

Quatre accidents dus à une mauvaise manoeuvre lors d'un décollage ayant entraîné le passage au second régime.

Les quatre accidents ont en commun :

- les mêmes types d'appareils Robin DR400 dont les qualités de vol ne sont pas à remettre en question ;
- des avions en bon état, parfaitement capables de décoller puis de grimper, même si parfois la piste était limitative ;
- des décollages au cours desquels les appareils sont immédiatement passés au second régime sans possibilité d'en sortir ;
- des appareils lourds, proches de leurs limites (masse et centrages), dépassées ou non ;
- des pilotes brevetés mais moyennement ou peu expérimentés désirant transporter plusieurs passagers à des titres divers (amis, coavionnage...).

Cas 1. Accident d'un Robin DR400-160

Lieu : La Teste-de-Buch (33). 26/07/2007.

Le pilote (141 h de vol), accompagné de trois amis, entreprend un décollage à bord d'un appareil qui, bien que pénalisé par l'installation d'un silencieux sur le moteur, doit permettre le décollage sur la piste de 1500 mètres dans les conditions du jour. L'avion est lourd (1069 kg contre 1050 kg de masse maxi autorisée) et centré près de sa limite arrière. Dès le décollage, l'assiette trop élevée affichée par le pilote ne permet pas de trouver une pente de montée suffisante ni un taux de montée normal après le décollage. Sa vitesse V régresse jusqu'à descendre au-dessous de $V(V_z=0)$ (vitesse caractéristique du domaine de second régime, au-dessous de laquelle il n'est plus possible même à pleine puissance d'avoir un varia positif).

L'enfoncement caractéristique d'une aile indique que l'appareil a décroché, V_S et $V(V_z=0)$ étant très proches.

Les quatre personnes sont décédées dans l'accident, l'avion est détruit.

Une faible technicité de la part du pilote, un avion au moteur un peu bridé par son silencieux, des turbulences dues au léger vent et à la convection thermique, auraient dû exiger davantage de précautions avant d'entreprendre un vol que la légère surcharge de surcroît interdisait. Le centrage très arrière n'a pas facilité la détermination de l'assiette optimale à la rotation. Compte tenu des circonstances elle était contenue dans une marge très étroite donc difficile à afficher correctement avec une commande de profondeur rendue hypersensible par le centrage arrière.

Cas 2. Accident d'un DR400-180

Lieu : Fayence (83). Date : 07/10/2016.

Le pilote (284 h de vol) accompagné de 3 passagers décolle prématurément au bout de 200 m.

Probablement en effet de sol, il ne parvient pas à s'élever, retouche la piste et tente de poursuivre le décollage. Il ne parvient pas à maîtriser l'avion devenu peu manoeuvrable et il sort de la piste. Les quatre personnes sont légèrement blessées, l'avion est détruit. Le pilote, plutôt habitué à voler seul, déclare qu'il a effectué la rotation en estimant sa vitesse en fonction de sa vue de l'extérieur et probablement sans s'assurer que V_{it} , la vitesse de rotation qu'il aurait dû mémoriser lors du briefing avant décollage, était bien atteinte.

Cas 3. Accident d'un Robin DR400-120

Lieu : La Teste-de-Buch (33). Date : 12/09/2020.

Le pilote (180 h de vol) entreprend un vol avec trois passagers. L'avion est surchargé d'une cinquantaine de kilos et centré trop arrière. Dès la rotation l'assiette à cabrer est trop importante et l'avion débute sa montée au second régime.

L'assiette est maintenue afin probablement de tenter de passer au-dessus du rideau d'arbres en bout de piste.

Aggravation de la situation qui, ajoutée au vent arrière et au virage en vue d'éviter les obstacles, ne favorise pas la pente de montée et conduit à un probable décrochage. Les quatre personnes décèdent pendant le choc avec le sol.

Cas 4. Accident d'un Robin DR400-120

Lieu : Saint-Brieuc (22). Date : 10/04/2022.

Le pilote (437 h de vol) accompagné de deux passagers (vol à partage de frais élargi) décolle avec une forte assiette, probablement immédiatement au second régime. L'avion est proche de sa masse maximale autorisée au décollage et centré près de sa limite arrière. Configuration très proche de celle des trois accidents précédents. Il s'élève péniblement, poursuit au second régime à une vitesse V . Il perd alors toute chance de récupérer un régime de vol normal lorsqu'il rentre les volets et passe probablement au-dessous de la vitesse de décrochage en lisse, alors que la même vitesse V permettait un faible vario positif avec les volets en position décollage. Un manque de discernement fatal, de la part d'un pilote fatigué, qui a suivi les erreurs précédentes et a aggravé la situation. L'avion décroche puis entre en collision avec la piste. Les trois personnes à bord décèdent dans l'accident. On lira avec attention l'ensemble des nuances

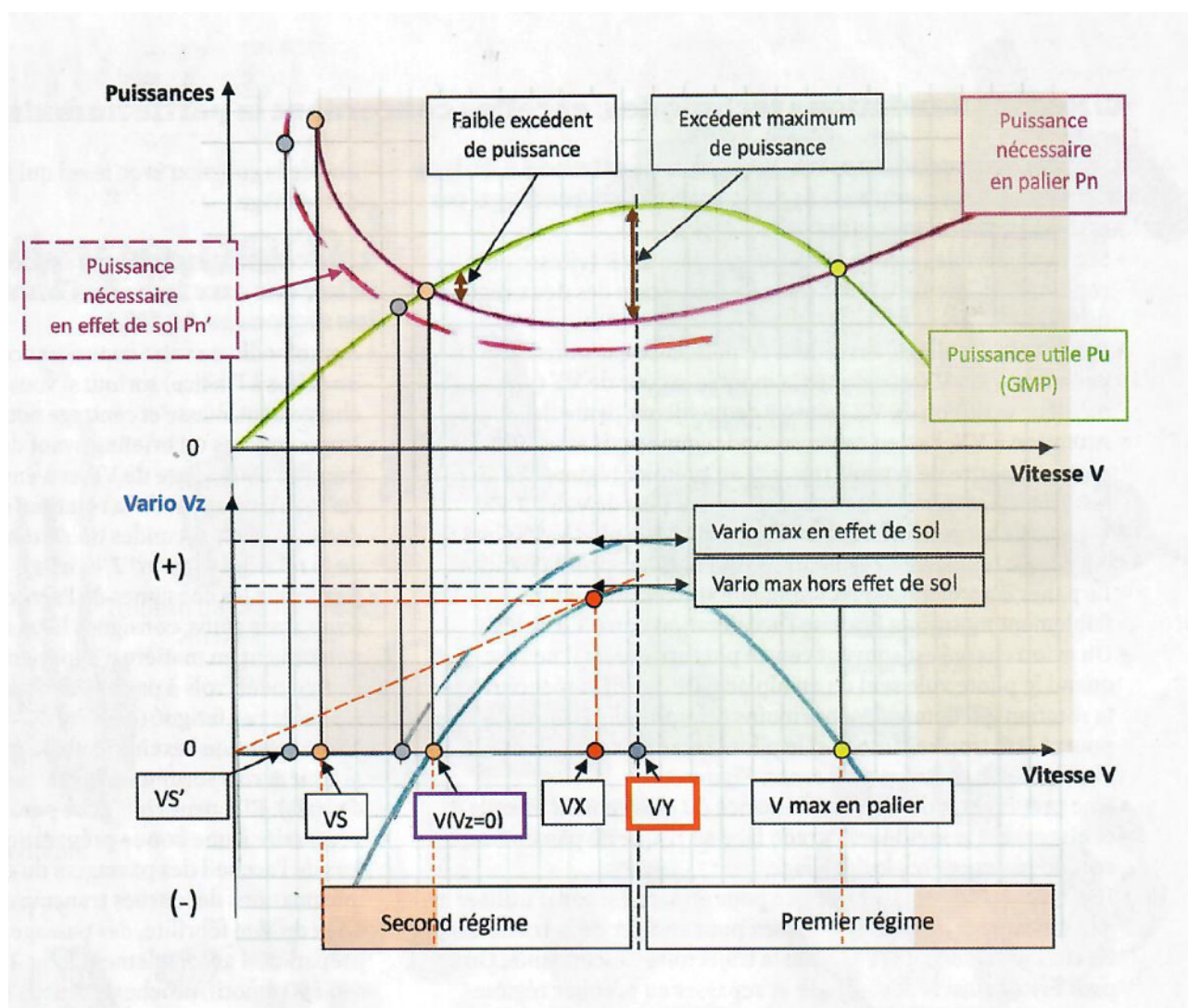
réglementaires mises en lumière par cet accident. On retiendra que l'exigence recommandée par l'aéroclub de 25 heures minimum dans les 12 derniers mois n'était pas satisfaite, le pilote n'ayant effectué que 12 heures et 15 minutes.

La mécanique du passage au second régime juste après le décollage et la quasi-impossibilité d'en sortir. Rappels de mécanique du vol.

Le vol au second régime, cas général

Deux régimes de vol sont séparés sur le diagramme Puissances/Vitesse de part et d'autre de V_Y , la vitesse de meilleur taux de montée (meilleur vario). Le second régime concerne l'ensemble des vitesses comprises entre V_S (Vitesse minimale de sustentation ou Vitesse de décrochage) et V_Y . Le vol au second régime se caractérise par :

- une grande difficulté à stabiliser la vitesse et à maintenir un vario positif ;
- une incidence qui se rapproche dangereusement de l'incidence de décrochage ;
- un avion qui semble manquer de puissance ;
- une déroutante tendance « je tire ça descend, je pousse ça descend » ;
- une quasi-impossibilité à retrouver une incidence de vol normale sans se mettre en pente de descente (près du sol c'est impossible).
- une vitesse $V(V_z=0)$ au-dessous de laquelle, plein gaz l'avion ne peut pas monter ;
- une régression rapide de vitesse entre $V(V_z=0)$ et V_S , le décrochage survenant en général dès que le pilote conscient que l'appareil descend tire désespérément le manche pour refuser le sol.



Puissances utiles, puissances nécessaires, taux de montée (varios) pour un avion à moteur à pistons. Courbes quasi identiques pour un appareil à turbopropulseur.

- **Puissance utile P_u** : elle est transmise par l'hélice qui au passage en prélève une partie et ne restitue qu'un pourcentage. Il va de zéro à 70 ou 80 % dans les meilleurs des cas (rendement de l'hélice)
- **Puissance nécessaire P_n** : en palier horizontal à la vitesse V , la cellule de l'avion traîne et la trainée F_x s'oppose à la traction de l'hélice. Pour avancer en palier une puissance nécessaire $P_n = F_x \cdot V$ est dissipée et perdue dans le sillage de l'avion. En effet de sol (pointillés), la puissance nécessaire au vol est moindre et V_s' , la vitesse minimale de sustentation, est plus faible que V_s hors effet de sol.
- **Le taux de montée** (ou vario) V_z est l'image de l'excédent de puissance (courbe en bleu). Il est positif seulement au-dessus d'une vitesse $V(V_z=0)$.
- Le vario V_z est supérieur en effet de sol (pointillés bleus). Mais l'illusion existe seulement à proximité du sol. Elle a souvent pour conséquence de favoriser l'envol à une vitesse V_s' dangereusement basse.
- Le vario V_z passe par un maximum à V_Y , vitesse à laquelle l'excédent de puissance $P_u - P_n$, entre puissance utile, P_u , et puissance nécessaire, P_n , est maximum. A la vitesse $V(V_z=0)$, point équi-puissance, l'excédent de puissance est nul.
- Au dessous de V_Y l'avion vole «au second régime» : entre V_s et $V(V_z=0)$, zone rosée, l'avion ne peut pas monter (pas d'excédent de puissance) ; au-dessus de $V(V_z=0)$, l'excédent de puissance doit être utilisé pour accélérer et non pour chercher à monter.
- Il existe un autre point équi-puissance : pleine puissance on empêche l'avion de monter et il atteint ainsi la vitesse maxi en palier.
- A la vitesse V_X , la pente de montée (V_X/V) est maximale. Mais le vario n'est pas maxi (distinguo V_X, V_Y !).
- **Rendement de l'hélice.** Surtout pour une hélice à pas fixe, la puissance utile n'est maximale qu'à une vitesse donnée. Malgré la disponibilité de la puissance sur l'arbre du moteur, l'hélice n'utilise pour propulser l'avion qu'une fraction de cette puissance (rendement de l'hélice). Ainsi pour un appareil plutôt destiné à la croisière l'utilisation aux basses vitesses n'exploite pas toute la puissance du moteur. L'hélice à plus petit pas installée sur certains avions destinés à l'école ou en zone montagneuse corrige en partie ce défaut. L'hélice à pas variable utilise la quasi-totalité de la puissance maximale disponible quelle que soit la vitesse.

Le vol au second régime. juste après le décollage

Il commence en général par une rotation prématurée qui permet à l'appareil de décoller en effet de sol et, comme nous l'avons décrit dans notre numéro 795 de juin 2022, d'y rester en un vol stable, quasi régulé, à moins d'un ou deux mètres du sol. L'interruption du décollage avant la perte complète de contrôle limite en général les dégâts corporels. Souvent aussi l'appareil retouche le sol naturellement plus ou moins durement. Le cas n° 2 ci-dessus illustre ce type de figure. La montée au second régime est ainsi évitée et un nouveau décollage peut être entrepris si la piste est assez longue. En dessous d'une certaine hauteur, le pilote est donc prisonnier et ne peut pas accélérer vers le premier régime de vol (cas n° 1, n° 3 et n° 4)

Le rôle de l'effet de sol dans le passage au second régime

Si le pilote a réussi à sortir de l'effet de sol, et s'il n'en a pas profité pour prendre de la vitesse, il commence la montée au second régime surpris et impuissant car :

- s'il tire le manche, la vitesse régresse et l'appareil s'approche du décrochage sans gagner d'altitude qui même diminue avant que l'appareil ne décroche. Cas n° 1, n° 3 et n° 4;
- s'il pousse le manche, l'appareil descend aussi.

En résumé, quoi qu'il fasse, le pilote ne réussit pas à monter.

La seule issue consisterait, si la hauteur était suffisante, à consentir à descendre afin de revenir vers une vitesse du premier régime. Une tentative de prise de vitesse à assiette contrôlée permettrait seule de revenir à une situation normale.

Eventuellement retoucher la piste si elle est assez longue (manoeuvre en partie réussie par le pilote du cas n° 2) et en profiter pour accélérer afin d'exécuter une nouvelle manoeuvre de décollage à la bonne vitesse.

Si la piste est trop courte, retoucher le sol ou exécuter un atterrissage forcé sera toujours, hors présence d'obstacles très hostiles, une meilleure solution que de continuer à s'élever pour finir par décrocher.

Si on se retrouve en vol en identifiant un second régime, surtout ne pas toucher la commande des volets : leur rentrée précipiterait le décrochage (cas n° 4). Inversement leur sortie accroîtrait le besoin de puissance et ne résoudrait rien.

Recommandations techniques, et celles concernant la partie humaine

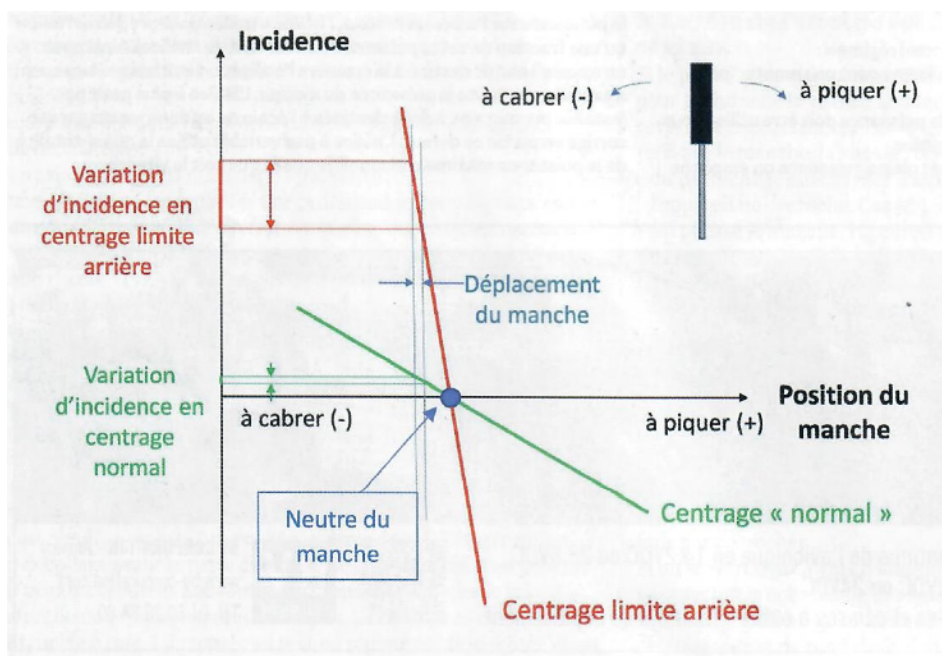
Recommandations techniques destinées à éviter le passage au second régime après le décollage ou au début de la montée

- Sur la plupart des avions le décollage a lieu à V_R (vitesse de rotation), inférieure à V_Y , vitesse de séparation des deux régimes de vol.
- Pendant le décollage, l'excédent de puissance est suffisant pour passer de V_R à V_Y et débiter la montée autour de V_Y (vitesse de meilleur vario) ou de V_X (vitesse de meilleure pente de montée). Attention à V_X , l'avion est au second régime mais assez près de V_Y pour permettre de revenir très vite au premier régime dès que les conditions de vol (obstacles) n'exigent plus de voler à V_X .

- Un avion chargé accélérant moins qu'un avion plus léger aura davantage tendance à rester au second régime après la rotation. Le palier d'accélération recommandé sur certains avions faiblement motorisés favorise l'accélération entre VR et VY
- Un avion chargé est souvent centré plus arrière qu'il ne l'est, quand le pilote vole seul ou en biplace. De ce fait la manoeuvre de la rotation qui demande alors moins d'amplitude à la profondeur pourra être trop accentuée si le pilote reproduit celle dont il a l'habitude en centrage plus avant.
- Une préparation du vol (connaissance du chargement, masse, centrage) est la meilleure parade face au risque de passer au second régime après le décollage.
- Il n'existe pas de solution simple pour en sortir sinon d'utiliser le peu de hauteur dont vous disposez pour essayer de la transformer en vitesse en dosant la pente de la trajectoire descendante. On peut éviter ainsi le décrochage et repasser au premier régime. En cas d'impossibilité de réussir la manoeuvre, par exemple si la hauteur au-dessus du sol est insuffisante, on touchera le sol avec un vario et une pente plus proches de ceux de l'atterrissage forcé que de la collision avec le sol qui suivrait obligatoirement tout décrochage.

Recommandations découlant des observations relatives aux facteurs humains mentionnées dans les rapports du BEA

- Approfondissez votre connaissance de l'appareil (dont performances associées à l'hélice) surtout si vous l'utilisez près de ses limites de chargement, masse et centrage notamment (cas n° 1, 2, 4).
- Imposez-vous un briefing avant décollage qui vous obligera à prendre conscience de VR et à envisager le comportement de l'avion au moment de la rotation. «Centrage arrière, j'accorderai dans quelques secondes une attention toute particulière au dosage de la rotation» (cas n° 2, et n° 4).
- Respectez les consignes de l'aéroclub qui vous confie l'avion (consignes clubs, consignes liées aux vols de découverte notamment en matière d'expérience du pilote, limitations de chargement, vols à partage de frais élargi...) (cas n° 3 et 4).
- Ne volez pas fatigué (cas n° 4).
- Méfiez-vous de l'excitation bien compréhensible lors de vos premiers vols sortant de la routine (vols d'initiation, vols à partage de frais). Elle peut vous faire perdre une partie de la concentration nécessaire à une bonne préparation du vol. Les témoins présents lors de l'accueil des passagers du cas n°4 rapportent «des informations décousues transmises aux passagers par le pilote », une certaine fébrilité, des passages « du coq à l'âne », un temps de préparation anormalement long. Le pilote qui ne pouvait ignorer son état émotif, proche de l'inaptitude ponctuelle, aurait dû renoncer au vol.
- Méfiez-vous de la pression liée à l'objectif du vol, notamment la volonté de le réaliser, lorsqu'il a été déjà reporté.



en vert sensibilité du manche en centrage «normal» : un petit déplacement du manche entraîne une petite variation d'incidence, donc d'assiette ;

en rouge sensibilité en centrage limite arrière : le même petit déplacement du manche entraîne une plus grande variation d'incidence ce qui peut surprendre un pilote non averti et placer l'avion dans une situation délicate notamment lors de la rotation au décollage, à l'instant précis où le pilote découvre la réelle sensibilité du manche. Il peut ne pas s'y attendre s'il a seulement pratiqué des centrages plus conventionnels.

Variation de la sensibilité du manche en fonction du centrage

Cet article de Michel Barry a été publié en juillet 2023 sur l'Info Pilote n°808