaz dès le premier rebond auraient peut-être permis au pilote de calibrer les bons paramètres de montée. La remise de gaz tardive, alors que le rebond a amplifié les oscillations, est toujours plus hasardeuse que la remise de gaz au premier rebond. Surtout quand l'origine du rebond est la survitesse.

#### 2. Accident d'un Cessna T72R à Marçq-en-Baroeul (59)

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

La mauvaise négociation de la remise de gaz à la suite de rebonds n'a pas permis, tout comme dans le cas précédent, de trouver facilement les bons paramètres (vitesse, assiette) de montée. Les rebonds sont probablement consécutifs à une approche, puis à un arrondi effectués à une vitesse trop élevée.

#### 3. Accident d'un Piper PA28 à Romans Saint-Paul (26)

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

Le pilote n'envisage pas, malgré les rebonds, d'effectuer une remise de gaz. Au quatrième rebond, le train avant se rompt. La remise de gaz dès le premier rebond (quand la piste le permet) est toujours une solution à un atterrissage mal commencé. La possibilité d'avoir à remettre les gaz doit toujours être envisagée. Si elle s'avérait impossible, on ne devrait s'aventurer sur de telles pistes qu'avec la certitude d'un pilotage de qualité notamment concernant la stabilité et la précision des paramètres tenus en finale.

#### 4. Accident d'un Grob GT15 à Montpellier (34)

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

Rebond suivi d'une sortie latérale de piste.

Accident récent, enquête en cours.

#### 5. Accident d'un Aerospool WT9 à Chavenay-Villepreux (78)

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

Le pilote est surpris par un rebond et ne sait pas trop comment réagir car il n'était mentalement pas préparé à cette éventualité. Une remise de gaz aurait probablement évité la casse.

#### 6. Accident d'un Aquila AT01 à Albi Le Séquestre (81)

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

Encore un probable cas de tentative d'atterrissage avec une vitesse trop élevée. Un léger premier rebond dont la sévérité s'amplifie au deuxième jusqu'à la rupture du train avant. D'où l'intérêt de la remise de gaz dès le premier rebond.

#### 7. Accident d'un Robin DR400 à Saumur (49)

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

Enquête en cours.

Rebond dû à un arrondi un peu haut. Le pilote perd le contrôle lors de la remise de gaz. L'avion est détruit.

#### 8. Accident d'un Cessna T182 à La Rochelle (17)

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

Enquête en cours.

Effacement du train avant à la suite de plusieurs rebonds.

## SÉCURITÉ

Date	Avion	Lieu	Circonstances	Conséquences	Etat de l'enquête
02/08/2015	BX-2 Cherry	Marennes (17)	Remise de gaz après 3 rebonds. Perte de contrôle.	Pilote décédé. Avion détruit.	Rapport BEA publié.
30/08/2015	Cessna 172R	Marcq-en-Barœul (59)	Remise de gaz après 2 rebonds. Collision avec une haie.	Avion fortement endommagé.	Rapport BEA publié.
10/06/2018	Piper PA28	Romans Saint-Paul (26)	Plusieurs rebonds, train avant rompu.	Avion fortement endommagé.	Rapport BEA publié.
19/06/2018	Grob G115	Montpellier (34)	Sortie latérale de piste après un rebond.	N.C.	Enquête BEA en cours.
24/06/2018	Aerospool WT9	Chavenay-Villepreux (78)	Rebond. Rupture du train avant.	Avion fortement endommagé.	Enquête BEA clôturée.
17/07/2018	Aquila AT01	Albi Le Séquestre (81)	Rebonds. Rupture du train avant.	Avion fortement endommagé.	Enquête BEA clôturée.
26/08/2018	Robin DR400	Saumur (49)	Rebonds. Remise de gaz, sortie de piste.	Avion détruit.	Enquête BEA en cours.
17/09/2018	Cessna T182	La Rochelle (17)	Rebonds. Rupture du train avant.	Avion fortement endommagé.	Enquête BEA en cours.
20/09/2018	Cessna 172	Les Milles (13)	Rebond. Manche vers l'avant, puis nouveau rebond.	Avion endommagé.	Enquête BEA en cours.
26/09/2018	Aquila AT01	Blois-le-Breuil (41)	Rebonds. Sortie de piste.	Avion fortement endommagé.	Enquête BEA clôturée.
12/03/2019	Cirrus SR20	Toronto (Canada)	Rebonds puis perte de contrôle lors de la remise de gaz.	Deux blessés légers, avion fortement endommagé.	Rapport Flight Safety Foundation.
24/05/2019	Piper PA28	Les Milles (13)	Plusieurs rebonds lors d'un vol en solo.	Avion fortement endommagé.	Enquête BEA clôturée.
02/07/2019	Breezer B600	Chambéry (73)	Plusieurs rebonds. Rupture du train avant.	Avion fortement endommagé.	Enquête BEA en cours.
03/07/2019	Piper PA32	Le Touquet (62)	Plusieurs rebonds. Rupture du train avant.	Avion fortement endommagé.	Enquête BEA en cours.

### 9. Accident d'un Cessna T72 aux Milles (13)

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

Enquête en cours.

Aggravation d'un rebond par une action du manche légèrement vers l'avant, ce qui amplifie la violence du rebond suivant.

### 10. Accident d'un Aquila AT01 à Blois-le-Breuil (41)

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

Une rafale de vent a pu déstabiliser l'avion lors de l'arrondi. Il s'est incliné à droite puis a rebondi. Le train avant s'est rompu. La grande longueur de piste restante a incité le pilote à tenter un nouvel arrondi mais la manœuvre n'a pas réussi. Une remise de gaz aurait probablement été mieux adaptée au traitement du rebond.

### 11. Accident d'un Cirrus SR 20, à Toronto, au Canada

[voir lien #11 sur notre site](#)

Cet accident grave, en mars 2019, montre toute la difficulté de la reprise du contrôle pendant une remise de gaz. Sur certains avions puissants les effets-moteur, notamment sur le tangage, peuvent induire de violentes actions parasites et surprendre le pilote. Surtout quand, comme ici, il actionne la commande de puissance de réduit à plein gaz d'une manière un peu désordonnée et hésitante alors que, dans le même temps, il cherche à reprendre le contrôle de l'assiette.

### 12. Accident d'un Piper PA 28 à Aix-les Milles (13)

[voir lien #12 sur notre site](#)

Lors de son deuxième vol en solo un élève ne maintient pas suffisamment l'assiette d'arrondi. L'avion touche la piste durement. L'élève tire alors trop sur le manche et provoque des rebonds qui finissent par rompre le train avant. Une question de dosage !

### 13. Accident d'un Breezer B600 à Chambéry (73)

[voir lien #13 sur notre site](#) Enquête en cours.

Rebonds lors de l'atterrissage et rupture du train avant.

### 14. Accident du Piper PA32 au Touquet (62)

[voir lien #14 sur notre site](#)

Enquête en cours. Rebonds lors de l'atterrissage et rupture du train avant.

## B. LES DIVERS MÉCANISMES DU REBOND À L'ATTERRISSAGE

Le rebond est dangereux à cause des contraintes qu'il provoque sur les différentes parties de la structure de l'avion. À l'extrême, le seul fait d'un premier impact violent peut même produire des blessures corporelles. Mais le principal danger – le plus courant – provient de la violente modification de l'ensemble des paramètres du vol susceptible de conduire à une perte totale de contrôle, notamment pendant la remise de gaz (cas n°1 et 11). Le rebond accompagne la plupart des atterrissages mais si les

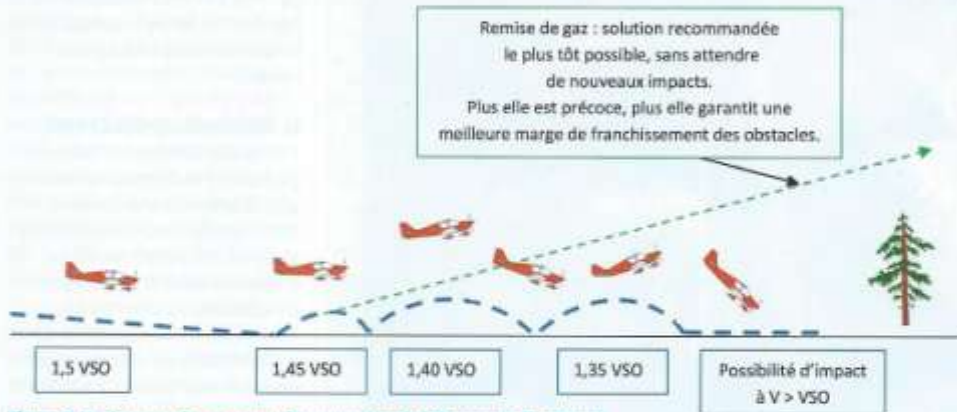
paramètres liés à la finale sont corrects (vitesse, assiette, pente, vario) il est à peine ressenti. Un léger rebond peut également provenir des bosses de la piste. Deux types de petits rebonds qui se terminent sans casse car le train peut les absorber. Mais si le premier rebond découle d'une trajectoire ou d'une vitesse inappropriée, la situation se complique pour le pilote qui doit analyser rapidement la situation et réagir immédiatement et correctement. D'où la nécessité d'une information et d'un apprentissage, destinés à corriger ultérieurement une situation mal engagée. Les actions correctives seront différentes selon la nature et l'origine du rebond, de l'avion, de l'entraînement du pilote, de la nature et de l'intensité du vent... On peut retenir 3 grands types de situation qui nécessitent chacune un traitement sensiblement différent.

**1. L'atterrissage dur lié à un décrochage un peu haut. Figure 1**  
 Dans ce cas, le pilote a mal évalué sa hauteur et l'appareil décroche à un ou plusieurs mètres au-dessus de la piste, cas représenté par l'accident n°7. L'élasticité du train restitue une partie de l'énergie due à la vitesse de chute et renvoie l'appareil en l'air, en général à une hauteur qui ne dépasse pas 1 ou 2 m. Mais la vitesse horizontale étant faible, puisque l'avion vient de décrocher, il a peu de chance de continuer à voler et va retoucher le sol sans tarder (voir l'analyse complète dans IP n°736 de juillet 2017). Le pilote doit alors maintenir l'assiette afin de préserver le train avant (n'oubliez pas qu'à très basse vitesse un avion classique devient naturellement piqueur). Le deuxième contact sera moins violent et l'atterrissage se terminera normalement. La remise de gaz telle que décidée par le pilote (toujours cas n°7) est hasardeuse car l'avion est à une vitesse proche de celle du décrochage et la perte de contrôle sur les trois axes est le principal danger à redouter. Par contre, un « filet de gaz » adoucira le deuxième contact. Mais il doit être prodigué seulement avec une bonne expérience. C'est ainsi que



**Figure 1. L'avion rebondit après un décrochage effectué trop haut (1 à 2 mètres) au-dessus du sol (vitesses indicatives).**

Au premier toucher l'avion rebondit essentiellement sous l'action de la détente du train principal et se retrouve en l'air, à une vitesse voisine ou même inférieure à VSO, avec une nette tendance à piquer. Si le pilote résiste à la tentation de pousser le manche et réussit à contrôler l'assiette pendant le rebond, l'avion retouche le sol avec une vitesse d'impact moindre. L'amplitude des rebonds diminue jusqu'à cesser totalement. Au cas où le premier rebond (ce qui est rare) ferait remonter l'avion trop haut, on procéderait immédiatement à une remise de gaz mais la très faible vitesse la rend délicate. Pensez, si vous la maîtrisez, à la technique du « filet de gaz ».



**Figure 2. L'avion se présente trop vite pour atterrir. (Vitesses indicatives.)**

Le premier rebond semble trompeusement anodin et le pilote ne ressent pas l'urgence de procéder à une remise de gaz. Pourtant plus elle sera précoce, plus les chances d'éviter la casse seront élevées. Comme le montre la vidéo les variations d'assiette, donc d'incidence, augmentent au fur et à mesure des rebonds et accroissent la violence des impacts successifs. Ils se poursuivent tant que la vitesse reste supérieure à la vitesse minimale de sustentation en effet de sol, ce qui peut durer longtemps ! Peu de chances de contrôler la trajectoire et les contacts successifs du train avec la piste. Le train avant est particulièrement menacé sur les appareils tricycles.

les instructeurs procèdent discrètement la plupart du temps et démontrent aux élèves le bien-fondé de la technique. Si l'élève juge qu'il en a bien assimilé le dosage, il pourra pratiquer seul le jour où il subira un rebond.

**2. Le toucher des roues à une vitesse trop élevée. Figure 2**  
 Le cas le plus courant de rebonds et aussi le cas le plus dangereux. L'appareil termine sa finale à une vitesse plus élevée que 1,3 VSO et les roues touchent la piste. Le pilote semble « forcer » l'avion à atterrir. La réaction du sol introduit

immédiatement une force dirigée vers le haut qui s'ajoute à la portance de l'aile et soulève l'avion. Selon que dans le mouvement de remontée l'incidence de l'aile variera à augmenter ou à diminuer la situation sera différente :  
 • à augmenter, il s'ensuivra un accroissement de la portance dû à l'augmentation d'incidence. En effet, si la vitesse est trop grande l'incidence est loin de l'incidence de décrochage et son augmentation accroît la portance. Réaction du sol + accroissement intempestif de la portance provoquent un rebond de grande amplitude.

La remise de gaz s'impose en général. Elle se passe bien si le pilote est capable d'afficher puis de « bloquer » une assiette voisine de l'assiette de montée ;  
 • à diminuer, il s'ensuivra un basculement sur le train avant et une sorte de rodéo qui sont à l'origine de la plupart des ruptures du train avant. Si l'on peut effectuer la remise de gaz à temps on sauvera le train avant !

[voir lien #15 sur notre site](#)

**3. L'atterrissage en atmosphère turbulente**  
 Le pilote doit par principe majo-

## SÉCURITÉ

rer un peu sa vitesse en finale. Le risque de rebond est ainsi accru car, au moment du toucher des roues, on garde, afin de mieux contrôler les écarts de l'avion, la vitesse supérieure à la vitesse de décrochage. Ainsi la moindre augmentation d'incidence peut provoquer une remontée au-dessus de la piste. De surcroît, chaque rafale peut également soulever l'avion (cas n°10). Pas de recommandation spécifique sinon celle de conseiller aux pilotes de voler seulement dans des conditions d'aérodynamique compatibles avec leur niveau de pilotage. Et si vous voulez pouvoir affronter des conditions plus difficiles, l'entraînement avec un instructeur vous permettra de vous évaluer et de vous aguerrir. Plusieurs séances par vent fort vous apprendront rapidement les mécanismes de contrôle de l'atterrissage sans rebond.

### C. RECOMMANDATIONS

- En finale, anticipez la nature probable d'un éventuel rebond afin de préparer une décision. Par exemple, *« ma vitesse est bien stabilisée, s'il y avait un rebond je devrais l'amortir simplement en maintenant l'assiette »* ou, au contraire, *« j'ai dû majorer la vitesse à cause du vent, si je rebondissais il vaudrait mieux remettre les gaz au premier rebond et refaire un circuit de piste complet. J'en profiterais pour mieux calibrer ma finale. »*

- Débarrassez-vous de toute tentative instinctive et dangereuse comme celle de rendre la main au cours d'un rebond.

- Un rebond à l'atterrissage peut survenir au moment où vous ne l'attendez pas. Conditionnez-vous à cette éventualité et notamment au contrôle de l'appareil (assiette, inclinaison, vitesse, puissance) lors de la remise de gaz qui pourrait s'ensuivre. Elle se fera conformément à la technique de sortie de vol aux grands angles d'incidence, technique qui doit toujours vous être familière et que vous devriez réviser de temps en temps. L'application de la puissance doit être franche et continue (voir cas n°11).

- Sur des pistes courtes, limitatives, mal entourées, vous devez déterminer lors de la finale à quel point de la piste la remise de gaz est plus dangereuse que la poursuite de la séquence « rebonds ». Vous casserez peut-être le train avant mais vous éviterez ainsi une remise de gaz et un vol au second régime.

- La qualité de votre pilotage – stabilisation des paramètres recommandés pour la finale – est votre meilleure chance d'effectuer un atterrissage sans rebond(s).

- Même sans endommagement apparent, signalez tout rebond qui vous paraîtrait anormal. Voir la bonne réaction du pilote qui a rédigé le REX du mois (CG96W53I9D du 19/05/2019), [lien #16 sur notre site.](#) ●