

# Du décrochage à la vrille

Les accidents en aviation générale peuvent être provoqués par diverses raisons, mais la cause la plus fatale reste le décrochage entraînant une vrille. Elle se produit avec une régularité désolante, et compte presque pour la moitié des accidents mortels aux USA. Une des raisons à cela est que la pratique des vrilles en entraînement contribue à ce taux de mortalité élevée (Note : ce n'est plus vrai aujourd'hui aux USA, où seuls les instructeurs bénéficient d'une séance de vrilles). Lorsqu'on apprend à l'élève le décrochage et sa récupération, on lui explique le besoin apparent d'avoir une assiette particulièrement cabrée. Ces leçons empiriques lui apprennent que l'avion ne décroche que lorsque le nez est largement au-dessus de l'horizon. Ensuite, généralement bien plus tard, on l'informe du fait, et on espère qu'il l'admettra, qu'un avion peut décrocher à n'importe quelle assiette, même avec le nez en dessous de l'horizon. Quelques notions de base d'aérodynamique ainsi qu'une logique convaincante obligeront l'élève à accepter ces notions quelque peu abstraites, mais tout cela ne devient qu'un exercice intellectuel. Les faits sont rangés quelque part dans un coin de sa mémoire, destinés à n'être ressortis que dans le cas d'un examen. La plupart des pilotes admettent que les décrochages peuvent intervenir avec l'avion en assiette à piquer. Leur entraînement pratique renforce l'idée que le décrochage, intentionnel ou accidentel, est une manœuvre où l'avion est cabré. On ne leur donne pas la possibilité de développer une méfiance, basée sur l'expérience, contre les décrochages en position horizontale ou en piqué (Note : le cursus du PPL européen prévoit désormais des décrochages en virage et en descente).

Un des grands défauts des méthodes d'apprentissage actuelles est le contraste important entre des décrochages pratiqués en altitude et ceux pratiqués dans des conditions critiques, proches du sol. Par exemple, au cours d'une leçon sur le décrochage, l'élève se concentre uniquement sur la manœuvre à effectuer. Il est généralement à une altitude tellement élevée qu'il n'a aucune raison de se dépêcher pendant son exercice de récupération. L'attitude du pilote est souvent caractérisée par la nonchalance. D'autre part, il exécute rarement cette manœuvre en ayant une mauvaise conjugaison des commandes ou avec une vitesse décroissant rapidement, ce qui aggraverait un décrochage imprévu.

La FAA a conduit, il y a quelques années, une étude approfondie sur la connaissance du décrochage. Un des buts était de créer des scénarios traitant des principales causes de décrochage. Les résultats sont d'une grande valeur car, s'ils sont utilisés à bon escient par les instructeurs, ils peuvent apprendre aux élèves dans quelles conditions des décrochages risquent de réellement apparaître. Les pilotes développent une connaissance du danger basée sur la pratique, et pas seulement sur la théorie, permettant de réduire considérablement le nombre de vies perdues lors de ces accidents.

**Départ sur l'aile basse.** Le premier scénario de la liste est le croisement des commandes lors du dernier virage, la manœuvre involontaire qui, historiquement, a fait le plus de victimes. Bien que le croisement des commandes en virage se produise généralement lors d'atterrissages d'urgence, suite à une panne moteur, il peut également se produire lors d'approches au moteur. Imaginez un avion légèrement bas sur le plan lors du dernier virage. Le pilote hésite à incliner suffisamment à cause de la faible hauteur, phénomène connu sous le nom de « refus du sol ». A la place, il aligne l'avion en finale en donnant du lacet du côté du virage. Ce lacet exagéré a le double effet d'augmenter l'angle d'inclinaison et de faire piquer l'appareil. En général le pilote, sans même s'en rendre compte parce que son attention est portée vers l'extérieur, donne du

roulis opposé, tout en cabrant. Si la vitesse décroît rapidement et si le dérapage est suffisant, l'avion entre en vrille côté aile intérieure. Etant donnée la faible hauteur, il est généralement impossible de récupérer l'appareil à temps.

C'est un bon exemple de « départ en vrille », cette première phase de l'autorotation qui débute au moment du décrochage et se termine au moment où l'axe de vrille devient pratiquement vertical, la rotation atteignant son taux maximum. Pour la plupart des avions légers, cette stabilisation de la vrille prend environ quatre à six secondes et approximativement deux rotations. Les enquêteurs ont beaucoup de difficultés à établir, et même parfois ils n'y arrivent pas, qu'un accident a pu être causé par un départ en vrille. Car souvent la vrille n'a pas le temps de se développer suffisamment pour permettre, soit à un témoin oculaire d'observer la rotation, soit de pouvoir la déterminer d'après l'étude de l'impact au sol. Même certains, parmi ceux qui survivent à une telle expérience, ne réalisent pas toujours qu'ils ont mis eux-mêmes leur avion en vrille. Une des raisons est que l'appareil n'a pas atteint la position cabrée qu'ils connaissent habituellement lors des décrochages. De plus, le décrochage n'est pas caractérisé par une abattée brutale. A la place, l'avion sera peut-être à assiette horizontale tout en ayant un taux de chute excessif. La séquence des événements peut se dérouler de façon si rapide qu'un pilote a peu de chances de réaliser ce qui lui arrive.

**Départ sur l'aile haute.** Bien que ce scénario traite des virages dérapés en finale, un virage en glissade avec un croisement des commandes peut être plus dangereux et tout aussi mortel. Imaginez donc un pilote en dernier virage. Cette fois-ci, il vire trop large et dépasse l'axe de piste, chose fréquente à de hautes altitudes-densités, là où la vitesse-sol est plus grande que prévue (cf. « Haut, chaud et humide », page 18). Il exécute un virage serré pour se réaligner en finale, mais n'applique pas assez de palonnier. C'est un virage en glissade. L'angle d'inclinaison important fait piquer l'appareil, augmentant ainsi le taux de chute. Ceci est contré par l'application de la profondeur à cabrer. Si la manœuvre est suffisamment marquée, l'avion est entraîné dans un décrochage dynamique. Et puisque l'appareil est également en glissade, il partira en vrille du côté opposé au virage. C'est donc un décrochage sur « l'aile haute », qui débute par le basculement complet de l'avion sur son axe longitudinal avant d'engager une vrille classique.

Tout cela implique-t-il que les pilotes aient besoin d'un apprentissage de la vrille ? Non, pas du tout. La connaissance de la technique de récupération d'une vrille, à basse hauteur et associée à un décrochage accidentel, ne laisse pas assez de temps ni de hauteur pour s'en sortir. Ce que l'on suggère cependant, c'est que les pilotes soient mieux familiarisés avec les conditions qui historiquement ont produit le plus d'accidents suite à des décrochages, et qu'ils développent les connaissances et les techniques pour les éviter.

Une des manières d'accomplir cette tâche est d'utiliser les services d'un instructeur compétent et de répéter en altitude les types de décrochage généralement associés aux accidents entraînant des vrilles. Deux d'entre eux, les derniers virages dérapés et glissés, ont déjà été évoqués. D'autres vont être décrits plus loin. Une autre manière consiste à admettre que les décrochages accidentels se produisent le plus souvent lorsque le pilote est distrait de son premier rôle : le contrôle de la trajectoire. C'est pour cela que l'entraînement aux décrochages nécessite de l'élève qu'il exécute des tâches secondaires tout en manœuvrant son appareil avec une vitesse minimale de contrôle, par exemple.

**Bille et dissymétrie.** Les effets de croisement des commandes en virage doivent être approfondis également. Tous les pilotes admettent qu'un décrochage doit précéder une vrille, beaucoup ne réalisent pas qu'une vrille n'apparaît habituellement que lorsque l'avion est en glissade

ou en dérapage lors du décrochage (Note : on parle aujourd'hui de dérapage intérieur pour la « glissade » et de dérapage extérieur pour le « dérapage », donc en écoulement dissymétrique). Autrement dit, une vrille peut généralement être évitée en coordonnant l'action du palonnier et des ailerons pour garder la bille bien centrée entre les deux traits. Si une force « pro-vrille » est présente, la bille sera en dehors de sa « cage », et l'avion tendra à partir en autorotation du côté opposé à la bille. Dans le cas d'un virage dérapé vers la gauche, par exemple, la bille est à droite et la vrille part à gauche. Au cours d'un virage en glissade vers la gauche, la bille est à gauche et la vrille part à droite.

Lorsqu'une force « pro-vrille » est en jeu, due à un croisement des commandes lors d'un virage ou due à l'effet du couple vers la gauche (moteurs américains) sur monomoteur par exemple, l'éventualité d'une vrille peut être réduite tout simplement en « mettant du pied du côté de la bille ». Autrement dit, si la bille est à gauche, appuyez sur le palonnier gauche (ou mettez de l'aileron à droite) et vice versa. Un retour à des conditions de commandes bien conjuguées neutralise généralement les forces « pro-vrille » nécessaires à la vrille.

Une des méthodes pour arrêter rapidement le développement d'une vrille est de s'entraîner à une série de décrochages en « oscillations », avec un instructeur qualifié bien sûr. Cela consiste à entreprendre un décrochage classique, moteur réduit avec les ailes bien horizontales. Cependant, au lieu de récupérer le décrochage, maintenez la profondeur bien en arrière et les ailerons au neutre. L'avion va osciller sur les trois axes et aura peut-être tendance à partir en vrille d'un côté ou de l'autre. Mais en agissant énergiquement sur les palonniers pour contrer le lacet apparent, on pourra garder l'avion relativement d'aplomb. Il sera plus facile d'accomplir cet exercice en utilisant un repère sur la ligne d'horizon.

Ne tentez pas de décrocher ainsi avec du moteur, car beaucoup d'avions n'ont pas une gouverne de direction assez puissante pour contrer les évolutions sauvages qui pourraient apparaître durant une telle manœuvre. C'est la raison pour laquelle un décrochage en montée initiale à faible hauteur est presque toujours fatal, surtout si l'on n'applique pas assez de gouverne à droite, pour compenser le couple-moteur au moment du décrochage. Le couple, déviant l'avion vers la gauche, le fait dérapier dans une vrille à gauche, lorsque le régime-moteur est important.

**Des avions adaptés.** Avant 1949 aux USA, on exigeait d'un élève qu'il sache faire une vrille en avion pour obtenir son brevet. A cette époque, les avions allaient de pair avec la tâche. Pour être certifiés, ils devaient être capables de sortir de vrille après six tours, sans que le pilote d'essais ne fasse autre chose que de lâcher les commandes. Mais les exigences ont changé au cours des années. Les monomoteurs récents de catégorie N n'ont besoin que d'être capables de sortir d'un tour de vrille, ou de trois secondes de rotation (le plus long des deux), en moins d'un tour de vrille après application des manœuvres anti-vrille. Une telle spécificité est considérée comme une étude du domaine de maniabilité au cours d'une récupération tardive d'un décrochage, et non comme un essai en vol des caractéristiques de vrille. Cela explique pourquoi un tel appareil ne doit pas être mis en autorotation intentionnellement. Le pilote d'essais du constructeur ne pourrait même pas prévoir ce qu'il se passerait si la tentative de récupération débutait après le premier tour de vrille. Pour parler plus franchement, le pilote doit admettre que si, dans l'avion, un panneau spécifie que « les vrilles sont interdites », alors il sera peut-être incontrôlable le cas échéant. Les ingénieurs et pilotes d'essais semblent être d'accord sur le fait que la tendance à l'amélioration des performances des avions récents a engendré des caractéristiques de vrille beaucoup moins favorables que pour les appareils plus anciens et plus lents. Et paradoxalement, les machines modernes, qui sont plus difficiles à faire partir en autorotation intentionnellement, semblent plus exposées aux vrilles accidentelles dues aux erreurs de pilotage. Et puisque la

plupart des avions modernes, en catégorie N, sont dangereux en vrille, il y a peu de chance de voir réapparaître l'étude de la vrille au programme du brevet de pilote... Au contraire, l'accent sera mis là où il devrait être, c'est-à-dire sur les mises en garde, la détection et la prévention des décrochages. En plus d'avoir pris conscience et éventuellement de s'entraîner aux virages avec croisement des commandes en vol lent, les pilotes devront également se familiariser avec les situations étudiées plus loin, entraînant également des décrochages suivis de vrilles. Avec un peu d'imagination, les instructeurs peuvent les transformer en exercices pratiques :

- Remise des gaz avec le compensateur au maximum à cabrer. Le pilote établit correctement son avion, bien compensé, en finale avec les volets entièrement sortis et à la bonne vitesse. Si une remise de gaz est effectuée en augmentant rapidement la puissance et en rentrant partiellement les volets, et si la pression à pousser sur la profondeur n'est pas suffisante, il peut s'en suivre une assiette trop cabrée et un décrochage, en particulier si l'avion est centré arrière.

- Remise des gaz avec rentrée des volets prématurée. L'avion descend vers la piste et l'arrondi est effectué à la bonne hauteur. Après que la vitesse ait diminué jusqu'en dessous de la vitesse de décrochage volets rentrés, soit le bas de l'arc vert sur le badin, le pilote estime nécessaire d'effectuer une remise de gaz, mais se trompe dans la procédure en rentrant totalement et prématurément les volets. Cela peut finir par un décrochage à la pleine puissance et un contact brutal avec le sol de l'avion au second régime, complètement cabré.

- L'effet du couple moteur à gauche lors d'une remise de gaz, à la suite d'une tentative d'atterrissage avec un vent de travers de la droite. Lors d'une courte finale avec le bon régime et correctement compensé, le pilote entame une glissade à droite, aile droite baissée et gouverne de direction à gauche, pour compenser le vent traversier à droite. Il décide alors de faire un touché-décollé. Il remet pour cela les gaz et cabre l'appareil pour le mettre en montée. Mais s'il ne neutralise pas rapidement l'effet de la gouverne à gauche, le moment du lacet combiné avec l'effet du couple-moteur va générer une force « pro-vrille » importante vers la gauche. C'est particulièrement dangereux si l'avion est très cabré.

- Annulation d'un fort taux de chute en courte finale. L'appareil est en configuration atterrissage et sa vitesse est supérieure de 10 % à la vitesse de décrochage pleins volets. Le pilote estime nécessaire de remettre les gaz, mais il n'est pas habitué à l'annulation d'un fort taux de chute et à la hauteur nécessaire pour y parvenir. Dans son empressement à vouloir remonter sans perdre d'altitude supplémentaire, il tire sur le manche en cédant à l'impatience avant même de laisser une chance au moteur de réagir. Le résultat sera probablement un décrochage.

Il existe d'autres scénarios d'accidents de décrochage entraînant des vrilles : détournement d'attention en évitant le dépassement d'un avion plus lent dans le circuit de piste, traversée d'un cisaillement de vent, mauvaise appréciation d'un décollage sur terrain court, surtout en haute altitude-densité lorsque l'avion est très chargé et en présence d'obstacles en bout de piste, mais aussi un mauvais contrôle de la vitesse et de l'assiette immédiatement après une panne moteur au décollage, une tentative de retour vers la piste à trop basse hauteur, après arrêt du moteur au décollage.

Il existe essentiellement trois manières d'éviter ce genre d'accidents. La première est de concevoir des avions anti-vrille, mais ce concept ne semble pas se combiner avec les exigences des appareils à hautes performances. La seconde consiste à donner au pilote un moyen assez sûr pour le prévenir d'un décrochage imminent. De tous les systèmes existants, l'avertisseur de décrochage lumineux est le moins efficace, car la majorité des décrochages entraînant la mise en vrille se produisent de jour en conditions VFR, lorsqu'une petite lumière rouge ne capte pas énormément l'attention. Les systèmes sonores sont meilleurs, mais ils perdent de leur efficacité lorsque le pilote est préoccupé par une forte charge de travail. Un certain nombre de

pilotes ayant survécu à ce type d'accidents prétendent n'avoir jamais entendu l'avertisseur de décrochage.

Selon des études faites en simulateur, la solution plus efficace reste le vibreur de manche (stick-shaker). Il a été efficace dans 99 % des cas, à comparer aux 84 % d'efficacité du signal sonore intermittent et aux 64 % du signal sonore continu. Les vibreurs de manche sont cependant très onéreux et ne sont pas disponibles sur les avions légers. En définitive, la meilleure protection contre les décrochages entraînant des vrilles semble être la prévention et une sensibilisation à ce phénomène, buts que tout pilote doit constamment aspirer à atteindre.