

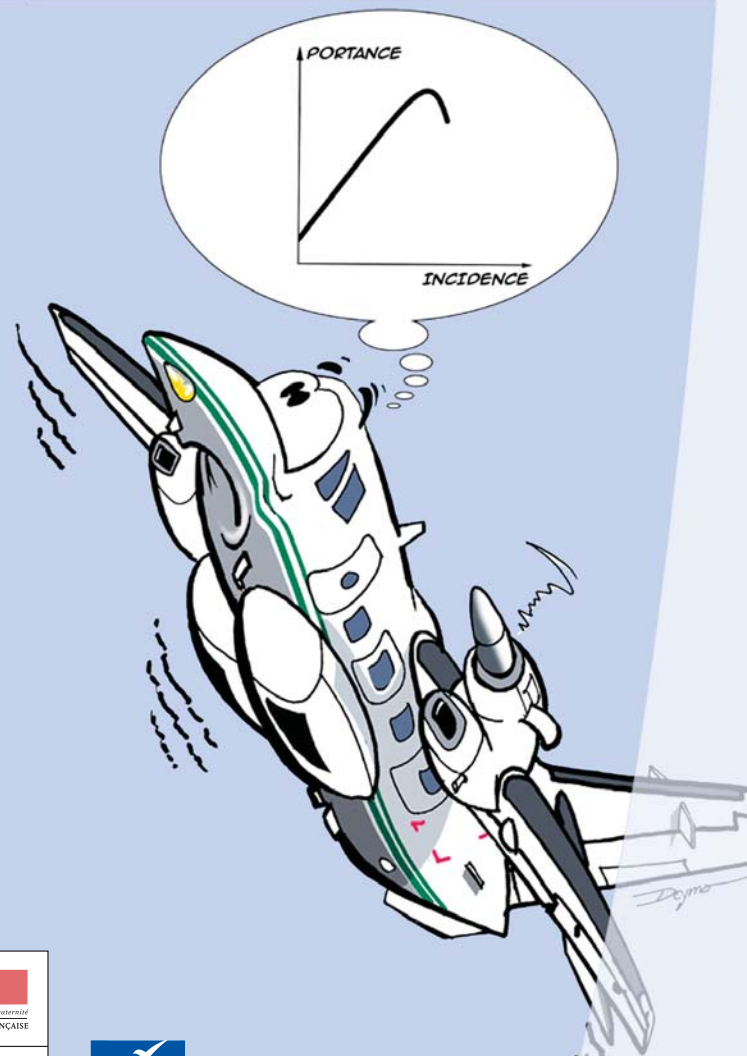
DÈS L'APPARITION DES SYMPTÔMES,
IL CONVIENT DE POUSSER
SUR LE MANCHE AFIN
DE RÉDUIRE L'INCIDENCE.

Direction générale de l'Aviation civile
Direction de la sécurité de l'Aviation civile
50, rue Henry Farman
75720 Paris cedex 15
téléphone : 01 58 09 43 21



Directeur de la publication Florence Rousse / Editions Communication et Relations publiques DSAC / conception et réalisation SG-DSI / bureau web création / ©René Deymonaz / reprographie DGAC

“ Le décrochage revenir aux incidences de vol ”



Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie

PROCÉDURE DE SORTIE DU DÉCROCHAGE



À la suite d'accidents ayant mis en évidence les difficultés de certains équipages à faire face aux situations d'approche du décrochage, plusieurs organisations internationales, dont la Federal Aviation Administration des États-Unis (FAA) et les constructeurs, ont conduit une réflexion portant sur une révision de modalités de formation de pilotes dans ce domaine.

Dans le cadre des systèmes de gestion de la sécurité (SGS), la DGAC a souhaité reprendre les conclusions de ces travaux et a organisé le 25 janvier 2012 un forum dont l'objet était la procédure de sortie du décrochage.

Des actions complémentaires à ce forum ont été conduites par un groupe de travail, qui a émis des recommandations portant sur les procédures et le contenu des programmes de formation des pilotes et des instructeurs.

La DGAC met à votre disposition cette plaquette qui résume les recommandations sous la forme :

- d'une procédure générique de récupération du décrochage ;
- d'un rappel théorique destiné à rafraîchir les connaissances de chacun.

Cette procédure est applicable pour la récupération de l'approche du décrochage et la récupération du décrochage. La priorité est la diminution de l'angle d'incidence.

Un autre volet de la recommandation sera adressé à l'ensemble des écoles. Il concerne l'aspect formation à la récupération du décrochage.

Cette procédure de sortie de décrochage est applicable sur tous les types d'avions, sous réserve de conformité avec le manuel de vol. Elle ne s'applique pas pendant la phase d'arrondi lorsqu'il s'agit de «rattraper» un atterrissage.

Procédure de sortie de décrochage :

Dès les premiers signes de décrochage, par exemple avertisseur sonore ou visuel, départ latéral non contrôlé, abattée longitudinale, stick-shaker, stick-pusher, buffeting... :

1 Déconnecter le pilote automatique (si applicable)

Justification :

la déconnexion du pilote automatique permet de reprendre le contrôle manuel de l'avion pour la récupération. Attention à une possible variation d'assiette à la déconnexion.

2 Pousser sur le manche jusqu'à la disparition des symptômes

Justification :

la priorité est de réduire l'incidence.

2^{BIS} Si nécessaire : trim à piquer

Justification :

dans le cas où l'autorité de la profondeur est insuffisante, il peut être nécessaire de dérouler le trim à piquer.

3 Annuler l'inclinaison

Justification :

orientation de la portance dans le plan vertical pour faciliter la récupération.

4 Ajuster la puissance comme nécessaire

Justification :

le décrochage peut avoir lieu à n'importe quelle puissance entre ralenti et puissance maximale. Pendant la récupération, le plus souvent, la puissance maximale n'est pas nécessaire. En conséquence, la puissance doit être ajustée en fonction des circonstances. Assurer au mieux la symétrie du vol.

5 Rentrer les aérofreins (si applicable)

Justification :

amélioration de la portance et de la marge vis-à-vis du décrochage.

6 Revenir sur une trajectoire adaptée

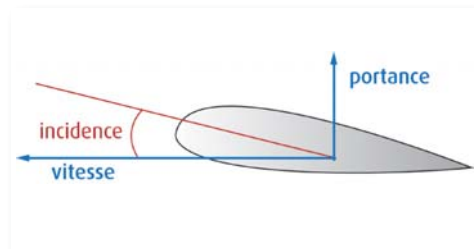
Justification :

appliquer une action souple, pour éviter un décrochage secondaire, et revenir sur une trajectoire adaptée. La priorité ne doit pas être la perte minimale d'altitude.

DÉFINITIONS

Incidence : l'incidence est l'angle entre le profil de l'aile et le vecteur vitesse.

Portance : La portance est la composante de la force aérodynamique s'exerçant sur l'aile ou sur l'avion, perpendiculaire à la vitesse.



LE DÉCROCHAGE D'UNE AILE

Considérons une aile ayant le même profil sur toute sa longueur, plaçons la dans une soufflerie où la vitesse est constante et regardons la force de portance qu'elle peut développer.

Point 1 : l'incidence est faible et la portance également.

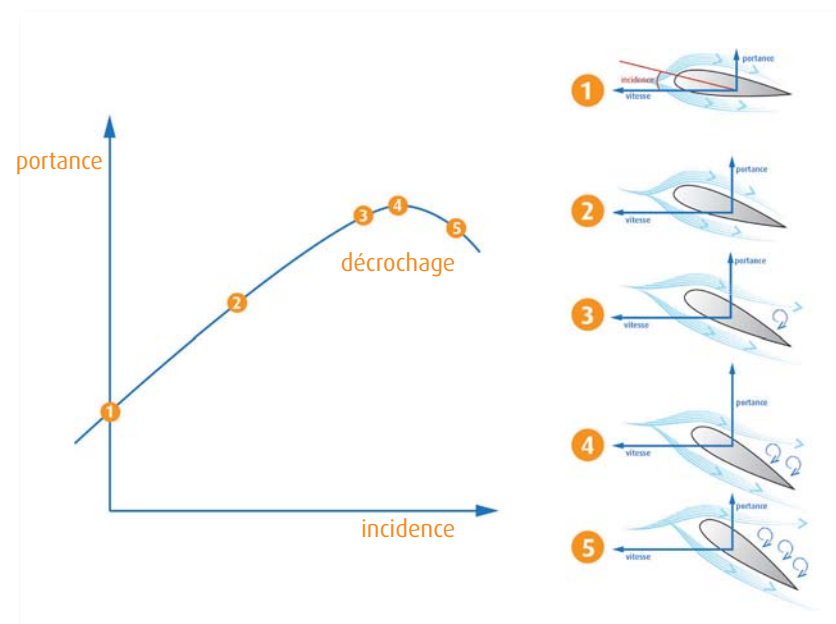
Point 2 : l'incidence est plus élevée, ainsi que la portance.

Point 3 : les filets d'air commencent à se décoller sur l'extrados, et la portance n'augmente plus de manière régulière avec l'incidence.

Point 4 : la portance maximale est atteinte.

Point 5 : l'écoulement est presque complètement décollé.

Par définition, le décrochage correspond au point 4 où la portance est maximale.



Les incidences ont volontairement été exagérées

LE DÉCROCHAGE D'UN AVION

Sur un avion, le phénomène du décrochage est plus complexe car l'aile n'a pas un profil constant sur toute l'envergure, avec quelquefois des différences de construction mineures entre l'aile droite et la gauche. De plus, dans le cas des avions à hélice(s), le souffle crée une dissymétrie sensible sur la voilure. Pour toutes ces raisons, il peut arriver qu'une aile décroche légèrement avant l'autre lorsqu'on augmente l'incidence, d'où un mouvement qui peut être franc en roulis et en lacet.

L'équilibre en tangage de l'avion est maintenu jusqu'au décrochage en ajustant la portance sur l'empennage grâce au braquage de la profondeur. Au moment où la portance chute sur l'aile, cet équilibre est rompu et l'appareil va basculer légèrement vers l'avant. C'est l'abattée, plus ou moins sensible selon les avions. Certains d'entre eux arrivent d'ailleurs, dans certains cas, à maintenir un quasi équilibre en raison d'une chute modérée de la portance au décrochage.

Toutes les parties de l'aile ne décrochent pas ensemble. D'une manière générale, les avions sont conçus de telle sorte que le décrochage se produise d'abord à l'emplanture de l'aile de façon à minimiser le départ en roulis et faciliter le contrôle latéral. Cependant, le comportement peut être modifié par les conditions de vol, et tout particulièrement sur les avions rapides par l'effet du Mach. Ainsi, cela peut provoquer des effets longitudinaux à piquer ou à cabrer selon les cas. Par exemple, sur une aile en flèche, si les extrémités d'ailes décrochent avant les emplantures, on observe un mouvement spontané à cabrer (pitch-up).

Sur les jets d'affaire ou de transport, il est fréquent qu'en lisse, le décrochage soit difficile à identifier par le pilote car il est masqué par des vibrations qui s'amplifient avec l'incidence. C'est le buffeting (ou buffet) qui est dû aux tourbillons qui se forment sur l'extrados de l'aile. Ceci doit être considéré comme l'approche du décrochage. Ce buffeting peut devenir très fort si le pilote continue à augmenter l'incidence.

À moins qu'il n'y ait un avertissement naturel évident avant le décrochage (buffeting par exemple), un dispositif avertisseur doit obligatoirement être installé sur l'avion à une incidence légèrement inférieure à celle du décrochage pour prévenir le pilote. Il en existe de différents types : avertisseur sonore, audio, visuel, stick shaker (littéralement « vibreur de manche »)...

Enfin, pour des raisons diverses, certains avions peuvent avoir des caractéristiques dangereuses au décrochage (départ en roulis trop important par exemple). Pour éviter que l'avion n'atteigne ces conditions de vol, un « stick pusher » (littéralement « repousseur de manche ») est installé. Il pousse franchement le manche vers l'avant afin d'éviter d'atteindre une incidence critique liée au décrochage.

LES PARAMÈTRES INFLUENTS

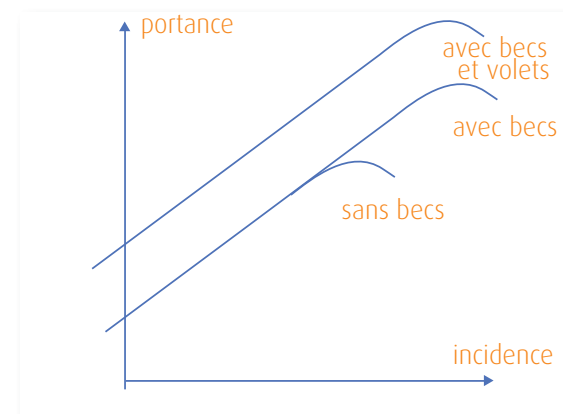
L'incidence

Il faut retenir que, dans une configuration donnée, un avion décroche toujours à la même incidence. La seule exception concerne le vol à Mach élevé (voir page 10).

La configuration

Le braquage de bords de bord d'attaque (pour les avions équipés) permet d'augmenter l'incidence de décrochage. Il n'y a pas de variation de portance pour une même incidence, mais il est alors possible de voler en sécurité à une incidence plus élevée, donc avec une portance supérieure, ce qui permet de réduire la vitesse de vol.

Le braquage des volets augmente la portance pour une même incidence.



Le facteur de charge

Il n'y a aucune influence du facteur de charge sur l'incidence de décrochage, que ce soit lors d'un virage ou d'une ressource. Pour une vitesse donnée, l'établissement d'un facteur de charge nécessite une augmentation de la portance et donc de l'incidence et, par conséquent, lorsque l'on serre un virage ou que l'on effectue une ressource, l'avion se rapproche du décrochage. Ceci signifie aussi que l'avion décroche à une vitesse plus élevée en virage et en ressource.

La motorisation

En certification, les vitesses de décrochage sont mesurées avec le ou les moteur(s) au ralenti. Le fait d'augmenter la puissance sur un ou des moteur(s) à hélice(s) va contribuer à souffler la voilure et à limiter les décollements à l'extrados. Il est ainsi possible d'augmenter la portance et donc de voler à une vitesse plus faible.

Le centrage

L'effet est minime, l'aile décrochant toujours à la même incidence. Toutefois, pour une incidence donnée, l'équilibrage longitudinal de l'avion nécessite plus de braquage à cabrer de l'empennage horizontal au centrage avant et donc la portance globale est très légèrement réduite par rapport au centrage arrière, d'où une très légère augmentation de la vitesse de décrochage au centrage avant.

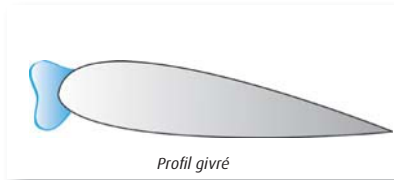
Le givrage et la pollution de la voilure

Lorsque le bord d'attaque de l'aile accumule de la glace, pour une même incidence, la portance diminue. Par ailleurs, l'incidence de décrochage est plus faible avec un profil d'aile givré. Ce phénomène est notamment sensible sur les profils épais et les voilures droites. Si l'on utilisait un avion sans équipement de dégivrage en conditions givrantes, il ne serait pas possible de conserver la vitesse d'approche habituelle car la marge vis-à-vis du décrochage serait considérablement réduite. D'où la nécessité de ce système de dégivrage. Dans les cas de panne de ce dispositif, la procédure du manuel de vol recommande habituellement une augmentation de la vitesse d'approche.

Pour en savoir plus sur les risques liés au givrage :

<http://www.developpement-durable.gouv.fr/16-octobre-2008-Givrage-des.html>

Sur certains types de profils d'aile la « saleté » ou même des gouttes d'eau, peuvent altérer les caractéristiques de vol, avec entre autre une augmentation de la vitesse de décrochage. Le manuel de vol peut préciser les précautions à prendre lorsque l'avion est particulièrement sensible à cette pollution.

**LES VITESSES INDIQUÉES**

Sur les avions de transport ou d'affaires, les pilotes disposent d'écrans où les vitesses minimales de vol sont calculées en fonction de la masse et même du facteur de charge.

Sur les avions légers, les vitesses de décrochage indiquées sur l'anémomètre (limites inférieures

des arcs) sont celles qui correspondent à la masse maximale pour chaque configuration, au centrage limite avant et moteur(s) au ralenti. Lorsque la masse est plus faible, la vitesse de décrochage que l'on peut démontrer en vol est inférieure à celle indiquée. De même, dans le cas d'un décrochage motorisé (avec le moteur à une puissance supérieure au ralenti), les vitesses atteintes vont être bien inférieures aux limites de l'arc de l'anémomètre.

LA RÉCUPÉRATION DU DÉCROCHAGE

Le décrochage étant lié à une trop forte incidence, la solution pour en sortir est simple : il faut réduire l'incidence en poussant sur le manche. (voir procédure page 4)

LE CONTRÔLE LATÉRAL

Lors de la récupération, l'action de pousser sur le manche fait immédiatement diminuer l'incidence et donc un pilotage normal de l'avion est possible. Toutefois, lors de l'exercice de décrochage, il convient de prendre quelques précautions pour le pilotage latéral de l'avion.

Au décrochage, sur pratiquement tous les avions, le gauchissement fonctionne de façon conventionnelle. Cependant, bien que très peu d'avions soient dans ce cas, il peut arriver qu'un braquage important d'ailerons fasse décrocher à l'opposé de la correction en roulis souhaitée. Prenons un exemple sur un appareil sensible à ce phénomène. Le pilote corrige une inclinaison à droite avec du manche à gauche, donc en abaissant l'aileron droit. Sur la voilure droite, cette nouvelle position de l'aileron modifie localement l'écoulement et peut conduire à un décrochage de l'aile droite et donc un départ en roulis à droite. En conséquence, bien que ce cas ne soit pas du tout courant, il convient de piloter avec souplesse et à l'aide de petites corrections à l'approche du décrochage.

Une mise en vrille se fait par association d'une grande incidence et d'un fort dérapage. A l'approche du décrochage, l'incidence est importante. Un grand braquage de la direction peut éventuellement créer le dérapage conduisant à la mise en vrille. Il est donc prudent d'utiliser le palonnier avec précaution à l'approche du décrochage, en se limitant à corriger approximativement la dissymétrie. Autrement dit, bille sensiblement au milieu, sans faire une fixation sur ce paramètre.

REMARQUE SUR LES MULTIMOTEURS

La VMC (vitesse minimale de contrôle) peut être au dessus ou au dessous de la vitesse de décrochage. En cas de décrochage avec un moteur en panne, il convient de gérer la puissance du moteur restant de façon à minimiser la dissymétrie autant que faire se peut, c'est-à-dire réduire le moteur « vif » en cas de décrochage et, pendant la récupération, ne remettre que très progressivement la puissance en parallèle avec l'augmentation de vitesse.

LE VOL À MACH ÉLEVÉ ET À HAUTE ALTITUDE

L'incidence de décrochage diminue progressivement lorsque le Mach augmente. Cependant, la portance croît rapidement avec la vitesse. Les limites de manœuvrabilité de l'avion considéré sont fournies dans le manuel de vol et doivent être vues dans le cursus de formation sur le type d'avion.

À noter que la récupération d'un décrochage à haute altitude nécessite une perte d'altitude beaucoup plus importante qu'à basse altitude, en raison des vitesses sur trajectoire plus élevées (effet lié au Mach et à l'altitude).

**DSAC**

Direction technique Personnels navigants
Pôle Formation, Ecoles et simulateurs