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

Sécurité

L'enfoncement à basse hauteur

Mieux vaut prévenir... que guérir

Nous avons tous ressenti l'impression désagréable et imprévue de l'avion qui s'enfonce. De multiples raisons peuvent en être à l'origine. Certaines sont bénignes et le retour à un contrôle normal de la trajectoire sera rapide. D'autres au contraire, compte tenu essentiellement de la hauteur, sont beaucoup plus graves et la collision avec le sol est parfois inévitable.

Il est essentiel de comprendre, d'abord comment ne pas se mettre dans une situation irréversible, ensuite, s'il est encore temps, quelles sont les actions à mener dès que l'on sent l'avion s'enfoncer. Cette sensation précédant quelques situations dangereuses en est parfois le premier signe perçu par le pilote. Elle mérite qu'on en analyse les facettes les plus courantes.

A- On perçoit une impression d'enfoncement : le poids apparent devient brutalement supérieur à la portance

On ressent un conflit entre la sensation de trajectoire et la trajectoire idéale, celle qu'on imagine ou telle qu'on l'a préparée. Par exemple, en finale, tous les paramètres de contrôle immédiatement accessibles sont dans le vert : la vitesse, l'assiette, la position du manche, les efforts aux commandes… et pourtant on a la sensation que l'avion échappe au pilote et s'enfonce (facteur de charge plus petit que 1). Sensation confirmée par la vue latérale des repères proches. Autre exemple, après le décollage, alors qu'on pense avoir négocié correctement la rotation, une sensation de difficulté à s'élever (facteur de charge voisin de 1) suit un bref tronçon de trajectoire ascendante. Enfin, lors d'une ressource, dans la partie descendante d'une boucle par exemple (facteur de charge largement supérieur à 1), on ressent que la trajectoire tarde à devenir horizontale alors que le nez de l'appareil se relève comme on l'attend.

Bien que dans ces trois cas de figures le facteur de charge ait été différent (respectivement n<1, n=1, n>1), on a perçu avec pertinence que la trajectoire était plus basse qu'il ne fallait et notre attention a été attirée, bien avant la confirmation instrumentale, par une sorte d'incapacité à contrôler l'avion. Et ce indépendamment de notre nombre d'heures de vol. Un débutant avec quelques heures de vol, voire un passager sans expérience, aura aussi la sensation d'enfoncement même s'ils l'analysent autrement qu'un pilote expérimenté.

1er cas : la sensation d'enfoncement en finale

Le pilote est partagé entre l'idée de réagir immédiatement par une action à cabrer ou, au contraire, à ne pas réagir car la lecture instantanée des paramètres (essentiellement vitesse et assiette) lui indique plutôt que tout va bien. Malheureusement, l'enfoncement qu'il vient de percevoir est bien réel. Il peut avoir des origines diverses qui nécessitent un traitement différent. Parmi les plus courantes :

• **Une échappée (diminution) de vitesse (« badin régressif** ») qui n'est pas encore indiquée par l'anémomètre.** Certains instruments ont une réponse paresseuse, volontairement filtrée par le constructeur, et une ou deux secondes peuvent s'écouler avant qu'ils n'accusent une régression brutale de vitesse. Dans ce cas, la valeur instantanée de la vitesse indiquée est supérieure à la vitesse réelle. La conséquence aérodynamique d'un « badin régressif » est une diminution progressive de la portance à incidence constante. D'où la sensation d'enfoncement qui est la traduction pour le pilote d'une diminution du facteur de charge. En trajectoire stabilisée, il vaut 1 ; au cours de l'enfoncement le pilote détecte aisément une diminution vers 0,95 si elle dure une ou deux secondes.

Les raisons de cette décroissance de vitesse (échappée de vitesse) peuvent être multiples :

- Surveillance insuffisante de l'anémomètre.
- Surveillance insuffisante de l'assiette.
- Puissance continue affichée

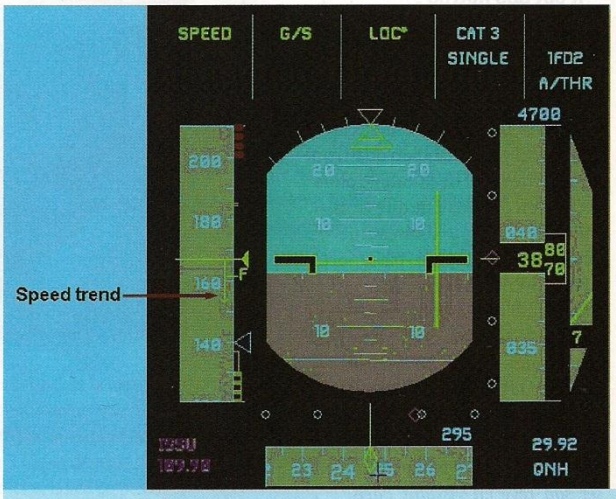


FIGURE 1 : A gauche, en gris, bandeau de vitesse du PFD d'un avion de ligne
La petite flèche jaune dirigée vers le bas « speed trend » (tendance de la vitesse) indique ici que la vitesse est en train de diminuer. Elle est actuellement de 167 kt mais si la décélération est maintenue, en clair si le pilote ne réagit pas, dans dix secondes, elle vaudra 153 kt. Ce dispositif est quasi indispensable pour le pilotage des gros avions à cause de leur inertie. Sur nos petits avions, c'est la consultation fréquente de l'anémomètre qui indique au pilote si l'avion n'est pas, par exemple, en train de décélérer dangereusement. Entre deux consultations, le pilote se fait une idée de la tendance. Tout comme la valeur instantanée de la vitesse, **sa tendance est une information aussi importante** pour éviter l'enfoncement dû à une vitesse trop faible. *(Doc. BEA)*

**** Badin régressif sur les gros avions**
C'est la raison pour laquelle, sur les gros avions, on associe à l'anémomètre le « speed trend » (fig.1). Pour les matheux, il indique la dérivée de la vitesse par rapport au temps. Pour les physiciens, il indique si la vitesse est en train de diminuer ou de croître. En général il affiche de combien varierait la vitesse dans les dix secondes qui suivent et une flèche pointe la valeur qui serait atteinte à l'instant t+10s.

insuffisante.

- Compensateur de profondeur mal réglé.

- Agitations de l'atmosphère (turbulence, rafales horizontales, cisaillement de vent…).

La parade consiste à retrouver une portance égale (ou même supérieure) au poids de l'avion par tous les moyens possibles et surtout par le plus efficace. Sans négliger les autres… Le temps presse car l'avion est près du sol. Le plus rapide consiste à agir directement par une action à cabrer qui va augmenter l'incidence de l'aile en quelques fractions de secondes et provoquer une augmentation de portance destinée à stopper l'enfoncement. D'où l'intérêt d'avoir une marge de vitesse (correspondant à une marge d'incidence par rapport à l'incidence de décrochage) suffisante. Rien n'empêche de rajouter de la puissance dont l'effet sur la trajectoire et la vitesse bien que plus tardif va dans le sens recherché.

Dans l'urgence, l'échappée de vitesse qui a provoqué l'enfoncement doit impérativement être corrigée par une variation d'incidence qui va aggraver la diminution de vitesse… La situation peut ainsi se compliquer très vite.

• **Le passage dans une zone d'air descendante (rabattant), sans variation de vitesse.** Il s'agit souvent d'une conjugaison du relief et de l'agitation atmosphérique. Les aérodromes à aérologie particulière sont bien connus et vous avez tout intérêt à savoir si tel ou tel terrain présente des difficultés en approche pour telle ou telle piste. Et pas seulement dans les zones de relief. Parfois un simple rideau d'arbres en plaine peut provoquer, tant à l'atterrissage qu'au décollage, des mouvements de l'air qui perturbent les petits avions et parfois les gros. Le traitement est essentiellement préventif puisque votre salut dépend de la majoration de vitesse par rapport à VS (d'où la justification de VS + la vitesse des rafales).

• **Plus grave enfin, vous approchez de VS et de l'incidence de décrochage.** Si vous identifiez ce cas

EXTRAITS DES RAPPORTS DU BEA

CAS n°1

Evénement : perte de contrôle en dernier virage.

Cause probable : erreur de lecture de l'anémomètre.

Conséquences et dommages : aéronef légèrement endommagé.

Aéronef : avion Cessna F 172 H.

Personnes à bord : pilote.

Conditions météorologiques : vent 190°/06 kt, visibilité 4 km, SCT à 5 000 pieds.

Circonstances : alors que l'avion est en dernier virage, l'aile gauche de l'avion s'enfonce et l'appareil prend une forte assiette à piquer. Le pilote remet de la puissance. L'avion reprend de la hauteur mais accroche des cimes d'arbres. Le pilote parvient à atterrir sans autre problème.

L'anémomètre de l'avion est gradué en kt sur la couronne intérieure et en mph sur l'extérieure. Le pilote a indiqué qu'il était habitué, sur d'autres avions, à des anémomètres gradués en km/h sur la couronne extérieure et qu'il a été victime d'une confusion à l'origine de la perte de contrôle de l'appareil.

CAS n°2

Evénement : perte de contrôle lors de la remise de gaz, collision avec la surface de l'eau.

Causes identifiées :

- décision tardive d'interrompre l'atterrissage.
- préparation du vol insuffisante.

Conséquences et dommages : aéronef détruit.

Aéronef : avion Piper PA-32-300 « Saratoga ».

Lieu : AD Saint-Barthélemy (971), piste 10 revêtue 650 m x 15 m, LDA : 650 m, pente descendante de 2 %.

Personnes à bord : pilote + 5.

Titres et expérience : pilote, 48 ans, PPL de 1985, CPL de 1994, IR/ME de 2002, 4 460 heures de vol dont 350 sur type et 36 dans le mois précédent dont 18 sur type.

Conditions météorologiques : vent 050°/12 à 14 kt, CAVOK, température 26 °C, QNH 1017 hPa ; heure de lever du soleil : 6 h 47.

Circonstances : à 5 h 35, le pilote décolle avec cinq passagers de l'aérodrome de Pointe-à-Pitre (971), en régime de vol aux instruments, à destination de l'aérodrome de Saint-Barthélemy. Le pilote explique qu'il annule son plan de vol IFR et poursuit son vol en régime de vol à vue. Il arrive à la verticale de l'aérodrome de Saint-Barthélemy vers 6 h 35 à une altitude de 1 200 pieds. Le service AFIS, assuré à partir de 7 h 00, est fermé. Le pilote effectue une reconnaissance de l'aérodrome et indique ses intentions sur la fréquence d'auto-information. Il rejoint la branche vent arrière main droite pour la piste 10.

L'avion survole le point de report PAIN DE SUCRE à mille pieds. Le pilote configure l'avion pour l'atterrissage (trois crans de volets, soit un braquage à 40°). Lors de l'arrondi, il ressent « un flottement inhabituel » de l'avion et rentre les volets « afin de plaquer l'avion au sol ». Le touché des roues a lieu environ à la moitié de la piste. Le pilote freine puis, estimant que la distance restante de piste est insuffisante pour arrêter l'avion, il décide de remettre les gaz. Il tire sur le manche lorsque l'avion arrive à l'extrémité de la piste. L'avion s'élève, survole la plage à quelques mètres de hauteur, s'enfonce et heurte la surface de l'eau à une vingtaine de mètres du rivage. Les occupants évacuent l'avion et rejoignent la plage. L'examen de l'avion montre que le train était sorti et les volets rentrés lors du contact avec la surface de l'eau.

Le pilote précise qu'il a retenu, pour préparer le vol, une masse forfaitaire de 80 kg pour chacun des passagers. Il a estimé la masse de l'avion au décollage à 1 455 kg. Il a rencontré ses passagers pour la première fois au moment du départ et n'a pas actualisé le devis de masse et de centrage avant le décollage.

En tenant compte des masses réelles des passagers, le devis de masse et de centrage montre que la masse de l'avion était d'environ 1 600 kg au décollage et 1 555 kg à l'atterrissage. La masse maximale de l'avion au décollage et à l'atterrissage est de 1 542 kg. Le centrage de l'avion était vers l'avant, hors des limites prescrites par le constructeur.

Le manuel de vol du F-BOLT indique qu'au niveau de la mer, en conditions atmosphériques standard et lorsque la masse de l'avion est maximale, la distance d'atterrissage est de 366 mètres et la longueur de roulement à l'atterrissage de 246 mètres. Ce calcul est valable pour un atterrissage par vent calme sur une piste revêtue horizontale, lorsque les volets sont braqués sur 40°, la puissance complètement réduite et un freinage maximum.

Le manuel de vol précise en outre que *« le décollage est normalement effectué avec 10° de volets (1er cran), et avec 25° de volets (2e cran) pour les terrains courts »*.

Le pilote ajoute qu'il *« ne se sent pas à l'aise sur cet avion »*. Lorsqu'il a éprouvé des difficultés à l'arrondi, il a d'abord cherché à en comprendre l'origine. Il les a attribuées à des particularités aérodynamiques de l'avion en atmosphère turbulente. Il a ensuite agi dans la confusion. Pendant la remise de gaz, il a omis de configurer l'avion pour décoller et n'a pas observé les indications de l'anémomètre.

Au début de l'approche finale, le pilote ne pouvait pas voir les marques du seuil de piste, masquées par le col de la Tourmente. Il a choisi un point d'aboutissement au-delà du seuil de piste et a adopté une vitesse en finale supérieure à celle recommandée afin de tenir compte de turbulences au passage du col. Après le survol du col, il a modifié insuffisamment la pente d'approche pour aboutir au seuil de piste et il a conservé sa vitesse.

Les consignes particulières de la carte d'approche et d'atterrissage à vue de l'aérodrome de Saint-Barthélémy indiquent que la présence du relief et de turbulences rendent l'approche en piste 10 délicate.

Le point de report « PAIN DE SUCRE » doit être survolé à 1 500 pieds. En approchant plus bas le pilote subit les effets de turbulences plus importantes et aperçoit tardivement le seuil de piste.

Le pilote est autorisé à utiliser l'aérodrome de Saint-Barthélemy depuis 1996. Il a atterri huit fois sur cet aérodrome. Son autorisation, prorogée en décembre 2004, était valide le jour de l'accident. Il précise qu'il n'avait pas atterri à Saint-Barthélémy depuis plusieurs mois et qu'il avait oublié des particularités de l'approche sur cet aérodrome. Lors de la préparation du vol, il a omis de réactualiser ses connaissances.

CAS n°3

Evénement : perte de contrôle lors d'une manœuvre acrobatique à faible hauteur,

LE REX DU MOIS

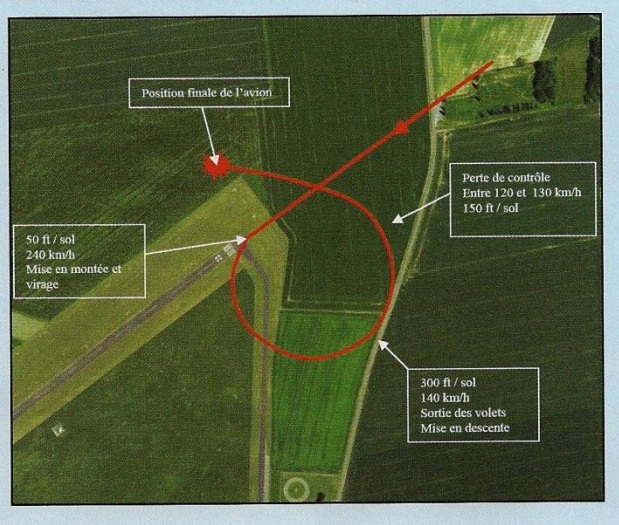
Evénement survenu en août 2012 avec un Cessna 150

• Circonstances :
Décollage sur piste en dur (TODA de 890 m, altitude 550 ft) un peu en dessous de la charge max autorisée. Après essais sans problème (étais-je bien en deçà des - 150 tr/mn tolérés par magnéto sur le C150 ?) au point d'arrêt, le décollage a été laborieux, ainsi que la montée. La puissance maximale s'est avérée bien en dessous de la puissance nominale... Je me suis aperçu plus tard que la clé magnéto n'avait été remise que sur la position « 1 » au lieu de « Both ».

• Commentaires de l'auteur du REX :
C'est une faute d'inattention peut-être causée par la chaleur excessive régnant ce jour-là ?
D'autre part, la poursuite du décollage s'est faite (je ne suis pas sûr d'avoir complètement réalisé qu'il manquait de la puissance à ce moment-là) avec en tête les essais positifs au point d'arrêt.
Moralité : redoublement d'attention par temps chaud et surveillance de la puissance au décollage même si les essais sont positifs au point d'arrêt.

Si, vous aussi, vous avez vécu un vol délicat, partagez votre expérience dans le REX, sur le site de la FFA (www.ff-aero.fr). Vous pouvez aussi consulter les fiches REX déjà déposées.

collision avec le sol, en baptême de l'air.
Aéronef : avion Mudry Cap 10B.
Conséquences et dommages : avion fortement endommagé.
Circonstances : le pilote, accompagné d'un passager, décolle vers 12 h 15 de l'aérodrome de Nangis pour un vol de baptême de l'air payant.
Au retour du vol, il se présente en finale piste 23 revêtue et exécute une manœuvre de « peel-off ». Il réalise une approche rapide en lisse à environ 240 km/h. A une hauteur de 50 ft il débute un virage serré par la gauche en montée, moteur réduit, afin de diminuer la vitesse pour pouvoir sortir les volets. Après un demi-tour, à une hauteur d'environ 300 ft, la vitesse atteinte est d'environ 140 km/h et le pilote sort les volets (la V_{FE} du Cap 10 B est de 160 km/h) en position atterrissage. Il poursuit alors le virage en descente à environ 130 km/h pour s'aligner sur l'axe de piste. A environ 150 ft, le pilote indique que sans ressentir de phénomène annonciateur de décrochage, l'avion s'enfonce soudainement. Il revient immédiatement à une inclinaison nulle, remet les gaz et pousse le manche en avant. L'avion entre en collision avec le sol avec une légère inclinaison à droite. Le pilote et son passager, indemnes, évacuent l'avion.
Le pilote précise que l'axe de voltige étant occupé, il avait décidé d'effectuer un vol local en patrouille avec un autre Cap 10 du club qui effectuait également un baptême de l'air payant. Lors du briefing, il avait été décidé d'effectuer cette manœuvre de « peel-off » au retour du vol.
Le pilote, âgé de 61 ans, est titulaire d'une licence de pilote privé délivrée en 1995 et d'une qualification d'instructeur délivrée en 2006. Il totalisait environ 2 600 heures de vol dont 1 100 heures sur type.
Lors de l'événement, la masse et le centrage de l'avion étaient dans les limites définies par le constructeur. Le pilote n'a pas rapporté de problème technique sur l'avion.
Le pilote estime qu'au moment de son approche à Nangis, le vent était travers gauche de 30° (vent du 200°) pour environ 15 kt.
La manœuvre du « peel-off » consiste à survoler le seuil de piste à très faible hauteur, grande vitesse, et effectuer un virage en montant très cabré et à fort taux de virage, vers la branche « vent arrière », puis, dès que possible, rejoindre le point d'atterrissage, en descente et en virage constant, jusqu'à l'arrondi. Le pilote ajoute qu'une composante de vent de travers du côté de la manœuvre est néfaste car la branche descendante, la plus critique, s'effectue alors avec du vent arrière.
La voltige « académique » est composée de figures codifiées répertoriées dans un document de la fédération aéronautique internationale (FAI). Une manœuvre non répertoriée dans ce catalogue, telle que le peel-off, est considérée comme de l'acrobatie.
L'arrêté du 10 février 1958 portant réglementation de la voltige aérienne pour les aéronefs civils définit quant à lui la voltige aérienne comme *« tout vol au cours duquel un aéronef effectue intentionnellement des manœuvres comportant un changement brusque d'assiette, une position inhabituelle ou une variation inhabituelle de la vitesse, généralement associées à des variations importantes de niveau. »*



Le pilote explique qu'il a l'habitude d'effectuer cette manœuvre que lui a enseignée un membre du club ayant une grande expérience aéronautique professionnelle. Il ajoute qu'un certain nombre d'instructeurs et quelques membres non instructeurs pratiquent régulièrement cette figure au sein du club mais que celle-ci est interdite pour les autres membres. Il indique que lui-même l'effectue couramment en clôture d'un vol de baptême.
Conclusion : l'accident est dû à la décision du pilote d'effectuer une manœuvre acrobatique ne permettant pas d'assurer la sécurité en cas de perte de contrôle.
Ont contribué à l'accident :
- la banalisation d'une telle manœuvre par sa pratique régulière d'un certain nombre de membres du club ;
- la prise en compte inadéquate du vent lors de l'exécution de la manœuvre.
Pour rappel, la pratique d'une activité de voltige n'est autorisée que dans des volumes définis et répertoriés qui assurent notamment une hauteur minimale par rapport au sol.
L'article D.510-7 du code de l'aviation civile autorise des pilotes privés au sein d'un aéroclub à effectuer des vols locaux (vol sans escale, point de départ et d'arrivée identique, moins de 30 minutes entre décollage et atterrissage, à moins de 40 km du point de départ) à titre onéreux moyennant, entre autres, certaines conditions d'expérience récente et totale (le pilote respectait ces conditions imposées par l'article D.510-7).
Dans le cadre de cette autorisation, les vols ne peuvent comporter ni manœuvre de voltige, ni vol en patrouille.
Un vol payant comportant des manœuvres de voltige ou du vol en patrouille ne peut donc être effectué que par un pilote professionnel.

(bien aidé en général par l'avertisseur de décrochage) qui correspond à une situation d'extrême urgence, vous devez immédiatement appliquer les actions salutaires (puissance, poussée, contrôle des assiettes longitudinale et latérale, contrôle du lacet) telles qu'on vous les a enseignées afin de ne pas décrocher davantage et aussi de partir en vrille. La proximité du sol augmente la tendance à tirer sur le manche bien plus qu'on ne l'aurait fait à 2000 pieds et risque de précipiter le décrochage, symétrique ou non. L'approche involontaire de VS peut être due à une inattention ou aussi à une erreur de lecture de l'anémomètre (confondre mph, kt et km/h, *exemple BEA n°1*). L'arrondi trop haut est un cas particulier. Il est un des dangers de l'atterrissage de nuit.

2e cas : la sensation d'enfoncement après le décollage ou une remise de gaz

On peut faire les mêmes remarques que pour la sensation d'enfoncement en finale et réagir en conséquence :
- **Echappée de vitesse ?**
- **Passage dans une zone d'air descendant ?**
- **Approche de VS ?**

La parade sera un peu différente dans la mesure où l'on est sans doute proche de la puissance maxi et en principe au voisinage de VX (vitesse qui assure la pente de montée la plus forte) ou VY (vitesse qui assure le meilleur taux de montée). Selon le type de montée choisi (à VX ou à VY), si l'on ressent un enfoncement, on tentera de revenir à la bonne vitesse (action curative). Si le moteur fonctionne normalement, la sensation va cesser et le vario va reprendre une valeur ras-

surante. En atmosphère agitée, on prévoira ce type de sensation désagréable et on renoncera à tout décollage pour lequel la dégradation des performances en montée due à l'aérologie pourrait provoquer des taux de montée trop faibles, voire temporairement négatifs (action préventive).

Si l'on ressent quelques difficultés à monter et que, malgré une tenue correcte des paramètres, les épisodes d'enfoncement se font plus fréquents que d'habitude, on vérifiera la configuration de l'appareil (volets pour la montée, train rentré, réchauffage carburateur repoussé, plein riche, plein petit pas, position du trim), surtout après une remise de gaz. Souvent le pilotage brouillon d'un avion mal configuré, mal compensé, entraîne des montées en escalier avec des sensations d'enfoncement *(voir exemple BEA n°2)*.

3e cas : l'enfoncement en évolution, sous facteur de charge pendant une ressource près du sol

La situation est grave mais pas toujours désespérée. Bien entendu la meilleure parade est préventive. Tous les pilotes de voltige vous expliqueront comment ils gardent une marge d'évolution par rapport à leur manœuvre (le plancher du box en voltige de compétition). Les repères de hauteur sont parfaitement définis et les professionnels grignotent rarement les marges de sécurité. L'exemple BEA n° 3 montre comment une figure partiellement improvisée et mal calibrée a conduit un Cap 10 à toucher le sol après que la trajectoire optimiste envisagée par le pilote n'a pu être suivie. En effet, l'avion, probablement décroché, s'enfonçait irrémédiablement.

La « figure qui ne passe pas » est malheureusement un grand classique des démonstrations (fig. 2) La prévention consiste à prévoir des marges compatibles avec l'appareil, avec son niveau de pilotage et à se fixer des planchers avant le début de toute figure, notamment à la fin d'un enchaînement. Mais si on se trouve embarqué dans une telle galère, il y a tout intérêt à savoir comment optimiser la trajectoire. En effet, en tirant trop (trop de facteur de charge), on risque le décrochage ; en ne tirant pas assez, on n'infléchit pas suffisamment la trajectoire. Moteur plein gaz ou moteur réduit ? Là encore pas de règle générale, tout dépendant de l'appareil et de sa vitesse au moment où le pilote soupçonne une difficulté ou ressent l'enfoncement. On peut toujours donner les conseils généraux suivants :

• **Au-dessous de VA, vitesse de manœuvre :** rechercher l'incidence maximale, à la limite du décrochage.

• **Au-dessus de VA :** ne pas dépasser le facteur de charge limite (sinon risque de rupture de l'appareil).

Mais qu'en est-t-il en vol lorsque l'on est confronté au problème ? Nul doute que le pilote qui connaît bien son appareil pourra mieux calibrer une ressource à la limite du décrochage qu'un pilote peu entraîné.

B- Recommandations générales :

• Soignez votre tenue de paramètres (vitesse, assiette, cap).

• Au voisinage du sol, finale ou décollage, efforcez-vous d'avoir un pilotage propre. Vous détecterez mieux tout enfoncement anormal. Une trajectoire bien stabilisée est la meilleure garantie pour percevoir un éventuel enfoncement. Une arrivée acrobatique permet difficilement de procéder à des corrections.

• Compensez parfaitement votre profondeur (en finale et en montée) ce qui supprime déjà une cause d'échappée de vitesse. Manche libre ou manche bloqué, l'appareil se maintiendra à une vitesse et la retrouvera naturellement. Ce qui ne vous empêche pas d'anticiper avec une légère correction. Entraînez-vous par temps calme et progressivement en air plus agité

• En atmosphère très agitée (turbulence, rabattants) apprenez à distinguer un enfoncement passager sans danger et un début de perte de contrôle. Jeunes pilotes, profitez de l'expérience de votre instructeur pour perfectionner votre tenue machine en atmosphère de plus en plus turbulente.

• Imaginez la stratégie (vitesse, action au manche, facteur de charge) que vous appliqueriez pour retrouver une trajectoire de sécurité en cas d'enfoncement accidentel à la suite d'une fausse manœuvre. Démontrez-la en vol à une hauteur de sécurité.

• En évolution acrobatique, seulement si vous êtes qualifié. Pensez en terme de « plancher de figure ». Donnez-vous des marges de hauteur et réglez parfaitement votre altimètre. QFE de préférence, ça n'est pas le moment de faire du calcul mental ! Ressentir son appareil afin d'optimiser la ressource est un savoir-faire qui s'acquiert avec l'expérience de voltigeur. Si vous ne l'avez pas, évitez toute évolution serrée près du sol. Si vous l'avez, respectez les hauteurs minima.

• Attention aux appareils centrés « trop avant ». Vous pouvez manquer d'autorité à la profondeur pour donner à l'aile son incidence de coefficient de portance maximum (*exemple BEA n° 2*)

• Les atterrissages de nuit peuvent conduire à effectuer l'arrondi trop haut. On sent l'avion s'enfoncer. Il est alors utile de connaître la procédure la mieux adaptée à l'avion pour atténuer l'effet de l'enfoncement (dosage des gaz, position du manche, tendance à embarquer ou non…) ●

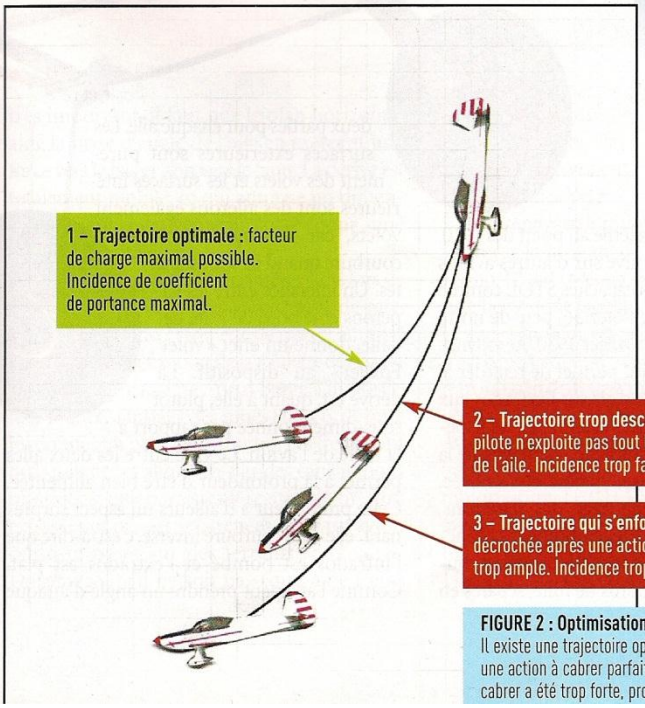


FIGURE 2 : Optimisation de la hauteur perdue en ressource
Il existe une trajectoire optimale, celle qui fait perdre le moins de hauteur. Elle nécessite une bonne connaissance de l'appareil et une action à cabrer parfaitement dosée. Toute autre action définit une trajectoire plus basse. L'aile décrochée, parce que l'action à cabrer a été trop forte, produit une trajectoire qui n'en finit pas de s'enfoncer si l'action à cabrer est maintenue.