

ÉTUDE DU VIRAGE

PHÉNOMÈNES ASSOCIÉS AU VIRAGE : VARIATION DE PORTANCE

Préliminaire

QUEL EST L'OBJECTIF ?

C'est la connaissance des phénomènes de portance en virage pour mieux en assurer le contrôle, par exemple le maintien du vol horizontal en virage.

CONSTATATION :

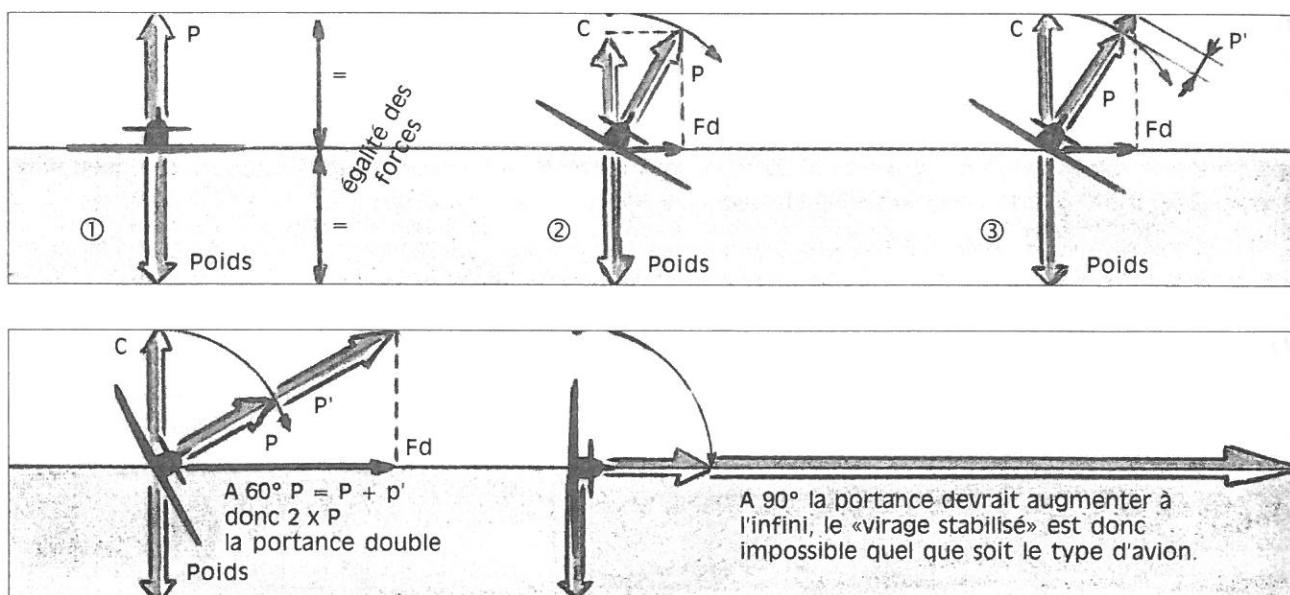
Si en virage dans le plan horizontal, on maintient la même assiette qu'en vol horizontal rectiligne la trajectoire devient descendante.

ANALYSE, CAUSE ET REMÈDE :

Nous savons qu'en vol horizontal, la portance équilibre le poids de l'avion qui ont par conséquent la même valeur (**Fig. 1**). Si l'avion s'incline, la portance **P** s'incline également car elle est toujours perpendiculaire au plan moyen des ailes. Elle se décompose alors en deux forces :

- Une force centripète **F_d** ou déviatrice, car c'est elle qui crée le virage.
- Une force qui essaie d'équilibrer le poids qu'on appelle une composante de la portance **C**. Or, il n'y a plus de force suffisante pour équilibrer le poids de l'avion qui descend par manque de portance **P** (**Fig. 2**), la portance ayant gardé la même valeur qu'en vol horizontal.

Conclusion : pour que la portance en virage soit suffisante, il faudra qu'elle augmente de la valeur **P'** (**Fig. 3**) qui sera d'autant plus grande que l'inclinaison sera grande. Ainsi la composante **C** équilibrera le poids.



Nous voyons qu'à 60° la portance devra doubler pour maintenir le vol horizontal. À 90° d'inclinaison, la portance devrait augmenter à l'infini ce qui est irréalisable, ce type de virage est donc impossible à maintenir constant en condition de vol normal symétrique.

COMMENT FAIRE VARIER LA PORTANCE EN VIRAGE ?

Pour augmenter la portance en virage et maintenir la trajectoire horizontale, le pilote devra avoir une action permanente du manche à tirer afin d'augmenter l'incidence donc la portance. Ce qui aura pour conséquence en virage d'avoir une assiette cabrée, et cela d'autant plus que l'inclinaison sera grande. L'ordre de grandeur de la variation d'incidence (en palier) sera de : - à 30° d'inclinaison $\approx 0,7^\circ$, - à 45° $\approx 1,2^\circ$; à 60° $\approx 3^\circ$ et remarquons que cette variation d'incidence et d'assiette est de faible amplitude, ainsi à 60°, elle est de 3°, mais 3° incliné à 60°, ce qui nous donne en réalité, une variation verticale de seulement 1,5° (voir page 151).

Remarque : Comme l'incidence augmente, la trainée, ou résistance à l'avancement augmente aussi. A puissance constante, la vitesse diminue. Si on désire maintenir la même vitesse, il faudra augmenter la puissance, mais, à partir d'une certaine inclinaison, il ne sera plus possible de conserver la vitesse en raison de l'excédent de puissance, qui ne peut être infini (lorsqu'on arrive plein gaz, vers 30° environ).

Plus l'inclinaison est importante, plus petit est le rayon de virage. (voir page 152).

ÉTUDE DU VIRAGE

PHÉNOMÈNES ASSOCIÉS AU VIRAGE : LE FACTEUR DE CHARGE

Préliminaire

QUEL EST L'OBJECTIF ?

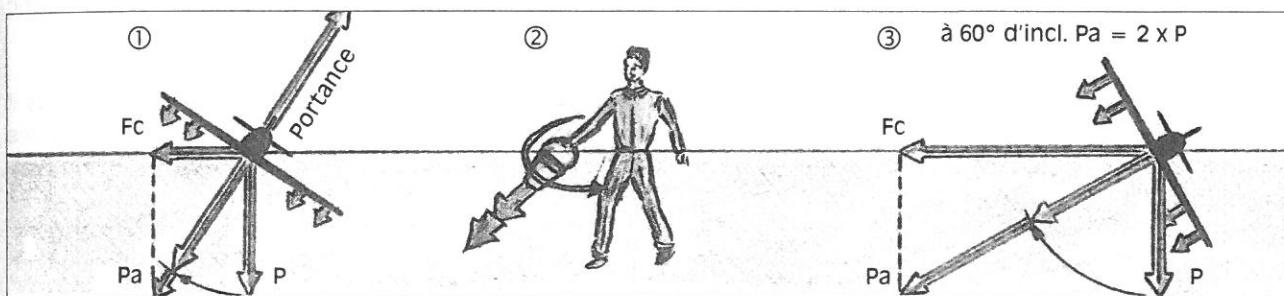
C'est la connaissance des augmentations de charges que peut subir un avion particulièrement en virage, et de ses limites de résistance structurale.

CONSTATATION :

Si la portance doit augmenter en virage pour maintenir le vol horizontal par exemple, la force qui équilibre la portance en virage augmente de la même valeur, et donne l'impression au pilote de peser plus lourd que son poids (Fig. 1) et cela "*d'autant plus*" que l'inclinaison est grande : **c'est le poids apparent "Pa"**. A forte inclinaison si on essaie de lever les pieds du plancher, on a l'impression "*d'avoir des semelles de plomb*".

ÉTUDE DU POIDS APPARENT :

Le poids apparent "Pa", est le résultat du poids de l'avion "P" et de la force centrifuge "Fc". On le remarque en faisant tourner rapidement (Fig. 2) un sceau d'eau à bout de bras "*qui tire dans la main*" comme si le sceau d'eau devenait plus lourd. Il le devient effectivement comme d'ailleurs le pilote et son avion en virage. Son aile doit donc porter "*plus*". La relation entre le poids de l'avion et le poids apparent en virage s'appelle : "**Le facteur de charge**".

**ÉTUDE DU FACTEUR DE CHARGE :**

Le facteur de charge étant lié à l'inclinaison, il augmente avec celle-ci. Il nous est donné par la formule :

$$\text{Facteur de charge} = \frac{1}{\cos \text{inclin.}}$$

Le cosinus nous est donné par des tables dont voici des valeurs approchées :

Inclinaisons :	30°	45°	60°	75°
Cosinus :	0,8	0,7	0,5	0,26

Ce qui nous permet de déterminer le facteur de charge :

$$\text{à } 30^\circ \rightarrow \frac{1}{0,8} = 1,15 ; \text{ à } 45^\circ \rightarrow \frac{1}{0,7} = 1,4 ; \text{ à } 60^\circ \rightarrow \frac{1}{0,5} = 2 ; \text{ à } 75^\circ \rightarrow \frac{1}{0,26} = 3,8$$

A partir de cela pour connaître le poids apparent, il nous faut multiplier le facteur de charge par le poids de l'avion. Ainsi pour un avion de 1 000 kg, le poids apparent sera :

- à 30° d'inclinaison = $1\ 000 \times 1,15 = 1\ 150 \text{ kg}$
- à 60° d'inclinaison = $1\ 000 \times 2 = 2\ 000 \text{ kg}$

On voit ainsi que le poids apparent double à 60° d'inclinaison (Fig. 3) et ce poids l'aile devra le porter. Or le poids apparent ne pourra augmenter indéfiniment car il est une valeur qui met en cause la résistance de la structure de l'avion et de son aile. Ainsi les avions sont classés en 3 catégories de résistance, que le pilote "**doit**" connaître en consultant le manuel de vol au paragraphe des limites d'emploi. Les 3 catégories sont :

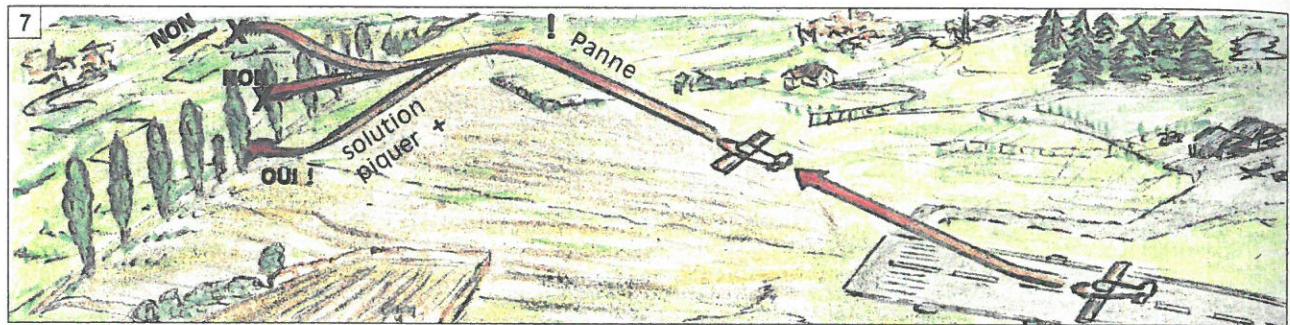
- Catégorie normale ou "N" dont le facteur de charge limite = + 3,8 - 1,52
- Catégorie utilitaire ou "U" dont le facteur de charge limite = + 4,4 - 1,76
- Catégorie acrobatique "A" dont le facteur de charge limite = + 6 - 3

ÉTUDE DE LA PANNE AU DÉCOLLAGE (suite)

SITUATIONS DÉLICATES, PARADES :

1) La panne survient, le pilote pique correctement, mais s'aperçoit qu'il va aboutir au niveau d'une ligne d'arbres à quelques mètres du sol... Il ne faut pas continuer ainsi, ni cabrer pour tenter de passer au-dessus car on risque le décrochage...

SOLUTION : piquer jusqu'au ras de sol, en essayant de faire passer le fuselage entre les troncs, même si on y laisse les ailes, présentera le risque minimum (**Fig. 7**), sortir si nécessaire les pleins volets.



2) Panne, le pilote pique, la zone d'aboutissement se situe dans une forêt : tenter de se poser sur la cime des arbres avec les pleins volets en cabrant l'avion au maximum pour que les ailes amortissent au mieux le choc, semble être la meilleure formule, plutôt que de tenter de se poser dans une clairière trop étroite dont les troncs d'arbres feraient office de mur.

3) Si le moteur venait à cafouiller après le décollage mieux vaut tout réduire et se poser immédiatement que de poursuivre... avec danger d'arrêt moteur dans un secteur moins propice...

Si la panne n'est pas franche, le danger est grand sur la décision de poursuivre le vol ou de tout réduire, il est donc important de connaître la puissance mini permettant le maintien du vol horizontal. Pour votre avion, cette puissance a pour valeur : _____.

Si celle-ci n'est pas acquise, il faudra réduire la puissance et piquer pour atterrir.

4) Face à des obstacles proches, plaquer l'avion au sol, même si on le casse.

ATTERRISSAGE ET ROULAGE :

Poser l'avion comme traité pages 112 et 113, en le cabrant un peu plus que d'habitude, si possible pleins volets. Si obstacles agir comme panne durant le roulage.

Exemple vécu d'une panne au décollage, cas délicat :

L'avion un Pa 38, sur une piste courte, avec axe peu dégagé (autoroute - route - voies ferrées perpendiculaires à l'axe de décollage puis une forêt). La panne survint à environ 5 à 10 mètres de hauteur. L'atterrissement estimé devait se faire peu avant l'autoroute, très fréquentée à ce moment...

Solution choisie : l'avion fut mis au ras du sol en virage et posé en tournant avec à l'esprit "*si le décrochage survenait près du sol, dangers très amoindris !!!*" Une fois posé le palonnier fut poussé à fond pour incurver la trajectoire avec le risque de faucher le train d'atterrissement, pas fait pour subir d'importants efforts latéraux. Mais finalement l'avion s'arrêta sans mal...

ÉTUDE DU PLAN D'APPROCHE

Préliminaire

QUELS SONT LES OBJECTIFS ?

Face à la piste et dans l'axe de celle-ci, apprendre à déterminer le moment de passer sur la trajectoire de descente et, à contrôler le maintien de cette trajectoire de façon à placer l'avion en bonne condition pour débuter les manœuvres d'atterrissage. **"D'une bonne approche dépend souvent un bon atterrissage".**

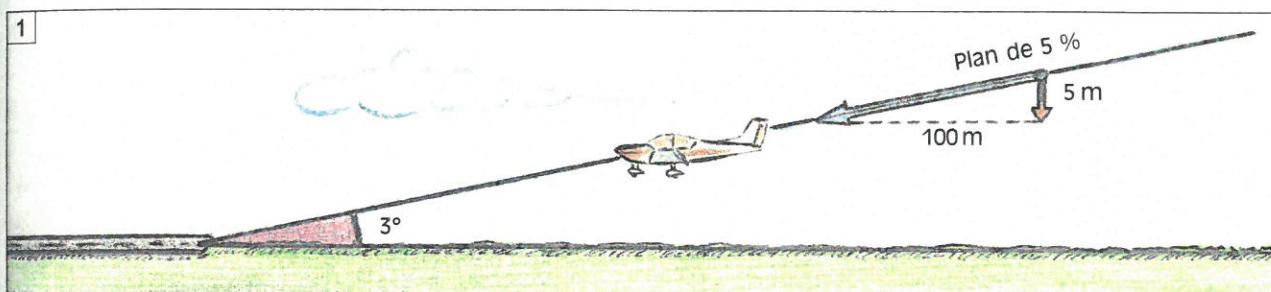
QUELLES SONT LES CARACTÉRISTIQUES DU PLAN D'APPROCHE ?

Un avion peut se présenter à l'atterrissement sous différents angles de descente (donc différents plans) dont le plus important est celui de l'angle de plané **"puissance totalement réduite"**.

Réglementairement, il a été convenu d'utiliser un plan moyen de descente dont le but principal est de permettre à tous les avions établis sur celui-ci de **"SE VOIR par SECURITE"**. En effet, dans des plans différents deux avions pourraient faire leur approche l'un au-dessus de l'autre **"sans se voir"** avec un risque de collision...

Le plan réglementairement choisi a une valeur moyenne de "5 %" c'est-à-dire que l'avion descend de 5 m par tranche de 100 m. L'angle de ce plan est de **"3°"** (Fig. 1) (valeur moyenne des ILS, VASIS et PAPI, voir pages 256 pour ces deux derniers).

Lorsque l'approche d'un aérodrome n'est pas dégagée (obstacles) le plan peut avoir des valeurs plus importantes, mais jamais plus faibles.



Pour connaître la valeur de l'angle du plan, appliquer la formule.

$$\text{Angle}^\circ = \text{Valeur du plan} \times \frac{6}{10}, \text{ soit pour un plan de } 5\% \rightarrow 5 \times \frac{6}{10} = 3^\circ$$

De même que la valeur en % du plan est donnée par la formule.

$$\text{Plan \%} = \text{Angle} \times \frac{10}{6}, \text{ soit pour un angle de } 3^\circ \rightarrow 3 \times \frac{10}{6} = 5\%$$

La valeur maxi d'utilisation possible des plans pour nos avions légers en approche, puissance **"tout réduit"** est de l'ordre de 10 à 13 % soit des angles de 6 à 8°. Si on prend des plans plus forts, il ne sera plus possible de maintenir la vitesse nécessaire qui ira en croissant comme le plan, compromettant ainsi l'atterrissement.

QUELLE VITESSE DOIT-ON ADOPTER EN APPROCHE ?

Au plus bas, vers **300 ft**, la vitesse devra être stabilisée au minimum de 1,3 Vs, c'est-à-dire Vs1 sans volets ou volets braqués partiellement ou plus généralement à 1,3 de Vso (rappel page 88) car on a intérêt à approcher l'avion à la vitesse la plus faible possible **"compatible avec la sécurité"** pour se poser sans avoir à trop rouler et utiliser les freins. Elle ne devra jamais être inférieure à 1,3 de la Vs choisie. Trop faible, on risque le décrochage qui, près du sol, est très dangereux. Trop forte, on ne pourra pas se poser dans les limites d'une piste courte.

Se rappeler toutefois la règle qui dit que :

En approche, la vitesse, c'est la vie.

Ainsi l'avion stabilisé dans le plan, par temps moyen devra avoir :

- Une vitesse à maintenir constante, **"jamais en dessous de 1,3 Vs"** réglementairement (sauf si vent fort, voir page 107).
- Une assiette moyenne qui permettra le maintien de la trajectoire (à bien connaître).
- Une puissance moyenne qui permettra directement d'agir sur la vitesse au cas où celle-ci viendrait à varier.
- Il est important de connaître ou de déterminer la puissance de base** (voir tableau page 106).
- Un taux de chute qui permettra de maintenir le plan et qui devra rester le plus constant possible.

ÉTUDE DU PLAN D'APPROCHE (suite)

Application

QUELS SONT LES MOYENS DE CONTRÔLE ET D'ÉVALUATION DU PLAN ?

Plusieurs méthodes sont à disposition pour tenter d'évaluer visuellement le plan de 3° avec plus ou moins de succès. Analysons celles-ci :

1) Par évaluation des distances/altitude : Sachant que si nous sommes sur le plan, nous perdons **300 ft par Nautique (NM)**, ainsi :

- à 3 NM de la piste, il faut être à 900 ft
 - à 2 NM de la piste, il faut être à 600 ft
 - à 1,5 NM de la piste, il faut être à 500 ft
 - à 1 NM de la piste, il faut être à 300 ft
 - à 0,5 NM de la piste, il faut être à 150 ft
 - à 0,3 NM de la piste, il faut être à 100 ft
- } environ

Il est donc possible de tenter la comparaison avec une longueur de piste connue, sachant par exemple que telle piste mesure 2000 m, soit proche de 1 NM, si on reporte une longueur de piste avant celle-ci, cela nous donnera un repère au sol au-dessus duquel il faudra être à 300 ft pour être sur le plan. Mais cette comparaison n'est pas très exploitable sur un aérodrome auquel nous ne sommes pas habitués (cas d'un déroutement imprévu).

Cette approximation seule est donc insuffisante.

2) Par évaluation du taux de chute : L'avion étant sur le plan, pour y rester il faut adopter un certain taux de chute (V_z) contrôlé au variomètre et, qui est fonction de la vitesse par rapport au sol (V_s), en Nœuds (kT), après avoir appliqué la formule :

$$\text{Taux de chute en ft/mn} = \text{vitesse sol en kT} \times \text{plan en \%}$$

Exemple : Sans vent, vitesse en finale 60 kT, plan 5 %. Pour rester sur le plan, le taux de chute devra avoir pour valeur :

$$60 \times 5 = -300 \text{ ft/mn} \text{ (taux de chute de base, Fig. 2).}$$

Remarquons que cela correspond à $300 : 3 = 100 \text{ ft/mn}$ par degré.

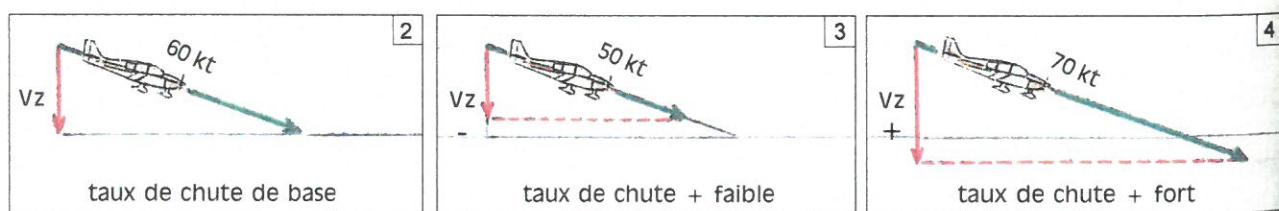
Effet du vent sur le taux de chute : Avec vent de face, la vitesse par rapport au sol sera plus faible puisque le vent freine. Ainsi pour une vitesse de 60 kT indiquée à l'anémomètre, si l'avion subit un vent de 10 kT de face, la vitesse réelle par rapport au sol sera de $60 \text{ kT} - 10 \text{ kT} = 50 \text{ kT}$.

Dans ces conditions, le taux de chute aura pour valeur : $50 \times 5 = -250 \text{ ft/mn}$ (Fig. 3).

Avec du vent arrière sur la finale, supposons 10 kT, la vitesse sol aura pour valeur $60 \text{ kT} + 10 \text{ kT} = 70 \text{ kT}$ et le taux de chute prendra pour valeur : $70 \times 5 = -350 \text{ ft/mn}$ (Fig. 4).

On peut conclure que vent de face, le taux de chute devra être plus faible et que vent arrière, il devra être plus fort que le taux de base.

Les Fig. 2, 3 et 4 ci-dessous mettent en évidence la nécessité d'avoir un taux de chute différent (V_z) pour des avions se déplaçant sur le même plan à des vitesses différentes, car au bout du même temps le plus rapide est plus bas et le plus lent est plus haut...



Conclusion : Ce moyen de contrôle est valable, à condition d'être sur le plan, mais il ne dit pas si nous y sommes. Comme le moyen précédent, il est insuffisant.

Effet du vent sur les paramètres (à bien connaître) : Sachant que selon la direction du vent le taux de chute varie, d'autres paramètres varient forcément, si nous souhaitons maintenir le plan, ainsi :

– **Vent de face**, le **taux de chute** doit être **plus faible**, pour cela **l'assiette** devra être **plus cabrée (ou moins piquée)** et pour maintenir la vitesse, la **puissance** devra être **plus importante**. Assiette varie, puissance également (l'un ne varie pas sans l'autre...).

– **Vent arrière**, le **taux de chute** doit être **plus important**, pour cela **l'assiette** sera **plus piquée (ou moins cabrée)** et pour maintenir la vitesse indiquée, la **puissance** devra être **plus faible**.

Remarque : Si l'anémomètre est gradué en km/h, pour obtenir la vitesse en kT, diviser la vitesse en km/h par deux, l'approximation sera suffisante. Si le vario est gradué en m/s pour obtenir la valeur en ft/mn, multiplier les m/s par 200 ou à partir des ft/mn pour obtenir des m/s, diviser les ft/mn par 200.

ÉTUDE DU PLAN D'APPROCHE (suite)

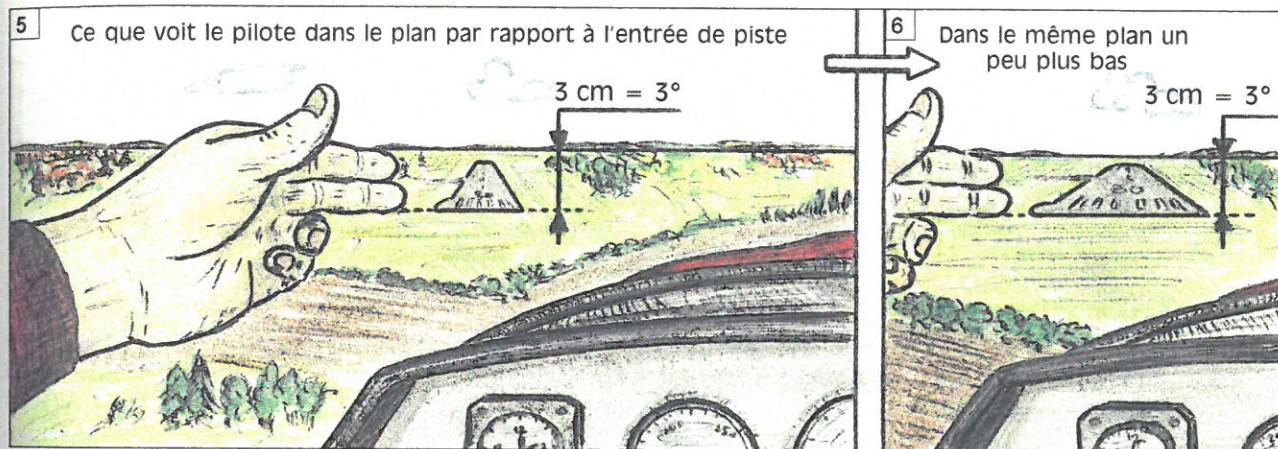
Préliminaire

QUEL EST DONC LE MOYEN D'ÉVALUER LE PLAN ?

Il nous faut mettre en application une chose que nous connaissons déjà (une fois de plus), à savoir que 1 cm correspond à 1° à environ 60 cm du pare-brise, donc 3 cm = 3° .

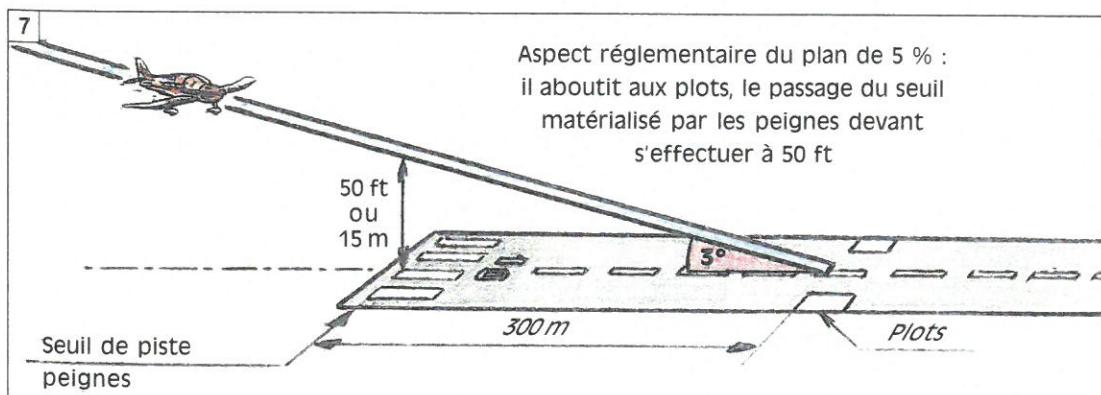
Si nous considérons **une petite piste simple** où le point d'aboutissement du plan doit se situer à l'entrée de piste qu'on appelle le seuil, pour être sur le plan de 5 % (ou 3°) **le pilote doit avoir un écart de 3 cm entre l'horizon et le seuil de piste** comme nous le montre (Fig. 5). Si le plan est constant durant l'approche, cette valeur devra rester constante, il n'y a que la largeur de piste qui va s'élargir au fur et à mesure de la descente (Fig. 6).

Cette appréciation visuelle du plan d'approche est le seul moyen fiable pour débutant ou pilote manquant d'expérience. Pour aider ces derniers, il nous faut savoir que moyennement pour la plupart des sujets, **deux doigts d'homme correspondent à environ 3 cm**, qu'il faut tenir à bout de bras pour qu'ils soient équivalents à 3° . Pour cela dans tous les cas, positionner l'index sous l'horizon apparent et si nous sommes sur le plan, l'entrée de piste devra se situer juste sous le majeur comme le montre (Fig. 5 et 6).



Au début, lorsque l'on manque d'habitude, en cas de doute sur la valeur du plan, le vérifier ponctuellement et rapidement avec ses doigts, bras tendu, en fermant un œil pour mieux viser. Les doigts feront office de "VASIS ou PAPI de poche"... En attendant d'avoir le compas dans l'œil. Le VASIS et PAPI sont des moyens lumineux qui se trouvent à côté de certaines pistes, qui nous indiquent si le plan est correct ou non. Bien qu'utilisable de jour, voir "Approche de nuit" page 256.

Si l'approche s'effectue sur un aérodrome important, on ne vise pas le seuil de piste marqué par des peignes car l'aspect réglementaire du plan de 5 % est différent. En effet dans ce cas, le point d'aboutissement du plan se situe sur des plots, marques blanches qui se situent à 300 mètres du seuil de piste (Fig. 7). Ainsi lorsque l'avion passe à 50 ft (15 m) au-dessus des peignes, il est sur le plan de 3° . Ne pas avoir peur de laisser 300 m derrière soi car les performances publiées sont calculées selon ce principe (page 188).

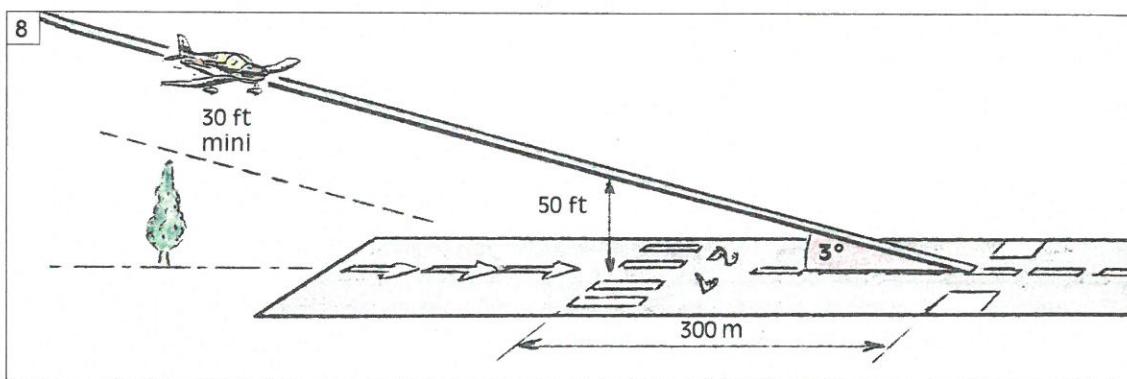


Ces pistes comportent un système de guidage du plan appelé **I.L.S.**, qui aboutit aux plots. Il permet la tenue du plan d'appareils évoluant sans visibilité. Ce système ne fait pas l'objet de notre étude (voir manuel du pilote SFACT).

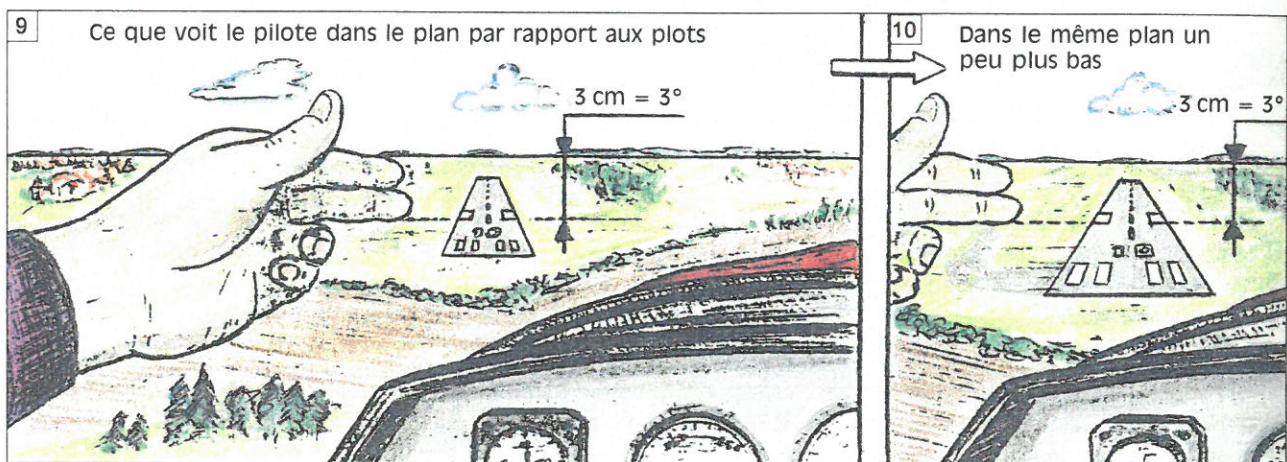
ÉTUDE DU PLAN D'APPROCHE (suite)

Préliminaire

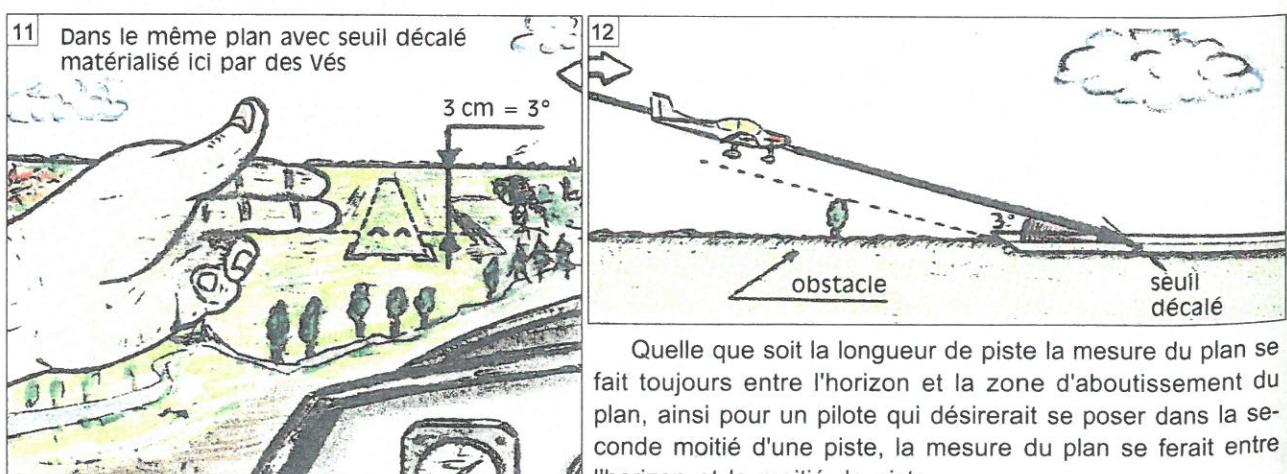
Certains aérodromes de moyenne importance n'ont pas une zone d'approche suffisamment dégagée en raison d'obstacles. On a donc été amenée à décaler l'ensemble "peignes - plots" comme le montre (Fig. 8), afin de survoler ces obstacles avec une certaine marge de sécurité tout en respectant le plan de 5 %. On dit qu'il s'agit alors d'un seuil décalé. La zone avant les peignes est utilisable pour le décollage mais pas pour l'atterrissage.



Dans ces derniers cas (Fig. 7 et 8), pour l'atterrissement, **on considère que la piste commence aux plots**, que l'on doit viser comme point d'aboutissement de l'approche. En conséquence pour le contrôle visuel du plan, il devra y avoir 3 cm donc 3° entre l'horizon et les plots et non pas entre l'horizon et l'entrée de la piste (Fig. 9 et 10).



Cette situation est identique sur une petite piste en herbe avec seuil décalé en raison d'obstacles. Le point d'aboutissement du plan de 5 % qu'il faut viser est alors matérialisé par des Vés en béton (Fig. 11 et 12).



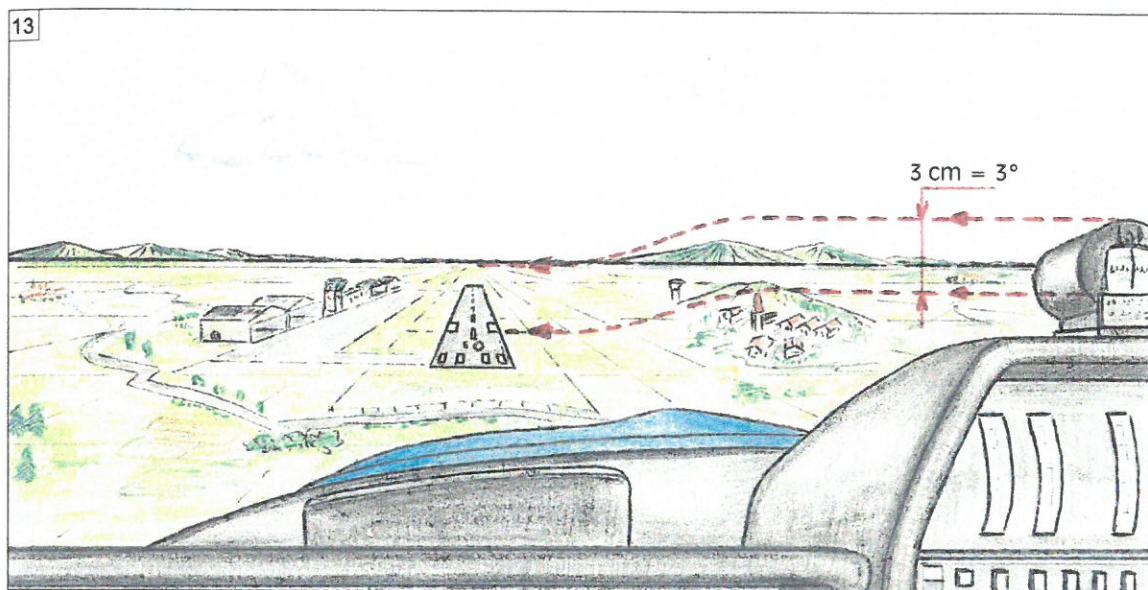
Quelle que soit la longueur de piste la mesure du plan se fait toujours entre l'horizon et la zone d'aboutissement du plan, ainsi pour un pilote qui désirerait se poser dans la seconde moitié d'une piste, la mesure du plan se ferait entre l'horizon et la moitié de piste.

ÉTUDE DU PLAN D'APPROCHE (suite)

Préliminaire

À un stade plus avancé, selon le même principe, sans avoir besoin de tendre le bras on peut faire une comparaison avec une partie de l'avion mesurant environ 3 cm, situé à environ 60 cm des yeux et s'en servir comme un jaugeur. Mais cela demande de reporter à un autre endroit une valeur que l'on vient d'apprécier... Il faut donc avoir un peu le compas dans l'œil !...

La partie la mieux adaptée se situe sur le compas qui est positionné sur le tableau de bord, (Fig. 13).



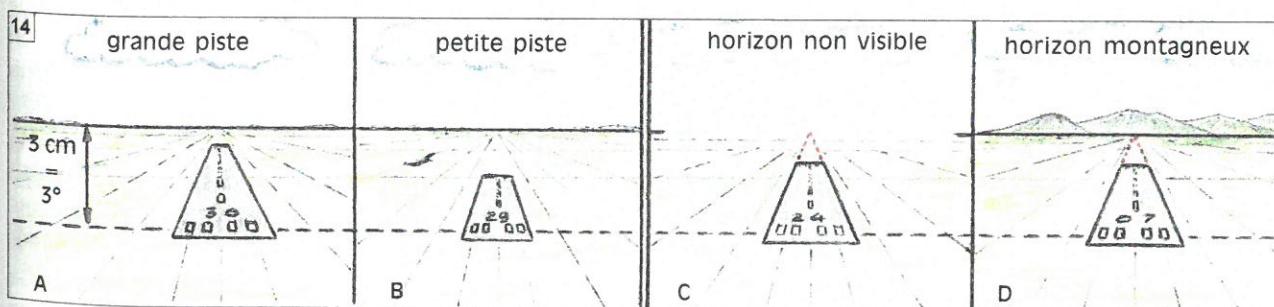
Remarque importante : La méthode que nous venons de traiter depuis la page 101, nous indique si nous sommes bien sur le plan, mais elle ne nous dit pas, si nous allons y rester, car pour cela il nous faut avoir le vario nécessaire (rappel page 100) en effet si celui-ci est trop faible nous passerons au-dessus du plan et inversement s'il est trop fort.

Les corrections nécessaires pour maintenir le vario souhaité doivent être de faibles amplitudes, se rappeler que pour la plupart des avions légers :

Une variation de 1° (ou 1 cm) = environ 100 ft/mn

Cela signifie par exemple que si nous sommes sur le plan avec un vario de - 500 ft/mn alors qu'il devrait être de - 300 ft/mn pour corriger, varier l'assiette à cabrer de 2° donc 2 cm et attendre que le vario prenne la valeur en raison de l'inertie.

Particularités de visualisation : Comme le montre (Fig. 14) entre une grande et une petite piste (A et B), lorsque l'horizon est dans la brume (C), lorsque l'horizon est un relief montagneux (D).



Sur le plan pour les deux pistes, il doit y avoir 3 cm (3°), mais l'espace restant entre l'extrémité de piste et l'horizon est plus petit sur la grande piste et inversement pour la petite.

Imaginez la prolongation des extrémités latérales de la piste, là où elles se rejoignent, se situe l'horizon qui permet d'évaluer les 3 cm. En zone montagneuse, on peut également situer l'horizon apparent de la même manière (voir page 15, Fig. 8), également de nuit, page 256.

ÉTUDE DU PLAN D'APPROCHE (suite)

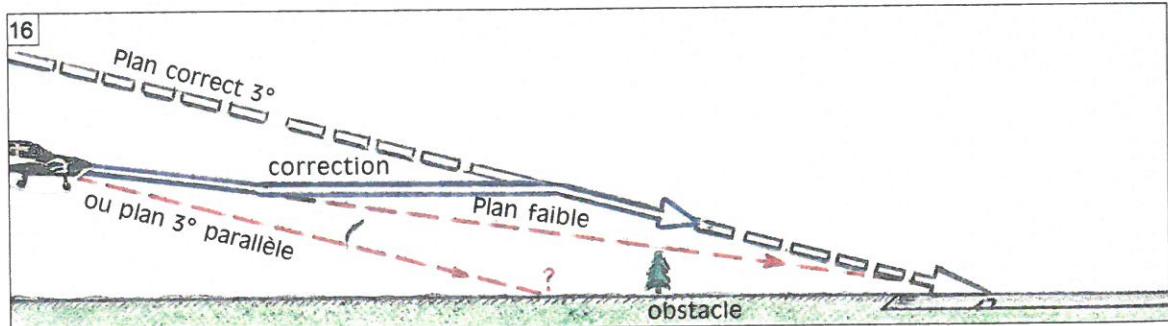
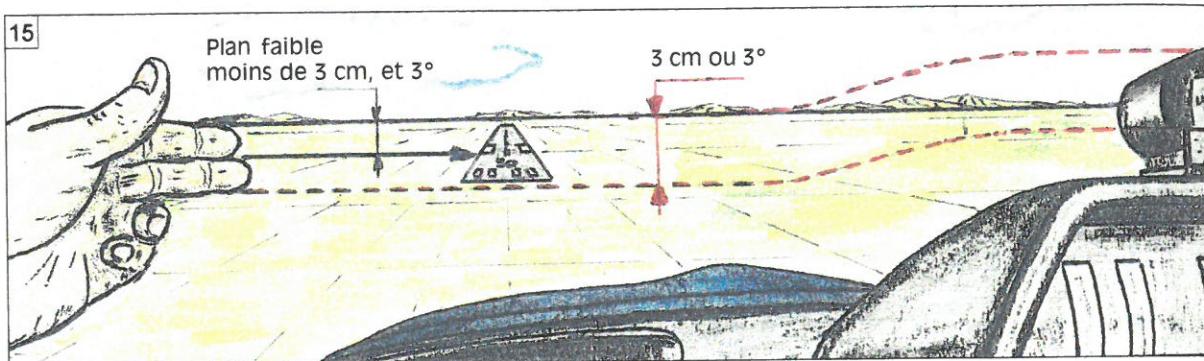
Préliminaire

Nous venons de traiter la manière d'évaluer le plan de 3° lorsqu'il est correct, cependant pour diverses raisons celui-ci peut varier, ce qu'il faut absolument déceler le plus tôt possible et établir sans tarder une correction pour revenir sur le plan. Lorsque les écarts sont faibles les corrections sont faciles à effectuer en raison de leurs faibles amplitudes, il suffit d'augmenter ou diminuer légèrement le taux de chute, momentanément, pour revenir sur le plan ce qui conduit à une légère sinusoïde autour de celui-ci. Lorsqu'elles sont importantes les corrections devront être plus franches.

COMMENT DÉCELER SI LE PLAN EST INCORRECT ? COMMENT CORRIGER ?

Deux cas possibles :

1) Le plan est faible ou faiblit : C'est le cas dangereux surtout en courte finale en raison du risque d'accrocher des obstacles. Visuellement lorsque le plan est faible, la piste est plus aplatie et l'écart entre l'horizon et les plots ou l'horizon et l'entrée de piste sur petite piste est plus petit que 3 cm, donc plus faible que 3° , confirmé soit par les doigts ou le compas (Fig. 15).



Correction : Dès que l'écart est perçu, sans hésiter, revenir en palier en appliquant la puissance assurant le maintien de la vitesse à 1,3 de la Vs en agissant dans l'ordre connu "**assiette - puissance**". Ainsi si nous sommes en configuration atterrissage, afficher les paramètres de la configuration atterrissage palier (page 77).

Lorsque l'avion est revenu sur le plan, reprendre la descente sur celui-ci en appliquant la règle "**assiette, puis puissance**" qu'il faut réduire pour maintenir 1,3 de la Vs considérée (Fig. 16). L'avion peut-être également sur un plan de 3° parallèle, mais plus bas, auquel cas si nous faisons bien attention, nous pourrons voir que la zone d'aboutissement du plan se situe avant la piste... Le résultat est aussi dangereux...

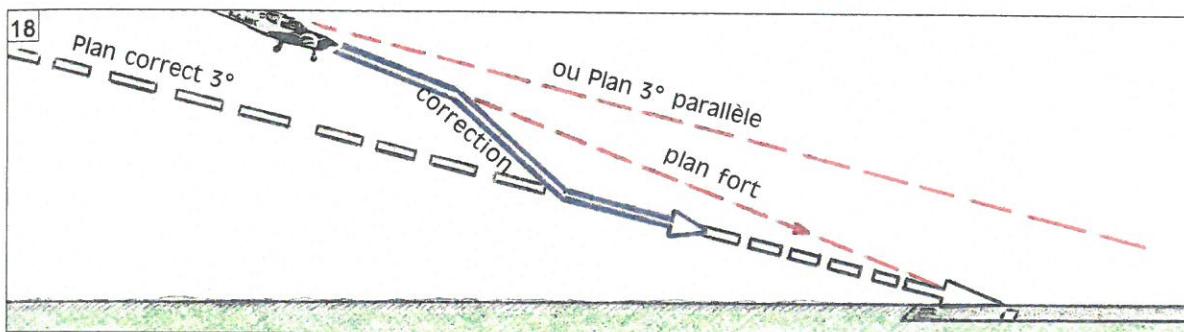
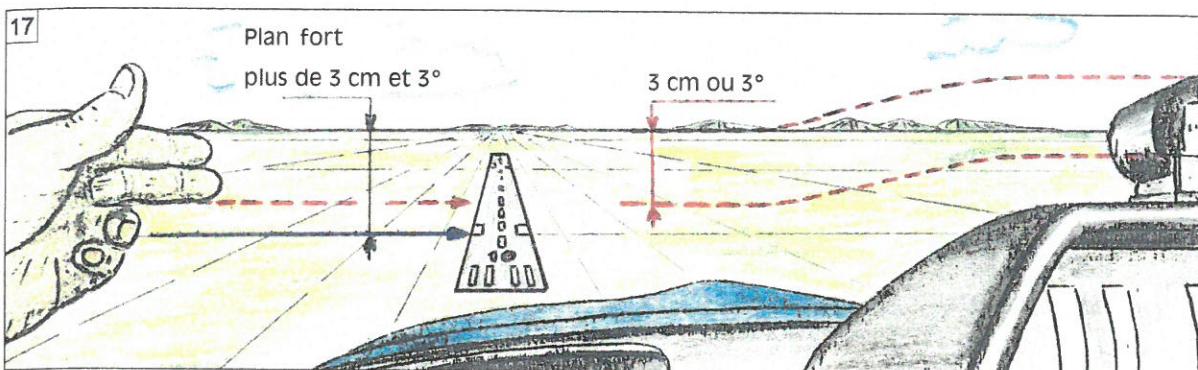
2) Le plan est fort ou se renforce : Ce n'est pas dangereux à condition que le plan ne soit pas supérieur au plan d'approche planée (6 et 8° en moyenne soit 6 à 8 cm), moteur réduit car s'il est supérieur à ces valeurs, il devient impossible d'arriver à la piste en maintenant la vitesse à 1,3 de la Vs considérée. La vitesse ira en croissant d'autant plus que l'angle de planée sera fort en compromettant l'atterrissage et devenant dangereux surtout sur piste courte.

Visuellement lorsque le plan est fort la piste s'allonge, l'écart entre l'horizon et les plots (ou l'horizon et l'entrée de piste sur petite piste) est plus important que 3 cm, donc plus grand que 3° , ce que confirment les doigts ou le compas (Fig. 17).

Correction : Dès que l'écart est perçu, sans hésiter piquer et réduire toute la puissance (selon la règle assiette - puissance) afin de maintenir la vitesse à 1,3 de la Vs considérée. La piste commence à s'aplatis... Lorsque l'écart entre l'horizon et les plots (ou l'horizon et l'entrée de piste, sur petite piste) reprend la valeur de 3 cm ou 3° , revenir sur le plan en reprenant l'assiette initiale puis en appliquant la puissance nécessaire au maintien de la vitesse de 1,3 fois la Vs considérée (Fig. 18).

ÉTUDE DU PLAN D'APPROCHE (suite)

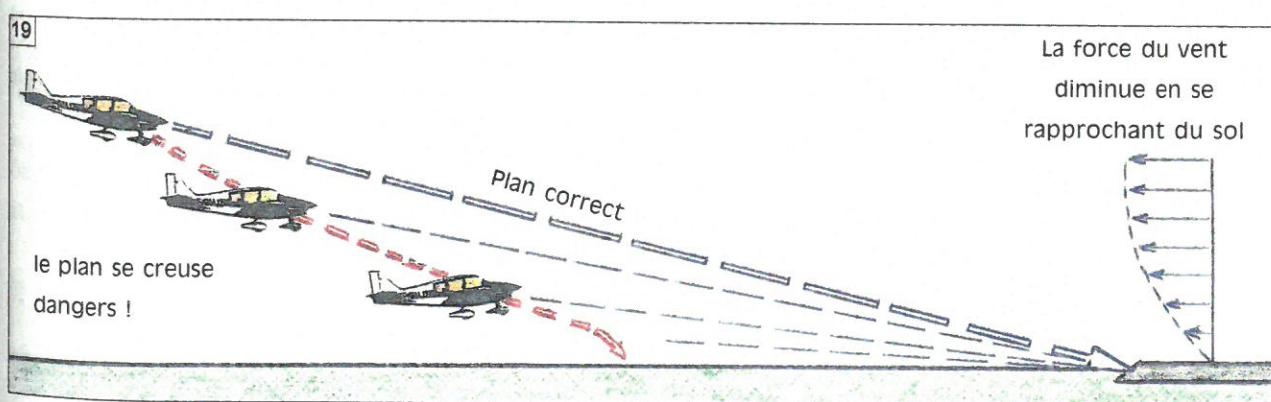
Préliminaire



L'avion peut-être également sur un plan de 3° parallèle au-dessus du plan normal, ce que l'on peut facilement percevoir par la zone d'aboutissement de cette trajectoire qui aboutit plus loin sur la piste, on risque de se poser trop long...

Attention ! Au plan qui tend à faiblir en courte finale et de l'erreur qui consiste à cabrer pour arriver à la piste (ou aux plots) comme pour retenir l'avion (Fig. 19), sans apport de puissance, ce qui entraîne une diminution de vitesse qui peut devenir dangereuse (risque de décrochage). Se rappeler que si l'on cabre pour garder une vitesse il faut augmenter la puissance. Cette tendance à s'enfoncer est souvent due au **gradient du vent** (sa vitesse diminue en se rapprochant du sol ce qui freine les couches successives qui se rapprochent du sol (Fig. 19)).

En pratique on s'aperçoit souvent qu'après avoir passé 150 ft (environ) en descente, pour rester sur le plan, il est quelquefois nécessaire de cabrer légèrement avec un petit apport de puissance afin de maintenir la vitesse, en-dessous de cette hauteur en raison du gradient.



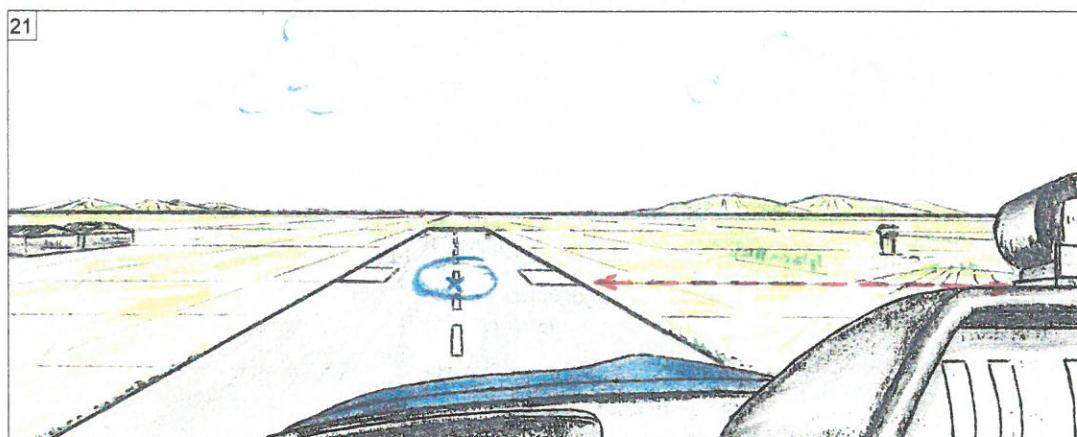
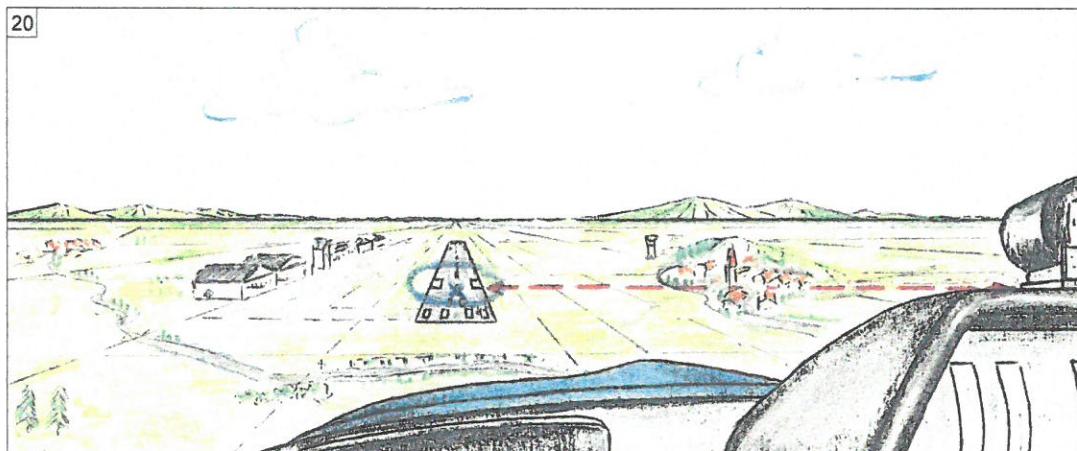
CONSEILS SUR LE CONTRÔLE DU PLAN :

- Il est préférable de se trouver sur un plan légèrement trop fort que légèrement trop faible. La qualité du maintien du plan et de l'axe de piste est autant facilitée que les écarts sont décelés et corrigés rapidement. **Ne pas attendre d'être trop près du sol pour corriger.**
- La vitesse d'approche étant plus faible, les effets secondaires sont accrus, particulièrement le lacet inverse (page 65). Ainsi pour maintenir l'axe et corriger toute inclinaison forte, il faut conjuguer les commandes, une action seule sur le manche provoquerait une approche en zigzags...
- L'approche devra être stabilisée dans le plan, volets braqués et vitesse établie ($1,3 V_s$) au plus bas à 300 ft, il faudra donc s'y prendre à l'avance.

ÉTUDE DU PLAN D'APPROCHE (suite)

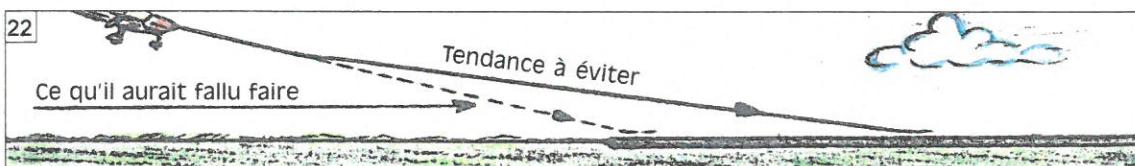
TECHNIQUE DE TENUE DU PLAN EN PHASE DE DÉBUT :

En image, il doit être tendu comme un fil, pour cela lorsque le plan est correct, la vitesse et le vario adaptés, déterminer où se trouvent les plots sur le pare-brise. À l'aide d'un feutre tracer autour des plots, un cercle. Durant toute l'approche, les plots (où l'entrée de piste) seront maintenus à l'intérieur de ce cercle, comme s'il s'agissait d'un viseur (Fig. 20 et 21). Ainsi la stabilité du plan sera assurée.



Par la suite sans le tracé du cercle, il suffira de trouver une petite saleté (x) qu'il faudra s'efforcer de maintenir avec les commandes sur les plots. Ensuite, il faudra mettre en mémoire cette position quitte à la mesurer, car durant l'approche celle-ci est toujours située dans le même secteur sur le pare-brise. ***Il faudra donc s'efforcer de maintenir les plots (ou le seuil sur petite piste) au même endroit sur le pare-brise.***

Erreur à ne pas commettre : Une tendance très fréquente chez les débutants, lors de la très courte finale est de ne pas viser les plots (où l'entrée de piste) jusque près du sol, laissant filer l'avion plus loin, comme si la trajectoire du plan aboutissait après les plots (Fig. 22).



QUELS SONT LES PARAMÈTRES MOYENS À AFFICHER POUR MAINTENIR LE PLAN ?

Avec l'aide de votre instructeur et du manuel de vol, déterminer les paramètres moyens qui permettent de rester sur le plan à 1,3 de la Vs considérée :

En lisse (sans volets et train sorti) 1,3 x Vs 1	Volets partiellement braqués Train sorti Approche finale 1,3 x Vs1	En configuration atterrissage Pleins volets - train sorti 1,3 x Vso
Vitesse →	→	→
Assiette moyenne →	→	→
Puissance moyenne →	→	→
Taux de chute →	→	→

ÉTUDE DU PLAN D'APPROCHE (suite)

Préliminaire

Ce sont les paramètres de base moyens qu'il faut bien connaître. Ils sont susceptibles de légères modifications en atmosphère agitée. Si la vitesse vient à varier alors que l'avion est bien sur le plan, intervenir directement sur la puissance et non pas sur la commande de profondeur qui nous ferait quitter le plan.

Une variation de 100 tr/mn fera varier la vitesse d'environ 5 Kt

Bien évidemment si la vitesse venait à chuter dangereusement ne pas hésiter à intervenir énergiquement sur la puissance quitte à mettre plein gaz, mais ***attention ! Cette action sera souvent momentanée***, il faudra s'attendre à devoir réduire la puissance à sa valeur initiale lorsque la vitesse de 1,3 de Vs sera revenue.

Pour maintenir une vitesse constante, toute modification de puissance nécessitera une modification d'assiette et inversement afin de maintenir la même trajectoire, l'un ne varie pas sans l'autre

SÉCURITÉ DE L'APPROCHE EN ATMOSPHÈRE AGITÉE :

D'après le vieil adage qui dit que ***la vitesse c'est la vie***, si l'atmosphère est agitée (turbulence) par sécurité, il est fortement conseillé de majorer la vitesse d'approche. En effet, si nous prenons l'exemple d'un avion dont la vitesse de décrochage serait de 45 kT et la vitesse d'approche de 60 kT (1,3 de Vs). Si celui-ci subi un vent de face de 20 kT, sa vitesse par rapport au sol passerait de $60 - 20 = 40$ kT. Si le vent de face venait brusquement à cesser, comme cela se passe en atmosphère agitée, la vitesse réelle de l'avion serait de 40 kT soit 5 kT au-dessous de sa vitesse de décrochage... Ce serait la chute...

Pour éviter cette situation, il est conseillé de majorer la vitesse d'approche d'une certaine valeur.

Il n'y a pas de règle précise sur cette majoration qu'on appelle le ***kve***, dont la valeur est laissée au choix de l'exploitant (aéro-club, sociétés ou compagnies aériennes). On peut retenir comme règle simple :

Pas de majoration pour vent inférieur ou égal à 10 kT. Au-dessus de 10 kT, majorer de la moitié du vent moyen, sans que cette majoration n'excède la valeur de 20 Kt, le tout arrondi à la valeur la plus proche de 5 en 5 kT.

Exemple : Vent 20 kT, rafales 28 kT. Le vent oscille entre 20 et 28 kT, ce qui nous fait un vent moyen de 24 kT. Majoration de la moitié du vent moyen soit 12 kT qu'on arrondira à 10 kT. Ainsi pour notre exemple où l'avion approche à 60 kT sans vent, pour le faire en sécurité, il faudra afficher 70 kT en augmentant la puissance d'environ deux cents tr/mn.

Le calcul du vario (page 100) est fonction de la vitesse sol soit $70 \text{ kT} - 24 \text{ kT} =$ une vitesse sol de 46 kT arrondi à 45. En effet la vitesse sol est fonction du vent subi et non pas de la moitié du vent qui est une formule.

La Vz devra avoir pour valeur : Vs x plan, soit $45 \times 5 = 225 \text{ ft/mn}$.

Quant à la vitesse majorée, on ne la conservera pas jusqu'au sol, il faudra la résorber à partir de 50 ft car la force du vent diminue toujours en se rapprochant du sol.

Remarques :

1) Lorsque le vent est plein travers, la majoration de vitesse n'est pas nécessaire puisqu'il n'a aucun effet sur la vitesse sol, mais un réflexe naturel tend à nous faire majorer.

2) En cas d'approche vent arrière, il ne faut surtout pas majorer la vitesse indiquée à l'anémomètre, en effet si le vent cesse brusquement, notre vitesse sera plus importante nous écartant ainsi du décrochage, ce qui n'est pas le cas du vent de face.

TECHNIQUES D'INTERCEPTION DU PLAN :

Il est possible d'intercepter le plan de différentes façons à la suite notamment d'une très longue finale appelée "***approche directe***". Deux possibilités :

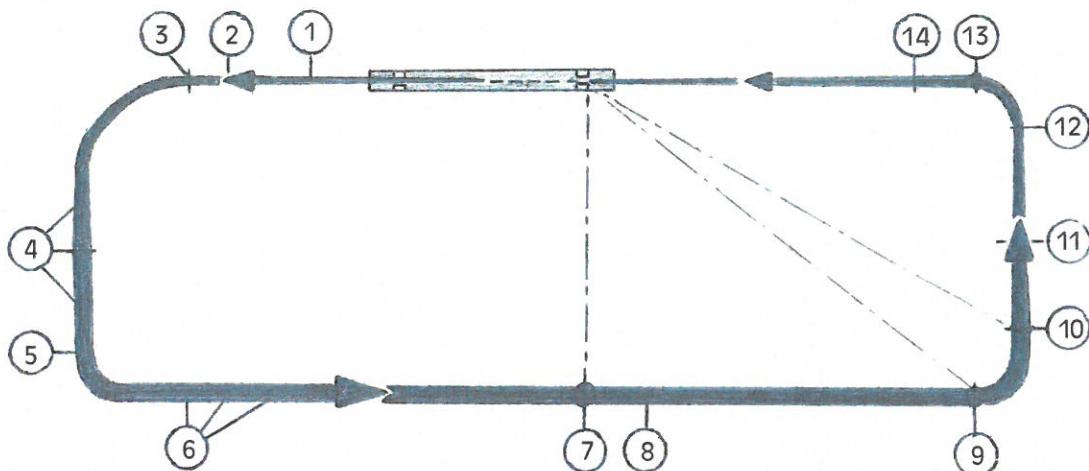
1) L'interception du plan par-dessous : Ce qui est le cas le plus courant et le plus simple à effectuer (Fig. 23). Pour cela il faudra être à une distance suffisante pour être sous le plan et pour que la précision soit acceptable à une hauteur d'environ 2000 ft maximum. Au-dessus, il faut disposer d'un ILS ou DME.

En effet, pour être sur le plan, plus on est loin, plus on doit être haut, dans ce cas l'interception à vue devient imprécise en raison de l'éloignement.

La Fig. 23 nous montre les différents stades visuels de l'approche.

LE TOUR DE PISTE RECTANGULAIRE

Application



1	Montée initiale : Vitesse _____ volets braqués _____	
2	400 ft H.S.D. : Volets zéro – pompe – phares coupés, vitesse _____ puissance _____	
3	500 ft mini : 1er virage de 90° de secteur - inclinaison 20° maxi.	
4	Mise en palier intervenant +/- tôt en fonction des performances de l'avion. Deux possibilité de mise en palier : A) cas préférentiel : à la vitesse d'attente _____ Vitesse _____ puissance _____	B) à la vitesse de croisière _____ Puissance _____
5	2 ^e virage plaçant avion en vent arrière lorsque les empennages arrières arrivent au niveau de la piste soit ≈ 1 à 1,3 NM - inclinaison 30°.	
6	En vent arrière vérifier si écartement correct : Bout d'aile sur la piste. Préparer la machine à la configuration approche initiale : A) à partir de l'attente : - Pompe - phares sur marche. - Réchauffage carburateur si nécessaire. - Sortie des traînées (volets à _____ - train). - Puissance réajuster si nécessaire à : _____ – $V_i = \text{_____}$ (soit 1,45 Vs1)	B) à partir de la croisière : - Pompe - phares sur marche. - Réchauffage carburateur si nécessaire. - Préaffichage puissance (réduire) à : _____ À Vfo _____ sortir les volets à _____ puis à la Vlo, le train. À vitesse d'approche _____ réajuster puissance à : _____
7	Début d'éloignement soit top chrono de _____ secondes (sans en vent) pour 1,6 NM.	
8	Check approche : _____	
9	Éloignement accompli ou position de la piste sur la vitre arrière, 3ème virage à 30° d'inclinaison plaçant l'avion en étape de base, +/- dérive.	
10	Plan de 6° atteint (estimation visuelle ou angulaire 30°) passer en descente approche : Vz _____ puissance _____ vitesse maintenue à : _____	
11	Mi base hauteur ≈ 750 ft sinon réguler la descente.	
12	Dernier virage aux environs de 650 ft - inclinaison 30° en maintenant la vitesse d'approche.	
13	500 ft aligné sur l'axe de piste à 1,6 NM sur le plan, réduire puissance à : _____ Éventuellement sortir les pleins volets, vitesse ramenée à 1,3 de la Vs choisie, voir tableau ci-dessous. À l'approche de la vitesse de 1,3 réajuster puissance à : _____	
14	À 300 ft au plus bas l'avion doit être stable en plan et en vitesse soit : _____ A) si volets partiels, braquage à _____ vitesse _____ puissance moyenne _____ Vz moyenne _____ B) configuration atterrissage : Volets à _____ vitesse _____ puissance moyenne _____ Vz moyenne _____ ft/mn. Check finale : _____	

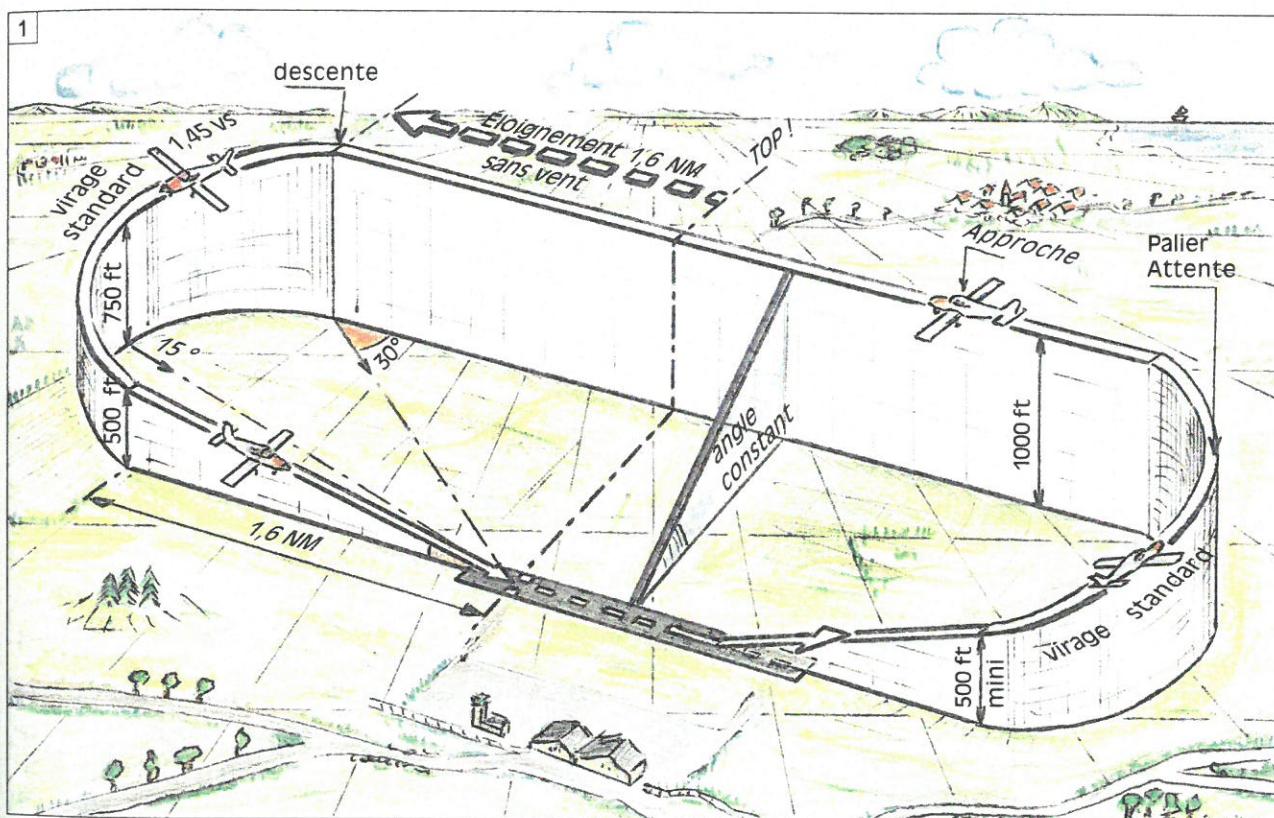
LE CIRCUIT STANDARD 1000 ft :

C'est un circuit en forme d'hippodrome, puisqu'il comporte deux virage de 180° (Fig. 1).

QUELS SONT LES OBJECTIFS ?

Effectuer un circuit précis, sur des bases chronométrées (ou à vue), sur des distances imposées, avec deux virages de 180° au taux standard (rappel page 69), le premier, de l'axe de décollage, à la vent arrière et le second, de la fin de vent arrière vers la finale l'amenant sur le plan de 5% (3°).

Prépare aux circuits de piste des machines plus importantes et plus rapides auxquelles le tour de piste rectangulaire ne convient pas (espacement latéral en vent arrière trop important en raison de la vitesse et des rayons de virages trop grands résultants). Utilisable de nuit.

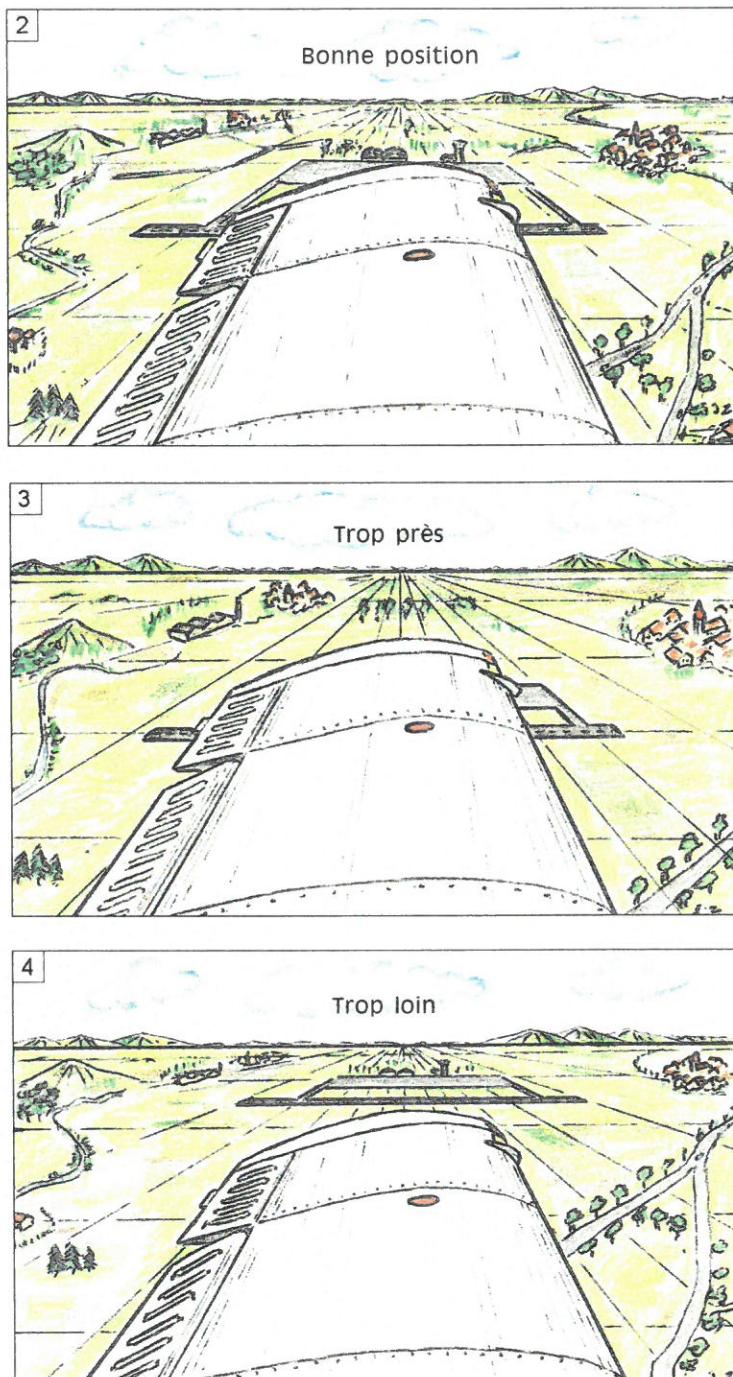
**QUELS SONT LES POINTS CARACTÉRISTIQUES DE CE CIRCUIT ?**

- 1) Après le décollage une montée dans l'axe selon les règles du décollage traité page 93. Avec à 400 ft la rentrée totale des traînées. Cette montée en ligne droite devra se poursuivre au moins jusqu'à 500 ft. À 700 ft si vent fort de face.
- 2) À 500 ft mini un virage de 180° en montant au taux standard (durée 1 minute).
- 3) Sur ce virage à 1000 ft interviendra la **mise en palier** (plus ou moins tôt en fonction des performances de l'avion), ceci à la vitesse d'attente tout en poursuivant le virage.
- 4) Début de vent arrière (au cap prévu), puis contrôler si l'écartement latéral de la vent arrière est correct (sinon corriger), il est indispensable de **connaître l'endroit précis de l'aile** qui doit courir sur la piste, c'est lui qui nous dit si l'écart est compatible.

ÉTUDE DU TOUR DE PISTE (suite)
LE CIRCUIT STANDARD 1000 ft

Trois positions possibles : – (Fig. 2) la bonne – (Fig. 3) trop près – (Fig. 4) trop loin.

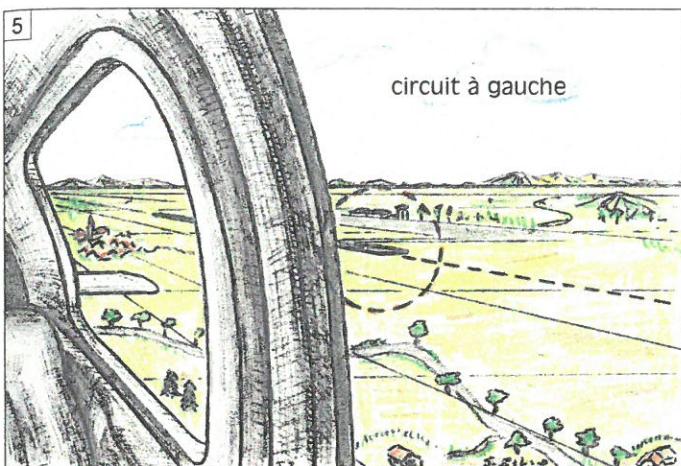
Ce repère n'est pas identique sur le deux ailes, puisque nous ne sommes pas assis au centre de l'avion, il est un peu plus près sur l'aile droite.



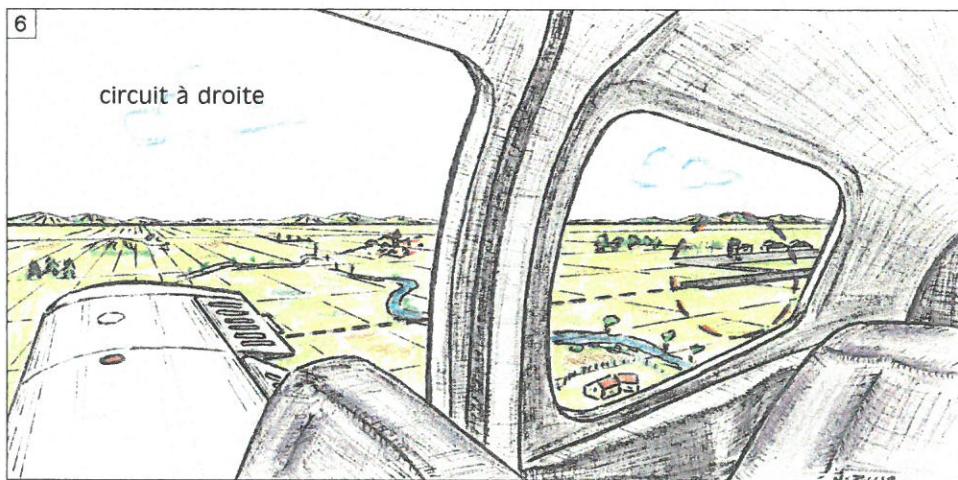
5) Avant la mi piste passer en **configuration approche** initiale (ajuster la puissance si nécessaire), message radio éventuellement si possible.

ÉTUDE DU TOUR DE PISTE (suite)
LE CIRCUIT STANDARD 1000 ft

Application



6) Travers des plots, effectuer un top pour s'éloigner de 1,6 nautique sans vent. Cet éloignement sera chronométré en référence du tableau page 118. Profiter de la durée de cet éloignement pour effectuer la check approche (voir page 75) et contrôler si l'écartement latéral garde la valeur prévue (**Fig. 5**). Cet éloignement pourra également s'évaluer à vue pour cela il suffit de connaître la position que doit occuper la piste par rapport aux vitres arrière (**Fig. 5 et 6**) ou l'angle arrière environ 30° . Cela peut servir sans chrono ou si on a oublié de prendre un top, car il détermine le moment de passer à la phase 7.



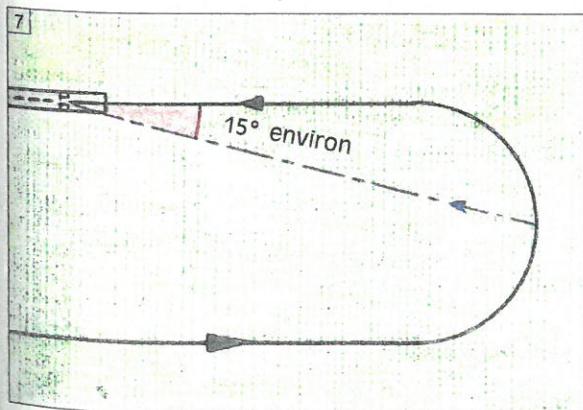
7) Éloignement effectué, mise en descente à 500 ft/mn, puissance adaptée afin de maintenir la vitesse à 1,45 de Vs1 et pratiquement simultanément virage de 180° au taux standard (durée 1 minute). Si travail au chrono, anticiper la mise en virage de 3 secondes.

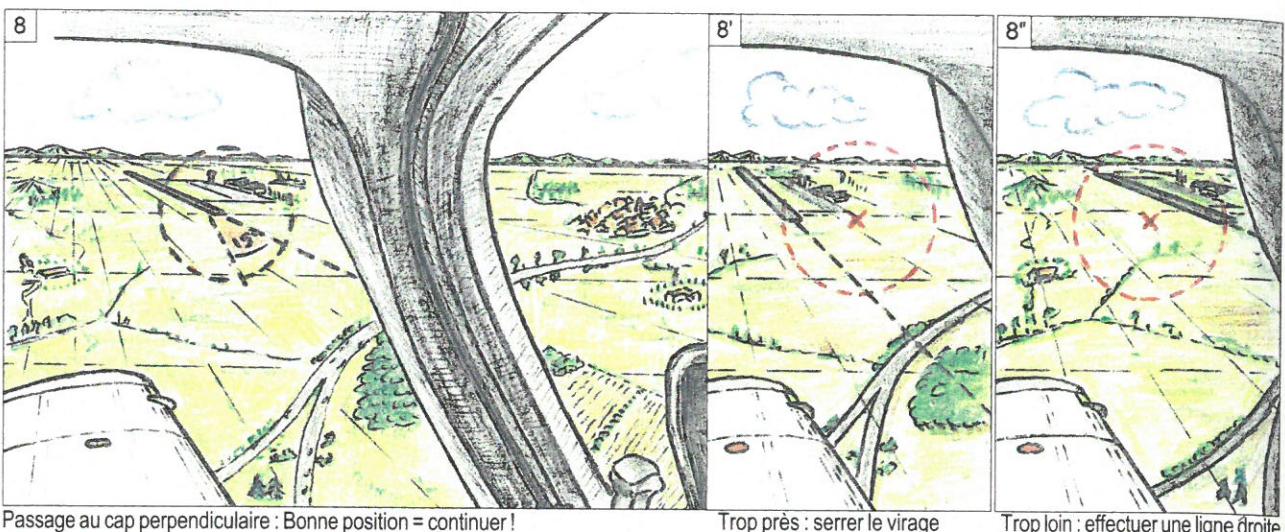
8) Lorsque l'avion arrive perpendiculaire à l'axe de piste, il devra être à 750 ft si l'opération a bien été menée. Si ce n'est pas le cas le taux de chute sera augmenté ou diminué en fonction.

9) À 500 ft le virage devra se terminer sur l'axe de piste et sur le plan de 5% (3°) à 1,6 nautique. Il faudra ensuite réduire la puissance et passer en configuration atterrissage.

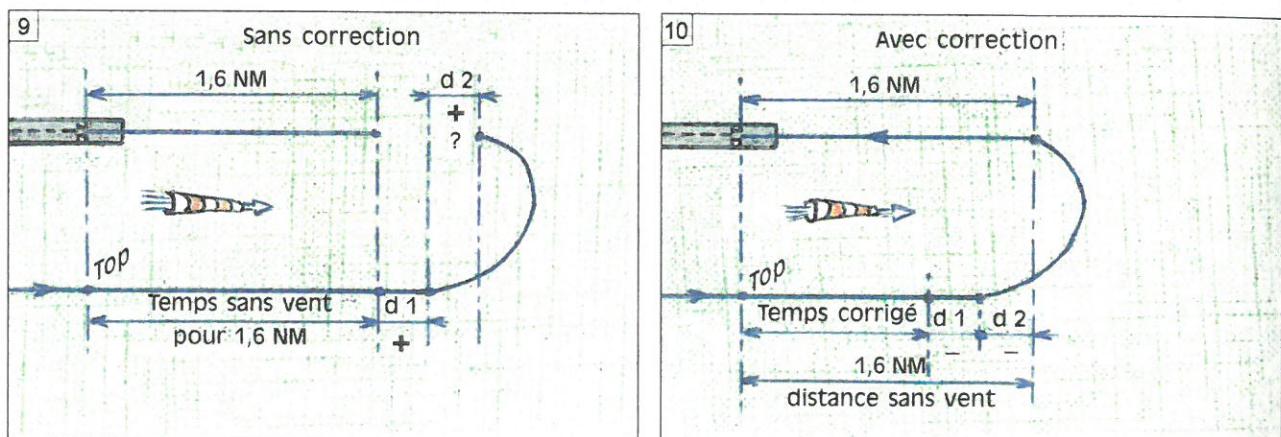
10) Au plus bas à 300 ft, l'avion devra être stabilisé sur le plan de 3° à 1,3 de Vso puissance adaptée (tableau page 106) suivi d'une check avant atterrissage. Au point de vue des messages radio, on considérera comme étape de base, les deux premiers tiers du dernier virage et le dernier virage pour le dernier tiers.

REMARQUE AU SUJET DU DERNIER VIRAGE : Si le circuit de piste a été conduit parfaitement, le dernier virage s'effectuera comme prévu au taux standard. Mais pour diverses raisons, vers la fin de celui-ci, il peut-être nécessaire de serrer ou desserrer ce dernier virage afin de bien terminer sur l'axe de piste et sur le plan, l'essentiel étant de ne pas passer à côté de l'axe de piste ce que l'on appelle en anglais "*overshoot*". Pour éviter de passer à côté de l'axe, lorsque l'on arrive perpendiculaire à l'axe de piste, on devrait être à environ 15° de celui-ci (**Fig. 7**) visualisable sur les vitres (**Fig. 8**). Si cet angle est plus faible (**Fig. 8'**), il faudra serrer le virage et augmenter le taux de chute. Si il est plus grand (**Fig. 8''**) exécuter une courte ligne droite en palier, un peu comme dans le cas (**Fig. 12**). Lorsque la piste est en vue à 15° (**Fig. 8**), reprendre le virage et la descente.



ÉTUDE DU TOUR DE PISTE (suite)
LE CIRCUIT STANDARD 1000 ft
**CORRECTION DES EFFETS DU VENT :**

a) Vent de face : on réduira le temps d'éloignement en vent arrière environ deux fois la valeur de la dérive maxi X_m (voir page 221) transformée en secondes pour qu'en fin de virage on se trouve bien sur le plan à 1,6 nautique.



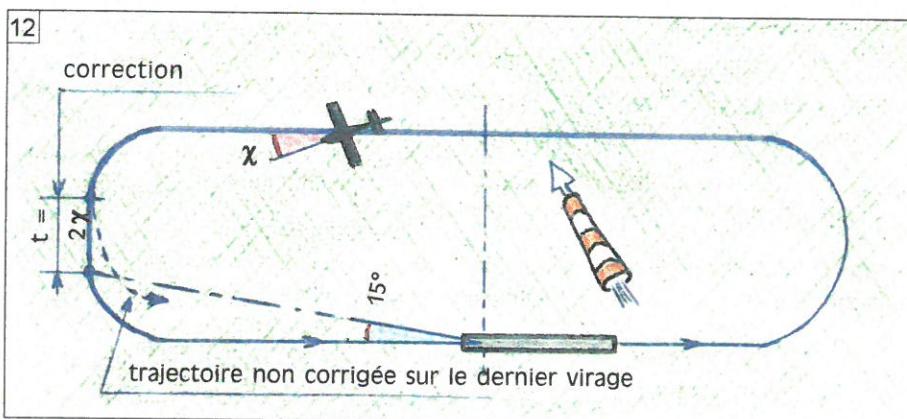
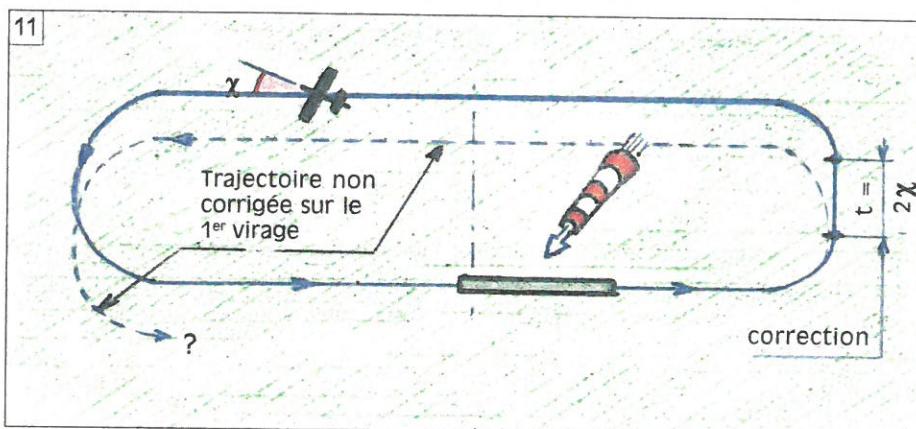
Empiriquement avec nos avions légers on peut employer une formule simple pour réduire les éloignements :

1 seconde par nœud de vent

Remarquons que cela correspond au double du temps (à minorer si le vent est de face à l'atterrissement) que pour un circuit rectangulaire (rappel page 120). En effet, on s'aperçoit au regard de la (Fig. 9), que l'on subit deux fois l'effet du vent : La première fois sur l'éloignement (comme nous allons plus vite vent arrière) il nous décalera de la quantité d_1 et la seconde dans le virage qui nous décalera de la quantité d_2 . À la fin du virage, si nous sommes à 500 ft, nous ne serons pas sur le plan... La (Fig. 10) nous montre que pour terminer sur l'axe à 1,6 NM et 500 ft, il faudra prendre un top égal à l'éloignement sans vent – ($d_1 + d_2$) ainsi à la fin du virage nous arriverons au point souhaité...

b) Avec du vent de travers : Là encore il faudra corriger l'effet du vent, d'une part en vent arrière en affichant une correction de dérive et d'autre part sur l'un des virages :

– **Le vent tend à nous rapprocher de la piste (Fig. 11)** : Dans ce cas, il faudra effectuer une ligne droite sur le premier virage afin de remonter l'effet du vent car le dernier virage sera élargi, par le vent.



– **Le vent vient de la piste (Fig. 12) et tend à nous en écarter** : Dans ce cas, il faudra effectuer une ligne droite sur le 2^e virage au cap perpendiculaire (en palier).

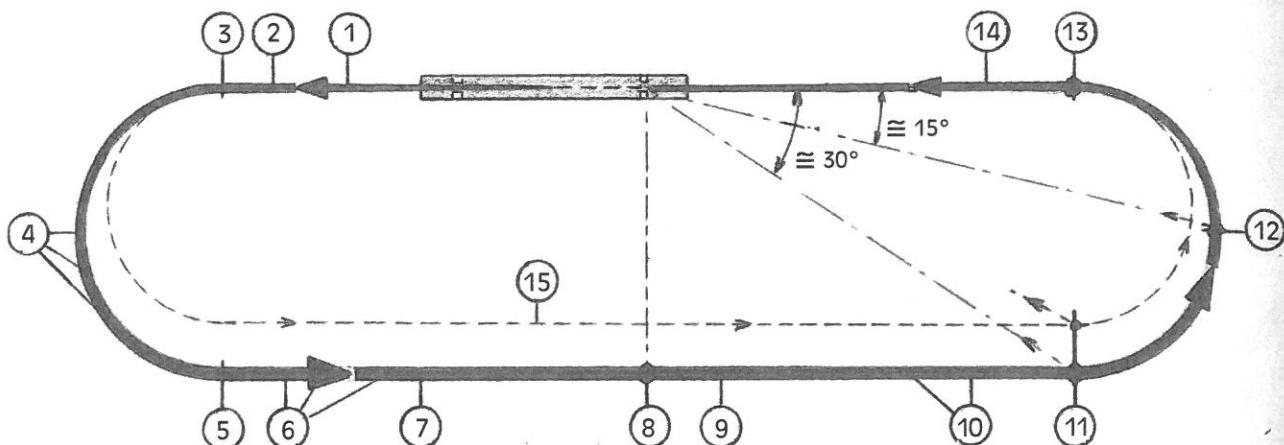
Si nous travaillons au chrono, comme le vent est subi sur les deux virages, retenons que le temps des lignes droites emploiera les mêmes formules que précédemment soit deux fois la valeur de la dérive maxi en seconde ou plus simplement 1 seconde par kT de vent... (soit $2 \times x$).

Dans ces deux cas, l'écartement latéral de la vent arrière est modifié, le repère d'aile habituel ne sera pas sur la piste. Selon l'exemple (Fig. 11) nous serons un peu plus près alors que (Fig. 12) nous serons un peu plus loin. En situation (Fig. 12) il est également possible de serrer un peu le 1^{er} virage, l'inclinaison devant varier d'une demi-dérive (ex.: dérive 10° = 5° d'inclinaison en plus).

Si nous prenons l'écartement habituel (donc à vue) il faudra travailler avec l'angle de 15° (voir page 126) soit faire une ligne droite si l'angle est plus grand ou serrer le virage en inclinant davantage si l'angle est plus faible. Cet angle peut s'évaluer avec des repères pris sur l'avion. Ainsi arrivée au cap perpendiculaire, la piste doit se trouver dans l'alignement du repère, si nous sommes en bonne position. Si elle se trouve en avant ou en arrière de celui-ci il faudra apporter une des corrections citées plus haut.

LE CIRCUIT STANDARD 1000 ft

DÉTERMINER POUR VOTRE AVION LES PARAMÈTRES DU CIRCUIT STANDARD :



1	Montée initiale : Vitesse _____ volets braqués à _____
2	400 ft H.S.D. volets zéro - pompe - phares coupés, vitesse _____ puissance _____
3	500 ft mini (700 si vent fort) virage au taux standard, inclinaison : _____
4	Mise en palier en attente : Vitesse _____ puissance _____ Celle-ci interviendra +/- tôt en fonction des performances de l'avion.
5	Sortie de virage au cap vent arrière \pm la dérive – puissance réajustée à _____
6	Préparer l'avion à la configuration approche initiale : Volets braqués _____ train sorti. Puissance réajustée si nécessaire à : _____ Pompe - phares sur marche. Réchauffage carburateur si nécessaire – Vitesse _____ (soit 1,45 de Vs1).
7	Vérifier si l'écart est compatible (position aile par rapport à la piste) sinon corriger.
8	Début d'éloignement soit top chrono de _____ secondes (sans vent pour 1,6 NM)
9	Check approche _____
10	Vérifier si l'écartement latéral a gardé la même valeur qu'en 7, corriger si nécessaire.
11	Éloignement accompli ou position de la piste par rapport à la vitre arrière ou angle arrière voisinant 30°, passer en descente approche selon l'ordre (assiette - puissance - virage). Soit afin de maintenir la vitesse d'approche en descente, afficher puissance de _____ pour une Vz de - 500 ft/mn _____ virage au taux standard, soit une inclinaison constante de _____. - Vitesse maintenue à : _____
12	Arrivée à 750 ft (faire le nécessaire) et vérifier si l'angle avec la piste fait bien environ 15°. Si plus faible serrer le virage, plus important effectuer une ligne droite en palier jusqu'à interception de celui-ci pour reprendre descente et virage (assiette - puissance).
13	Terminer le virage à 500 ft (faire le nécessaire). Sur le plan, ailes horizontales réduire la puissance à : _____ pour aller chercher 1,3 de la Vs, sortir les pleins volets. À l'approche de 1,3 de Vso soit _____ réajuster la puissance à _____ et maintenir la Vz nécessaire au maintien du plan _____ (sans vent).
14	À 300 ft au plus bas, il faut être stable sur le plan, vitesse stabilisé à 1,3 de la Vs. Check avant atterrissage : _____
15	Le circuit pointillé correspond à celui dont la vitesse d'approche est plus faible. Exemple : l'extérieur à 100 kT, le pointillé à 80 kT.

PRINCIPAUX ÉLÉMENTS DES PROCÉDURES RADIO

Radio

QUELS SONT LES ÉLÉMENTS ESSENTIELS DONNÉS PAR RADIO QU'IL FAUT RÉPÉTER ?

- Au départ :**
- La piste en service, **QFU** appelée également Québec Fox Uniforme.
 - Le **QNH*** appelé également Québec Novembre Hôtel.
 - Le **QFE*** appelé également au Québec Fox Écho.
 - Éventuellement la direction et force du vent pour un choix de piste.
- Avant décollage :**
- La direction et force du vent (1).
 - Éventuellement le point de sortie ou le secteur, ou la destination.
- À l'arrivée :**
- La piste en service ou **QFU***.
 - Le **QNH** et le **QFE**.
- En vent arrière :**
- Le numéro d'ordre à l'atterrissement.
 - Le prochain point de report dans le circuit.
- En dernier virage ou en finale :**
- La direction et la force du vent (1).

*Il est indispensable d'accuser réception de ces différents éléments sauf (1)***DÉFINITION :**

Des expressions particulières sont couramment employées, issues d'un code spécifique, le code Q, dont nous retiendrons les plus courantes :

* **QNH** : Réglé à cette pression, l'altimètre indiquerait zéro au niveau de la mer. Utile en voyage pour connaître son altitude par rapport aux obstacles. Il suffit de soustraire l'altitude topographique indiquée sur la carte de l'altitude indiquée à l'altimètre pour connaître sa hauteur par rapport aux obstacles (voir page 198). On dit également que le QNH est une **ALTITUDE**. Ainsi dans les expressions employées, si un contrôleur vous demande (par exemple) : "Quelle est votre altitude ?", il ne faut pas répondre : "**Nous sommes à 2500 ft QNH**", mais simplement : "**Nous sommes à 2500 ft**" ce qui sous entend forcément QNH.

La valeur du QNH est donnée par une tour de contrôle, mais il est possible de la déterminer au sol en affichant à l'altimètre, l'altitude de l'aérodrome par rapport au niveau de la mer (celle-ci figure sur les cartes aéronautiques) et de lire sur l'altimètre la pression qui en résulte (voir page 197).

* **QFE** : Réglé à cette pression, l'altimètre indiquera zéro au sol sur l'aérodrome concerné. Si un pilote exprime la hauteur de son appareil par rapport à cette référence, il doit indiquer, exemple : "**Je suis à 1500 ft QFE**". Dans ce cas, il faut bien faire le **DISTINGUO**, il s'agit d'une hauteur et pas d'une altitude... QNH et QFE sont exprimés en hectoPascal (hpa) unité de pression atmosphérique.

* **QFU** : Le numéro de la piste exprimé en dizaine de degrés par rapport à son orientation magnétique. Ainsi une piste orientée au cap 280° sera mentionnée "**piste 28**", une autre au cap 010 sera dite "**zéro une**" et non pas "**piste 1**", ceci afin d'éviter des **CONFUSIONS** car dans ce cas précis, il peut exister des pistes au 100° dite "**piste 10**", à ne pas confondre avec "**01**". Les mots ont donc leur importance !!!

LES MOTS À DIRE ET NE PAS DIRE :

Afin d'éviter toute confusion, ne pas employer les mots "**autorisation**" ou "**autorise**", ni "**piste claire**". Autorisation ou autorisé sont réservés au contrôleur et clair peut être confondu avec le mot anglais "**cleared**" qui signifie autorisé... Accusez réception des éléments ayant trait à la sécurité, QNH, QFE, piste, ne pas répéter le vent qui est l'affaire du pilote et indiquer ce que vous effectuez.

- Exemple : – Tour de contrôle : "**Autorisé à décoller A.S. vent du 260°, dix noeuds**".
- Pilote : "**Je décolle A.S**" (dans ce cas évitez d'encombrer la piste, il faut s'exécuter).
 - Si vous demandez l'alignement sur la piste, vous ne pouvez pas décoller sans l'avoir demandé ou en avoir reçu l'ordre.
 - On ne dit pas "**Virage à droite après décollage**", mais "**Virage à droite après envol**", le mot décollage est réservé au contrôle.
 - Employer le mot "**affirme**" et non pas "**affirmatif**" (comme les militaires), par contre et pour ne pas confondre vous pouvez dire "**négatif**" en entier.
 - Une tour de contrôle vous dira : – "**Derrière le TB 20 en courte finale, alignez-vous derrière**".
 - Vous répondrez : – "**Derrière le TB 20 en courte, je m'aligne et je maintiens**".
 - Le mot "**derrière**" est employé deux fois par un contrôleur, mais une seule fois par le pilote.

PRINCIPAUX ÉLÉMENTS DES PROCÉDURES RADIO (suite)

Radio

– Lorsque le trafic est faible, le contrôleur peut escamoter un des éléments de la procédure, par exemple, demander au pilote de rappeler seulement en finale. Dans ce cas ne pas se signaler avant (sur la base par exemple).

Ne pas employer de mots anglais dans une procédure française, par exemple : "**Touch and go**" on dit "**pour un touché**", ou "**Rolling take off**" on dit "**décoller en roulant**" ou "**décollage immédiat**".

L'ATIS : Sur des aérodromes à fort trafic, on n'a pas à demander les consignes pour le départ ou l'arrivée. Celles-ci sont automatiquement diffusées sur la fréquence précise qu'il suffit d'écouter (c'est un répondeur quasi permanent). Par contre au premier contact avec la fréquence prévue, vous devrez indiquer que vous avez les infos ATIS ainsi que sa nature donnée par une lettre (**alpha - bravo**, etc.) qui peut varier dans la journée. Exemple : "**Montpellier du TB 20, F-GJMB, au parking Alpha avec l'info Charlie, bonjour !**"

Conseils : Dans la mesure du possible, on évite d'encombrer une fréquence, pas de longues conversations !...

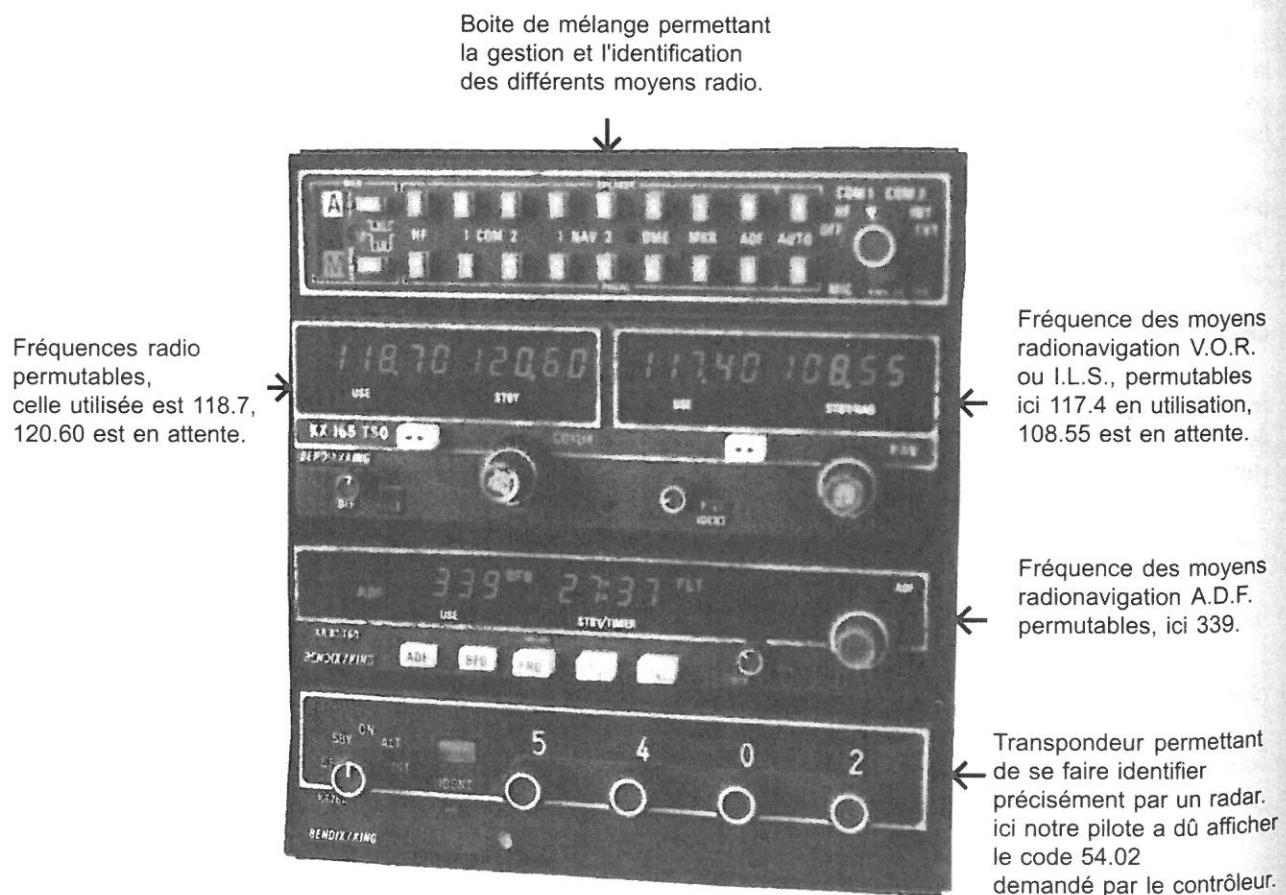
– Attention de ne pas couper un message, écouter un instant avant de parler.

– À moins qu'il ne s'agisse d'un ordre concernant la sécurité, penser au pilotage d'abord car le contrôleur n'est pas dans l'avion... Ainsi, si vous effectuez une opération, il faut d'abord la terminer avant de répondre, ce qui n'empêche pas l'exécution de l'ordre. Exemple : en phase de décollage, le micro tombe sur le plancher, ne pas le ramasser avant que la phase de décollage et montée initiale ne soit terminée.

Toute cette phraséologie est en vigueur depuis 1984, et pourtant aujourd'hui encore des expressions à ne plus employer sont toujours. Elles sont parfois source de confusions ayant produit quelques accidents graves. Soyez rigoureux et sachez-vous remettre au goût du jour régulièrement... .

ATTERRIR AU QNH : Il est possible d'atterrir avec l'altimètre réglé au QNH. Dans ce cas, l'altimètre n'indiquera pas zéro à l'atterrissement, mais l'altitude topographique de l'aérodrome. Exemple : - Aérodrome dont l'altitude est de 280 ft, l'altimètre indiquera cette altitude lorsqu'il sera au sol et si le tour de piste doit s'effectuer à 1000 ft sol, il indiquera 1280 ft pour être à cette hauteur. Sur des altimètres bien équipés figurent des index qu'on règle à l'altitude de l'aérodrome pour disposer d'une référence.

EXEMPLE D'APPAREILLAGE RADIO ET RADIONAVIGATION :



EXEMPLE DE PHRASEOLOGIE EMPLOYÉE

Radio 2

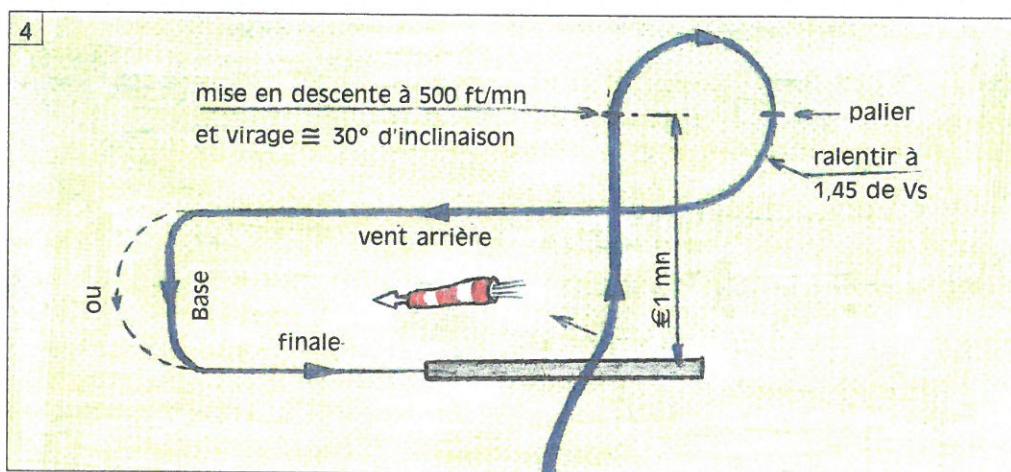
Dans cet exemple, nous considérerons l'avion DR-400 F-GCAS dit Fox-Golf-Charlie-Alpha-Sierra avec la tour de contrôle de l'aérodrome de Deauville.

LIEU AVION	PILOTE	TOUR DE CONTRÔLE
<i>Au parking pour le départ :</i>	1) - Deauville du DR-400 F-GCAS au parking, bonjour. 3) - Deauville de F.A.S. le roulage pour un vol local (ou tours de piste, ou destination de...). 5) - Je roule pour la 30, 1017 et 1000 F.A.S.	2) - F.A.S. bonjour. 4) - F.A.S. roulez pour le point d'arrêt de la piste 30, QNH 1017, QFE 1000.
<i>Au point d'arrêt, prêt au décollage et en sortie de la zone d'aérodrome :</i>	6) - Deauville de F.A.S. prêt au décollage. 8) - Je m'aligne et je décolle F.A.S. 9) - Deauville de F.A.S. en sortie de zone pour quitter. 11) - Au revoir F.A.S.	7) - Autorisé à vous aligner et à décoller F.A.S., vent du 280, 10 nœuds. 10) - Pouvez quitter la fréquence F.A.S., au revoir.
<i>A l'arrivée :</i>	12) - Deauville du DR-400 F-G.C.A.S., bonjour. 14) - Deauville de F.A.S. en provenance de*... (ou retour de vol local) pour atterrissage. 16) - Je rappelle en vent arrière gauche pour la 30, 1018 et 1001 F.A.S.	13) - F.A.S. bonjour. 15) - Rappelez en vent arrière gauche pour la piste 30, QNH 1018, QFE 1001.
<i>En vent arrière :</i>	17) - Deauville de F.A.S. en vent arrière gauche 30. 19) - Reçu A.S. N° 1 en vue.	18) - Poursuivez F.A.S. vous êtes N° 2 derrière un TB-10, rappelez en base.
<i>En étape de base :</i>	20) - F.A.S. en base gauche 30. 22) - Rappelle dernier virage F.A.S.	21) - Rappelez dernier virage F.A.S.
<i>Dernier virage :</i>	23) - F.A.S. en dernier virage. 25) - J'atterris F.A.S.	24) - Atterrissez F.A.S. N° 1 maintenant, vent 320/15 nœuds.
<i>Après l'atterrissement et arrivée au parking :</i>	26) - F.A.S. la piste est dégagée. 28) - Je rappelle au parking F.A.S. 29) - Deauville, F.A.S. au parking pour quitter - Au revoir.	27) - Reçu F.A.S. rappelez au parking pour quitter. 30) - Au revoir F.A.S.

L'INTÉGRATION DU CIRCUIT D'AÉRODROME NON CONTRÔLÉ (suite)

Application

La Fig. 4 nous montre une autre méthode d'intégration par la verticale.



En cas de parachutage ou de voltige au-dessus d'un aérodrome non contrôlé, on abordera le circuit avec prudence en évitant la verticale du terrain. Pour cela on passera un peu plus au large.

On observera vers le haut les manœuvres éventuelles de l'avion largueur, des parachutistes ou de l'avion de voltige de façon à éviter leurs trajectoires, il en est de même, des aérodromes où se pratique le vol à voile, attention au câble de treuillage.

CONDITIONS D'INTÉGRATION D'UN AÉRODROME NON CONTRÔLÉ :

- 1) Intégrer par la verticale obligatoirement par une hauteur supérieure au circuit de piste.
- 2) Aérodrome ouvert à la circulation aérienne publique ou le permettant.
- 3) Aérodrome accessible (indiqué par l'aire à signaux, c'est-à-dire pas de croix jaune sur fond de carré rouge – pas de croix blanche sur la piste (travaux ou autres choses possibles)).
- 4) Vent pour le choix de la piste, temps d'éloignement et vario.

CONDITIONS D'INTÉGRATION D'UN AÉRODROME DISPOSANT D'UN ORGANISME APPELÉ AFIS :

Dans ce cas, la personne qui vous répond n'est pas un contrôleur de la navigation aérienne. Il n'a pas les mêmes prérogatives, c'est un agent AFIS susceptible de vous donner des informations et non pas des autorisations. De même pour le pilote, il ne doit pas demander d'autorisation mais des informations, par exemple pour le départ : – **Aubenas du DR 400 F-GJZJ quels sont les paramètres pour un départ vers Marseille ?**

Voici les conditions générales :

- 1) Si aérodrome autorisé aux appareils sans radio, comme sur aérodrome non contrôlé par une verticale de l'aérodrome, mêmes conditions d'intégration.
- 2) Si aérodrome non autorisé aux appareils sans radio (parfois approches IFR possibles) :
 - a) si trafic dans le circuit, intégrer par une verticale puis intégration ou en vent arrière si elle est directe,
 - b) si aucun trafic, une approche directe est possible si le service AFIS est actif et qu'il indique qu'il n'y a pas de trafic connu dans le circuit.
- 3) Dans tous les cas si le service AFIS n'est pas assuré (en dehors des horaires par exemple), l'intégration devra s'effectuer comme sur un aérodrome non contrôlé, par une verticale, et reconnaissance de l'aire à signaux.

Remarques : Dans tous les cas, en Finale, un petit coup d'œil au directionnel permettra de s'assurer que le cap correspond bien au N° de la piste (QFU).

ÉTUDE DU DÉCOLLAGE PAR VENT DE TRAVERS

Application

QUEL EST L'OBJECTIF ?

Par une technique appropriée, contrôler la trajectoire de l'avion rendue plus difficile par vent de travers, lorsqu'il n'y a pas de possibilité de décoller face au vent.

Analyse : tant que l'avion est en contact avec le sol, il s'agit d'un cas de roulage au sol par vent de travers, en ligne droite (rappel page 31) avec une vitesse qui va en croissant, donnant aux gouvernes une efficacité de plus en plus grande au fur et à mesure que la vitesse croît.

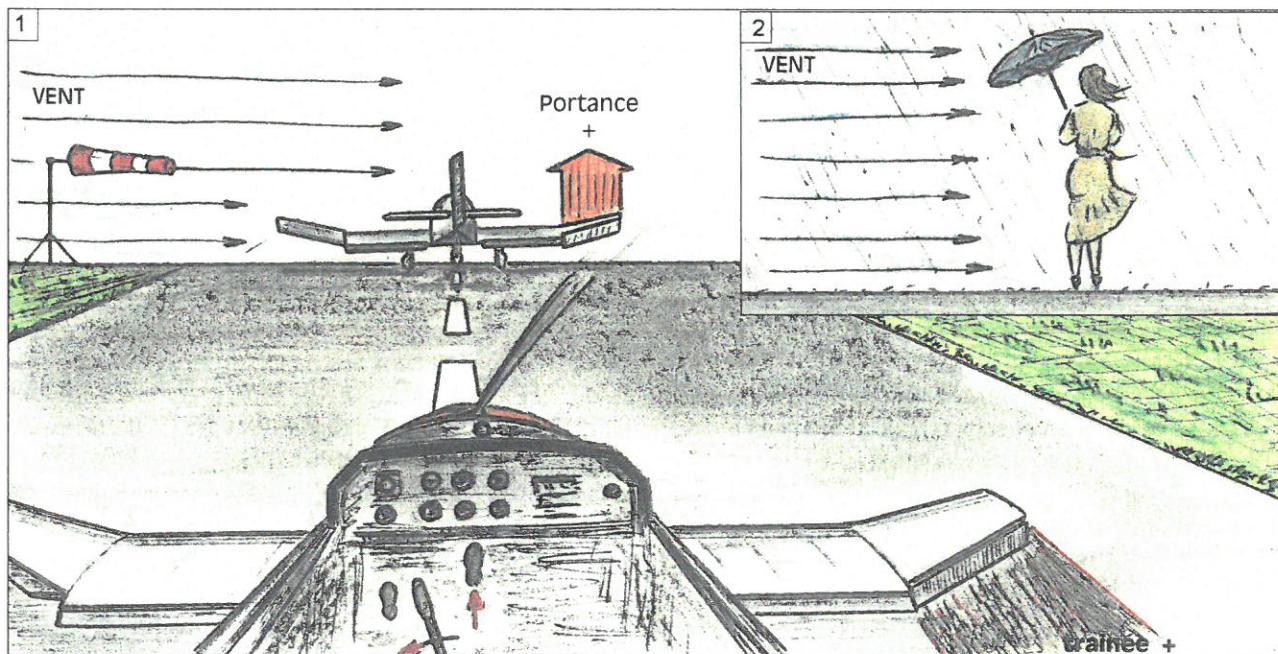
Il faut vaincre d'une part, "*l'effet de girouette*" provoqué par le vent, effet qui tend à faire pivoter l'avion face au vent et occasionner une sortie de piste, et d'autre part, les effets moteur qui se cumulent ou se retranchent à l'effet de girouette, selon que le vent vient d'un côté ou l'autre. Sur la plupart de nos avions dont le moteur tourne à droite, la tendance à l'embardée sera plus importante à gauche qu'à droite, en raison des effets moteur qui se cumulent à l'effet de girouette et inversement pour moteur tournant à gauche (rappel effets moteur au décollage pages 93/94). De plus, il faudra vaincre également la tendance à se faire soulever l'aile du côté d'où vient le vent, surtout s'il est fort... (Fig. 1) et (Fig. 2).

QUELLE TECHNIQUE EMPLOYER ?

Avant le décollage "*un coup d'œil à la manche à air*" ou au début du roulage une aile qui "tend" à se soulever donne une indication de la direction globale d'où vient le vent (gauche ou droite). A partir de ces informations appliquer la règle :

Par vent de travers et durant toute la phase du roulage «**MANCHE DANS LE VENT**» c'est-à-dire du côté d'où il vient «**PALONNIER A L'OPPOSÉ DU VENT**» avec une action plus ou moins importante, selon l'effet et la direction du vent qui se cumule ou se retranche aux effets moteur. Pour cette raison attention ! l'action du palonnier **NE DOIT PAS ETRE SYSTEMATIQUE**, il faut rester sur l'axe de décollage ... (Fig. 1)

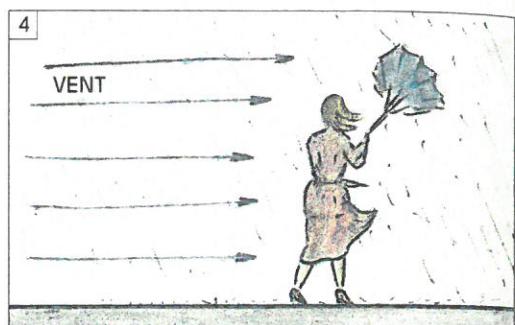
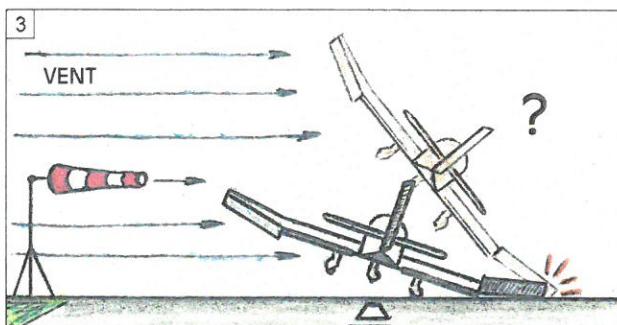
Exemple : moteur tournant à droite, vent venant de droite. Une certaine force de vent peut annuler les effets moteur, ne nécessitant pas d'action prédominante du palonnier à l'opposé (gauche).



Remarquez l'analogie du manche "*dans le vent*" et du parapluie, même côté par vent de travers, à gauche dans les exemples.

ÉTUDE DU DÉCOLLAGE PAR VENT DE TRAVERS (suite)

Application



Erreur à ne pas commettre par vent "très fort", manche "à l'opposé du vent", là encore on remarque l'analogie avec le parapluie...

En dehors de cette position principale (de base) des commandes, la technique de décollage est identique à vent dans l'axe "**le moment délicat**" intervenant :

1) Sur appareil à train tricycle : au moment de la rotation (décollage) **surtout si le vent vient du côté défavorable**, car la roulette avant, crée un couple qui contre une partie de l'effet de girouette et des effets moteur tant qu'elle est en contact avec le sol. Pour faciliter la tenue d'axe il est souvent conseillé d'appliquer la roulette de nez au sol durant toute la phase de roulage par une légère action du manche vers l'avant. Au moment du décollage, il faudra s'attendre à devoir renforcer l'action sur le palonnier à l'opposé du vent **surtout du côté défavorable** (à gauche sur la plupart de nos avions, d'où action nécessaire du palonnier à droite) car la roulette ne s'oppose plus aux effets cités. (Ces effets et remèdes sont moins sensibles avec vent de droite en raison des effets moteur).

2) Sur appareil à train classique : c'est au moment de la mise en ligne de vol **surtout avec vent de côté défavorable** car dans ce cas précis l'effet gyroscopique (page 36) se cumule aux autres effets moteur et à l'effet de girouette.

Il faudra donc s'attendre à renforcer l'action sur le palonnier à ce moment. Pour ces raisons, la mise en ligne de vol, ne devra jamais intervenir à moins de **0,6 Vs** afin de garantir l'efficacité des gouvernes.

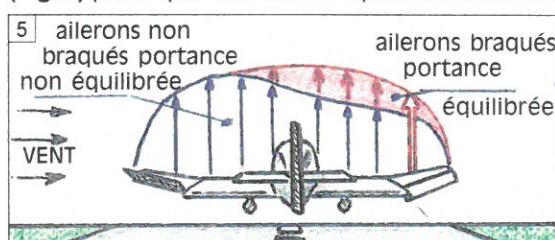
Bien entendu phénomènes et actions sont inversés si le moteur tourne à gauche.

CONCLUSION À RETENIR : Sur les avions dont le moteur tourne à droite **L'ACTION SUR LE PALONNIER A L'OPPOSÉ DU VENT DEVRA SE RENFORCER**, surtout par vent de gauche :

- Au moment de la rotation (décollage) sur train tricycle
- Au moment de la mise en ligne de vol sur train classique

MANŒUVRES DE DÉCOLLAGE ET MONTÉE :

Le pilote doit "**épauler le vent**" comme une femme qui tient son parapluie du côté du vent (**Fig. 2**) pour éviter de se faire emporter si le vent est fort (**Fig. 3 et 4**). Avec l'accélération, les commandes vont devenir plus efficaces, on réduira donc l'action latérale du manche au fur et à mesure que l'avion accélère, mais cette action ne devra pas être annulée au moment de la rotation si on veut décoller ailes horizontales. En effet, l'avion est attaqué obliquement par la masse d'air et l'aile au vent porte davantage (**Fig. 5**). Il est même tolérable de voir l'avion décoller légèrement incliné du côté vent (**Fig. 6**) plutôt que le contraire... qui serait le cas si le manche était ramené au neutre latéral... De plus, manche dans le vent va dans le bon sens pour la prise de dérive après le décollage.



Dès qu'il est dégagé du sol, avec un vario positif, pour conserver l'axe de décollage, il faut se mettre en dérive (**Fig. 7 et 8**) en neutralisant l'inclinaison, ceci en ramenant le manche sensiblement au neutre latéral et, simultanément en relâchant l'action du palonnier, de façon à revenir en vol symétrique (bille au milieu) qui permet l'obtention d'un meilleur taux de montée, plutôt que de continuer à monter incliné.

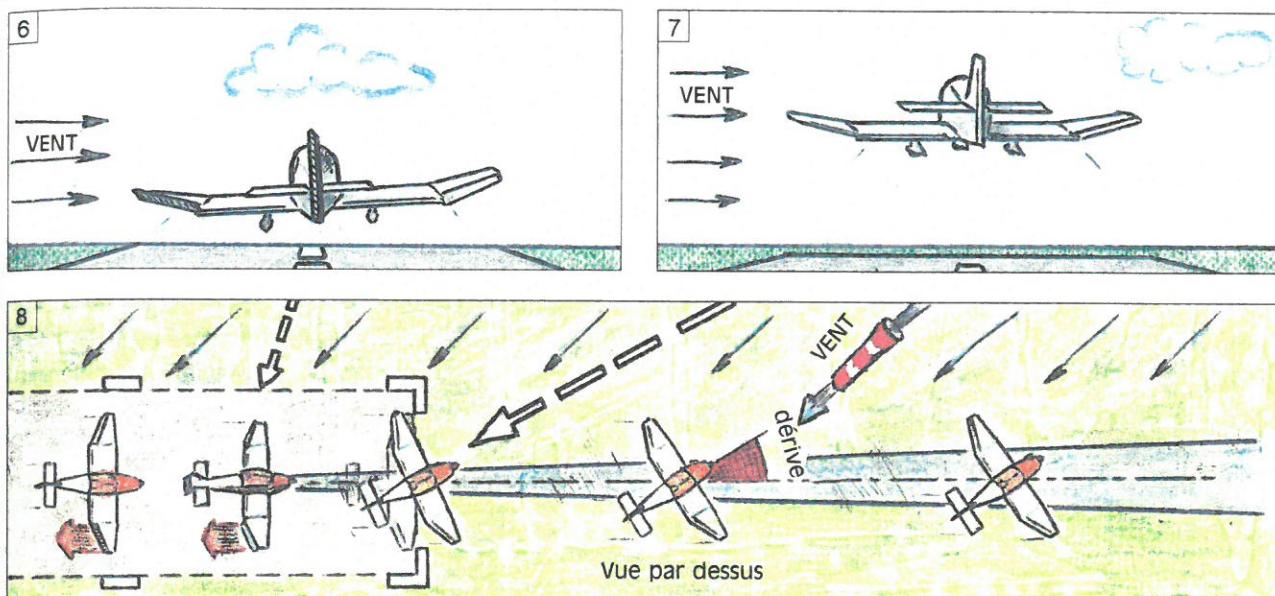
Exemple : Décollage par vent de gauche. Le manche (ou le volant) est à gauche et le palonnier domine à droite au moment de la rotation. Dès que l'avion est bien dégagé du sol avec un vario "**positif**" ramener la bille (qui est à gauche) au milieu...

ÉTUDE DU DÉCOLLAGE PAR VENT DE TRAVERS (suite)

Application

...au milieu, par une action "***dosée***" du palonnier que l'on relâche et du manche qu'on ramène simultanément sensiblement au neutre latéral, image que l'on peut rapprocher d'une façon simpliste par :

- **PALONNIER CÔTÉ VENT, MANCHE A L'OPPOSÉ**, ce qui permet un retour en vol symétrique à inclinaison nulle en correction de dérive ou en crabe (Fig. 8).



Le dosage sur les commandes : sera fonction de la force du vent et des effets moteur ainsi que l'efficacité des gouvernes qui croît avec la vitesse d'ou braquage nécessaire moindre, au fur et à mesure de l'accélération. Nous remarquons cependant que l'action du palonnier sera "***prédominante***" du côté opposé au vent. Ainsi au roulage si l'avion fait une embardée, pour revenir sur l'axe il faut :

- embardée côté vent : renforcer l'action du palonnier à l'opposé du vent.
- embardée côté opposé au vent : relâcher seulement l'action du palonnier (vers le neutre), l'effet de girouette contribuera au retour sur l'axe.

ATTENTION !

Les avions sont limités à une certaine force de vent de côté, au-delà de laquelle les gouvernes risquent de ne plus avoir assez d'efficacité pour maintenir l'avion sur la piste. Un cas extrême peut nous conduire au même résultat que (Fig. 3). Consultez le manuel de vol ! Limite de votre avion école _____

A titre indicatif, effet du vent latéral = ***Vitesse du vent × sinus angle au vent*** (voir page 221), ainsi :

- **Plein travers** : le vent a toute sa valeur, c'est là qu'il faut être le plus vigilant.
- **A 30° de l'axe de piste** : il équivaut à la moitié de sa force. Ainsi pour un avion limité à 20 Kt plein travers à 30°, de l'axe de piste, l'influence de ce vent de travers sera équivalente à 10 Kt. La limite sera alors atteinte avec un vent de $40 \text{ Kt} \times \frac{1}{2} = 20 \text{ Kt}$ (de force effective latérale).
- **A 60° de l'axe de piste** : le vent a encore 80 % d'effet de sa force.

Remarque : Si au départ d'un décollage avec vent du côté défavorable la tenue d'axe et le maintien sur la piste s'avèrent impossibles, si la longueur de piste le permet il est parfois possible de tenter de décoller en sens inverse même avec une légère composante de vent arrière. Le vent viendra alors du côté favorable donnant plus de marge de braquage des gouvernes avant d'atteindre les butées (de l'effet de girouette se retranchent les effets moteur).

ÉTUDE DE L'APPROCHE ET DE L'ATTERRISSAGE PAR VENT DE TRAVERS

Application

QUEL EST L'OBJECTIF ?

Comme pour le décollage, par une technique appropriée, contrôler la trajectoire d'atterrissage rendue plus difficile par vent de travers lorsqu'il n'y a pas de possibilité de se poser face au vent.

Dans sa généralité la manière d'atterrir diffère peu d'un atterrissage classique hormis les effets du vent traversier à corriger. Sans perdre de vue les limites du vent de travers, en conditions normales celui-ci doit être considéré comme un jeu et non une difficulté.

ANALYSE : Nous savons qu'au départ pour rester sur l'axe d'approche, l'avion est en "**correction de dérive**" en vol "**symétrique**" (bille au milieu), c'est à dire que l'approche se fait "**en crabe**" (voir pages 132 à 135). On s'aperçoit que cette correction va devoir se réduire un peu vers 150 ft (environ de moitié), car dans les basses couches le vent est freiné par son frottement au sol (**Fig. 3** - et rappel page 105 - **Fig. 19**). On diminue alors la dérive d'environ la moitié vers 150 ft.

Si le vent est fort, la correction de dérive est importante, il est bien évident que si l'avion prenait contact avec le sol en "**crabant**", il pourrait résulter des dégâts: enlever de la gomme aux pneus, ou déjanter, ou pire encore faucher le train d'atterrissage... Il faut donc, qu'au moment du contact avec le sol, les roues et l'axe du fuselage soient sensiblement alignés sur l'axe d'atterrissage. Deux méthodes sont possibles pour obtenir ce résultat :

1) Décrabrer l'avion au dernier moment, avant le touché de roues, par une action sur le palonnier à l'opposé du vent (à droite avec vent de gauche) en maintenant l'inclinaison nulle. Cette technique convient mieux aux avions lourds en raison de "**leur inertie**" qui les maintient plus longtemps sur une même trajectoire, mais convient moins aux avions légers surtout s'il y a des rafales, car le dernier moment est alors plus difficile à percevoir, à fortiori pour un pilote qui ne vole pas assez souvent. En effet, si le décrabage intervient "**trop tôt**", ou "**trop tard**", le résultat est le même que si on n'avait pas décrabé ... La tendance de ces dernières années a été de confondre les avions légers avec des Airbus...

2) Technique mieux adaptée aux avions légers et aux pays à vent fort de travers. On préfère alors décrabrer l'avion plus tôt, de façon à ce que l'axe du fuselage et les roues coïncident avec l'axe d'atterrissage et "**incliner**" si nécessaire aussitôt du côté d'où **VIENT** le vent, pour compenser l'effet de dérive. On épauille le vent comme un parapluie (rappel pages 141-142), tout en agissant sur le palonnier en sens inverse de l'inclinaison pour l'empêcher de virer et contrer l'effet de girouette (rappel page 31), **ce qui nécessite un dosage** bien sûr. Car par vent faible nous constaterons souvent qu'il n'est pas forcément nécessaire d'incliner, pour rester sur l'axe... il faut voir...

Le fait d'incliner l'avion du côté du vent ne constitue pas une acrobatie, il ne faut pas faire la comparaison "**terrestre**" d'un avion qui vole incliné avec celle d'un homme en équilibre sur une jambe.. Un avion vole très bien incliné, rappelez-vous de vos premiers vols et des difficultés à maintenir une inclinaison nulle ...

Ne pas avoir peur d'incliner près du sol, l'inclinaison nécessaire n'est jamais assez importante pour que l'aile touche le sol. Bien entendu, durant cette phase le vol n'est plus symétrique, il ne faut donc pas s'étonner de voir la bille "couler" du côté de l'inclinaison. L'atterrissage se fera "**si nécessaire**" (surtout si le vent est fort) sur "**une roue**", celle du côté d'où vient le vent, ce n'est pas une erreur, même sur le plan mécanique les efforts latéraux sur le train sont très compatibles contrairement à quelques idées qui courrent... Cette inclinaison par vent limite, dépasse rarement 5°.

Remarquons : de l'arrondi jusqu'à l'arrêt la vitesse ira en décroissant donnant aux gouvernes une efficacité de moins en moins grande ce qui nécessitera un braquage des commandes de plus en plus important. Une fois posé il s'agit d'un cas de roulage au sol par vent de travers à vitesse dégressive (rappel page 31). Les effets moteur sont quasiment nuls, puisque la puissance est minimum, il n'y a donc pas de côté favorable ou défavorable comme au décollage.

Il faut combattre avec les palonniers l'effet de girouette qui se manifeste et s'intensifie au fur et à mesure que la vitesse décroît. Par le manche, l'action des ailerons y participe également, comme d'ailleurs lorsque le vent est très fort pour combattre la tendance à se faire soulever l'aile, côté d'où vient le vent, ce qui pourrait au pire conduire à aller toucher le sol de l'autre aile (**même résultat que page 142 - Fig. 3**).

Le vent de travers, surtout s'il est fort réclame de la vigilance !... Surtout ne pas relâcher les actions ce qui est encore plus vrai avec avions à train classique, plus sensible encore au vent de travers. L'atterrissage est terminé lorsque l'avion est arrêté, avant attention !...

ÉTUDE DE L'APPROCHE ET DE L'ATTERRISSEMENT PAR VENT DE TRAVERS (suite)

Application

QUELLE TECHNIQUE EMPLOYER ?

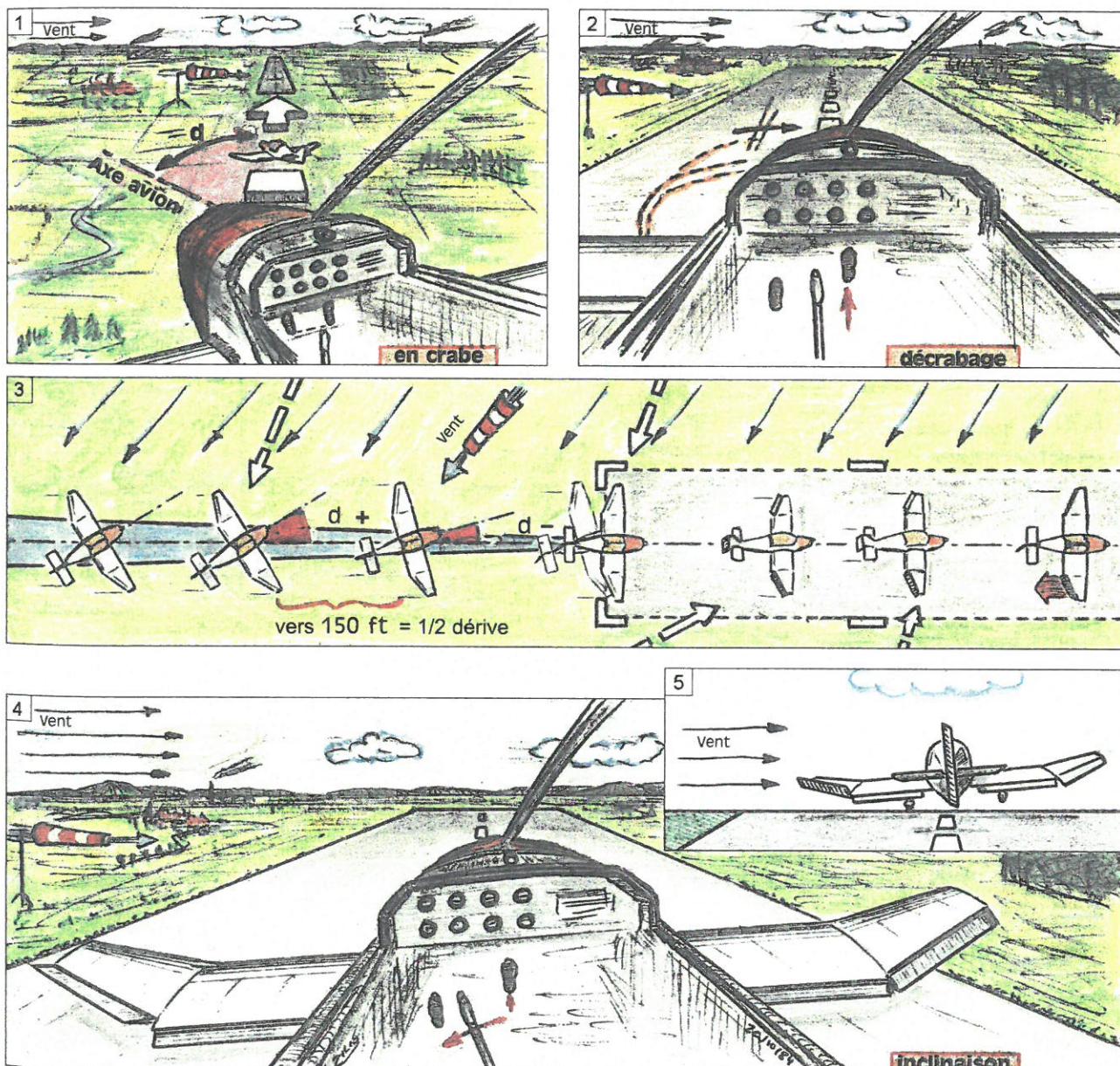
Au départ l'avion est bien maintenu sur la trajectoire d'approche en "**correction de dérive**" (ou en crabe), le nez orienté du côté d'où VIENT le vent sans quoi on ne reste pas sur l'axe. Le vol est symétrique "**bille au milieu**". Pour identifier à coup sûr la direction globale (gauche ou droite) d'où vient le vent et, se préparer à la suite des manœuvres, il faut se poser la question :

**POUR CONSERVER L'AXE D'APPROCHE
DE QUEL CÔTÉ SUIS-JE OBLIGÉ DE MAINTENIR LE NEZ DE MON AVION ?**

Et d'en tirer immédiatement la conclusion,

C'EST LE CÔTÉ D'OÙ VIENT LE VENT.

Le contrôle de cette approche s'effectue si nécessaire par de petites variations d'inclinaison pour se **RÉAJUSTER**, surtout en courte finale lorsqu'il sera nécessaire de réduire la correction de dérive "d" (Fig. 1 et 3). Éviter d'avoir des actions latérales sur le manche, de trop grande amplitude, ce qui est générateur de lacet inverse (rappel page 65) provoquant des "**désaxes**", alors qu'on veut se réajuster. **Des petites corrections rapides sont plus efficaces.**



A l'approche du sol, il va falloir décrabrer et incliner dans le sens prévu par la question et réponse citées plus haut, c'est-à-dire palonnier opposé (soit vers l'axe), manche dans le vent comme le parapluie...

LES INQUIÉTUDES DU DÉBUTANT LORS DES PREMIERS VOL SEUL À BORD

Application

Les premiers vols "**seul à bord**" sont souvent accompagnés de quelques petites aventures. Afin d'en être averti, voici une liste de ce qui pourrait vous arriver. Lorsque vous vous sentirez proche du lâché, prenez-en note...

Dès le décollage, vous allez vous apercevoir que :

- l'avion décollera sur une distance plus courte, car il faudra moins de temps pour atteindre la vitesse de décollage,
- l'avion est plus léger car allégé du poids de l'instructeur ;
- les commandes seront plus sensibles ;
- vous monterez plus vite aux altitudes préconisées. Ainsi, il faudra surveiller attentivement la hauteur du 1^{er} virage, et celle de mise en palier pour ne pas les dépasser... c'est une tendance.

QUELS SONT LES SUJETS D'INQUIÉTUDE ?

Ils proviennent souvent d'une mauvaise manipulation ou d'oubli.

- 1) Au décollage, le moteur vibre :
 - a) le réchauffage carburateur est resté branché : le repousser
 - b) les magnétos ne sont pas branchées sur 1 + 2 : les mettre.
- 2) Au décollage, l'avion accélère mal ou ne monte pas comme d'habitude
 - a) vous n'avez pas mis les gaz à fond : les mettre ;
 - b) vous avez décollé avec les pleins volets : les rentrer doucement, lorsque le vario est positif.
- 3) En vent arrière, on peut rencontrer les mêmes problèmes qu'au décollage mais en plus
 - a) à la mise en palier, l'avion ne prend pas sa vitesse : c'est qu'on a oublié de rentrer les volets les rentrer ;
 - b) un réchauffage carbu. branché lorsque ce n'est pas nécessaire peut occasionner des vibrations le repousser ;
 - c) le moteur s'arrête après avoir tiré le réchauffage carbu : on s'est trompé, on a tiré la mixture, la repousser ;
 - d) à la sortie des volets, la vitesse faiblit anormalement - soit parce que l'avion monte (corriger) ;
 - soit que l'on a braqué les pleins volets involontairement (revenir au braquage préconisé)
 - soit que l'on a oublié de réajuster la puissance (le faire).
- 4) En approche, la vitesse a tendance à être élevée :
 - on a oublié de sortir la quantité de volets nécessaires et la puissance n'est donc pas adaptée.
- 5) A l'atterrissement, l'avion semble ne pas vouloir se poser : vous n'avez pas réduit totalement les gaz.

Bien entendu, si votre avion dispose de plusieurs réservoirs, surveiller la consommation et si nécessaire les permutez, sur le vent arrière, (pas en montée, ni en descente !....).

La panne de radio : si vous êtes sur un aérodrome contrôlé :

- vérifier le volume que vous avez peut-être réduit par inadvertance
- s'il s'agit d'une panne effective, noter les consignes locales pour entrer dans le circuit à la suite d'un vol local - Soyez vigilant !

Consignes :

ÉTUDE DU VIRAGE À FORTE INCLINAISON

Pilotage avancé

QUELS SONT LES OBJECTIFS ?

Apprendre à contrôler l'avion dans ses limites d'inclinaison sans craindre celle-ci, pour accroître d'une part vos capacités manœuvrières et d'autre part, savoir changer rapidement de direction en cas de nécessité (risques d'abordage - obstacle - nuage...) Exploitation du rayon de virage minimum possible.

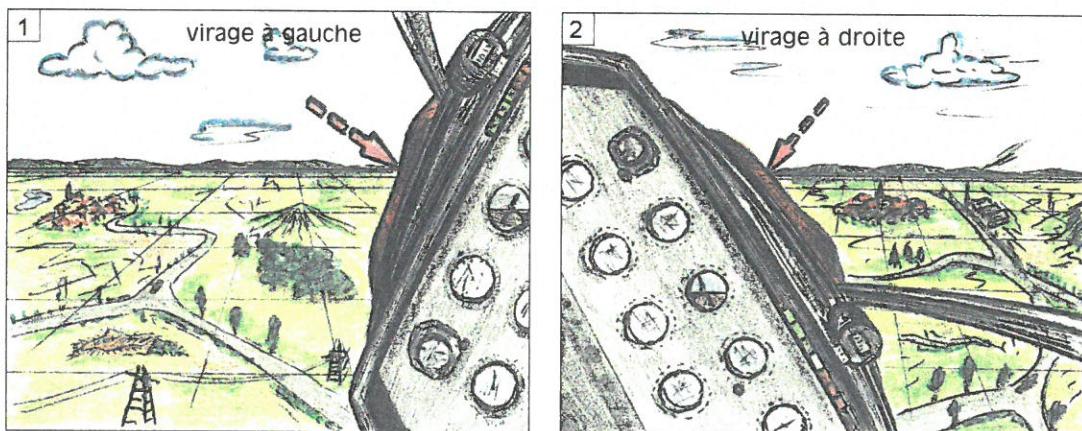
Faire également connaissance des accélérations (plus légendaires que terribles) et s'y adapter progressivement avec l'aide de votre instructeur.

Remarque : c'est un exercice utile auquel il faut s'entraîner régulièrement pour la maîtrise qu'il apporte (permet de porter un jugement sur l'habileté d'un pilote). Il est regrettable de voir qu'une majorité de pilotes soit paralysée devant cet exercice qui leur a été le plus souvent mal présenté.

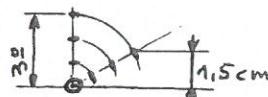
QUELLE EST LA TECHNIQUE ?

On considère généralement comme forte inclinaison, celle qui voisine 60° . La technique ne diffère pas de celle d'un virage normal, si ce n'est dans le dosage sur les commandes plus important. On conseille d'amorcer ce virage avec une certaine énergie pour s'entraîner à l'éventualité d'un évitement.

Là encore on a intérêt à **connaître** (ou à déterminer), **le repère capot ou arceau à amener et maintenir sur l'horizon** pour assurer plus facilement le virage dans le plan horizontal, plutôt que de courir après le vario. Ce repère ne sera pas le même que pour l'inclinaison de 30° , car à 60° pour assurer la portance qui doit doubler, il faut augmenter l'incidence d'une valeur plus importante qu'à 30° , ce qui se traduit par une position capot plus haute que d'habitude (**Fig. 1 et 2**), mais ne pas l'exagérer, c'est une tendance...



En effet, à 60° d'inclinaison, l'incidence doit augmenter de 3° (page 62) mais 3° inclinés à 60° , ne font qu'une variation verticale de $1,5^\circ$ soit $1,5$ cm, ce qui est peu.



La mise en virage : se fera normalement en conjuguant les commandes dans le même sens, un peu plus rapidement que d'habitude, mais sans brutalité. Ne pas augmenter l'incidence de suite en tirant sur le manche trop tôt, ce qui se traduirait par une mise en virage en montant... Se servir de l'axe d'articulation expliqué page 18. L'avion s'inclinera autour de celui-ci, **puis à l'approche** de l'inclinaison de 60° , agir sur le manche vers l'arrière afin d'amener le repère capot sur l'horizon et l'y maintenir fermement. L'action sur le manche vers l'arrière assez importante pourra surprendre le débutant qui hésitera à tirer si fort... Ce qui ne veut pas dire qu'il faut y aller comme un bûcheron ...

La stabilisation : elle intervient vers 60° d'inclinaison généralement. Elle sera plus marquée que pour un virage normal. En effet, il faut contrer un effet de roulis assez important en raison de la différence de vitesse et de portance des deux ailes (rappel page 68), qui tend à augmenter l'inclinaison. Pour bien stabiliser l'inclinaison le manche sera ramené non pas au neutre latéral, mais en opposition à l'inclinaison.

Ex. : en virage à gauche stabilisé, le manche sera arrière bien sûr, mais côté droit d'une valeur assez marquée.

La sortie : là encore, action des commandes plus marquée, manche en diagonale "**vers l'avant**" opposé à l'inclinaison ainsi que le palonnier. La tendance du débutant sera de ne pas assez pousser sur le manche en sortie (ou plutôt de ne pas assez relâcher l'action arrière), ce qui occasionnera une sortie de virage en montant, revenir au repère d'assiette zéro...

ÉTUDE DU VIRAGE A FORTE INCLINAISON (suite)

Pilotage avancé

Utilisation de la puissance : en règle générale on aura intérêt à augmenter la puissance et la maintenir au maxi, car nous savons que le facteur de charge est très important vers 60° d'inclinaison. L'aile doit donc porter "plus" (rappel pages 63 et 64). Incidence et portance, vont devoir augmenter (manche arrière) ce qui amènera parallèlement une augmentation de trainée, qui tendra à réduire la vitesse. Pour que l'avion demeure en équilibre de vol avec une marge de sécurité suffisante (supérieure de 20 % minimum au-dessus de 1,4 de Vs) il faudra augmenter la puissance surtout sur les avions disposant de peu d'excédent de puissance, pour éviter le décrochage en virage, qui interviendrait à 1,4 Vs.

Cette mise en puissance se fera dès le début de la mise en virage. Lors de la sortie de virage, il ne faudra pas oublier de revenir à la puissance initiale.

Remarque sur la vitesse : si on effectue ce type de virage sans apport de puissance ou à puissance plus réduite (qu'il faut déterminer), **la vitesse ne devra jamais être inférieure à 1,5 de Vs** (proche du buffeting ou début avertisseur de décrochage), **ON OBTIENDRA ALORS LE VIRAGE AU RAYON MINIMUM**. Dans ce cas, il faudra être vigilant pour éviter le décrochage (page 86).

La symétrie : plus encore qu'en virage normal, il faut éviter le dérapage extérieur (rappel pages 90 et 91) qui peut accroître la vitesse de décrochage au-delà de **1,4 Vs à 60° d'inclinaison**.

Nota : en cas de décrochage en virage, l'avion aura tendance à s'engager vers le sol ou amorcer une vrille si le virage est dissymétrique.

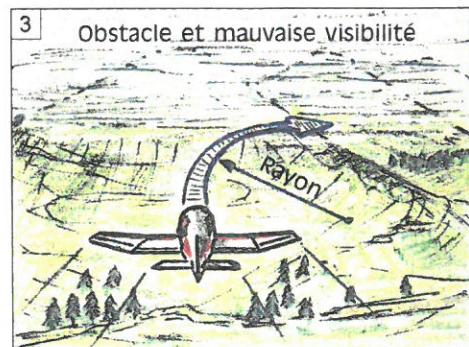
Contrôle de l'altitude : Si en cours de virage, l'avion tend à descendre, pour revenir en vol horizontal (ou pour monter) **DIMINUER LÉGÈREMENT L'INCLINAISON** en conservant l'action arrière du manche, constitue le meilleur moyen de contrôle d'assiette.

Si en cours de virage, l'avion tend à monter, pour revenir en vol horizontal, **RELÂCHER L'ACTION ARRIÈRE DU MANCHE ou AUGMENTER LÉGÈREMENT L'INCLINAISON**.

Il convient de bien contrôler l'inclinaison lorsque le virage est stabilisé car si l'inclinaison tend à diminuer l'avion montera, si l'inclinaison augmente l'avion tendra à descendre.

NOTIONS DE RAYONS DE VIRAGES EN FONCTION DE VITESSE/INCLINAISON :

Vitesse kT et km/h	Rayon à 30° d'inclin.	Rayon à 45° d'inclin.	Rayon à 60° d'inclin.
80 – 150	300 m	150 m	100 m
100 – 180	450 m	250 m	150 m
120 – 220	600 m	350 m	200 m
150 – 280	1000 m	550 m	320 m



La conjugaison des deux facteurs "**inclinaison - vitesse**" permet des différences de rayons très importantes mais "**attention**" faibles vitesses grandes inclinaisons ne sont pas toujours compatibles, il convient de choisir un compromis (rappel pages 85 et 86).

La réglementation donne comme limite permettant le vol à vue, une visibilité horizontale de 1,5 km minimum, ou la distance parcourue en 30 secondes de vol si cette valeur est supérieure à 1,5 km. Ainsi, pour un avion se déplaçant à 120 kT, il lui faut une visibilité minimale de 1,8 km, car celui-ci parcourt 1 NM en 30 s, soit 1,8 km. Par mauvaise visibilité ou plafond bas, on se rend compte immédiatement qu'on est vite sur un obstacle (**Fig. 3**), surtout avec un avion rapide, auquel cas, mieux vaut ralentir à la vitesse d'attente, ou annuler le vol...

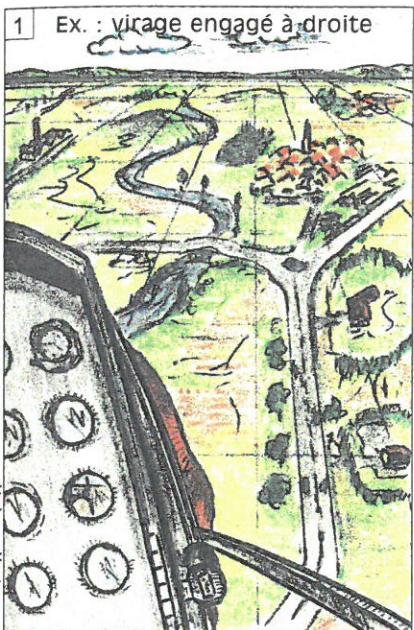
AVERTISSEMENT : Lors d'un virage à 60° d'inclinaison prolongé au delà de 360° de secteur, il peut arriver (surtout en atmosphère calme) de passer dans notre propre turbulence de sillage. Cela peut-être très déconcertant car pendant 2 ou 3 secondes, on a l'impression de perdre le contrôle de l'avion (il ne répond plus) avec la désagréable sensation (fausse), qu'on va passer sur le dos. Sensation de perte de contrôle également à la suite d'un virage moins incliné ou si on croise la trajectoire d'un autre avion léger (ne pas évoluer derrière). On comprend alors ce que pourrait être le sillage d'un gros porteur (rappel page 110)...

QUEL EST L'OBJECTIF ?

Apprendre à réagir correctement et rapidement face à une situation qui peut très vite devenir dangereuse, si les réactions sont mauvaises ou trop lentes. Les situations sont les suivantes : Le virage engagé – le cabré excessif – la vrille et la sortie dos accidentelle.

QU'EST-CE QU'UN VIRAGE ENGAGÉ ? QU'EST-CE QUI PEUT NOUS Y AMENER ?

C'est souvent à partir d'un virage à forte inclinaison qu'on a mal contrôlé au départ et qui prend une valeur d'assiette piquée, assez importante avec une vitesse croissante qui peut rapidement atteindre et dépasser la VNE (rappel page 45), si on ne réagit pas assez vite. Le variomètre accuse une chute importante. Bien qu'il puisse survenir à des inclinaisons plus faibles, c'est à forte inclinaison qu'il peut devenir dangereux.



Il peut être dû à l'inattention du pilote qui, distrait par autre chose, relâche inconsciemment l'action arrière du manche, au par manque d'entraînement, de l'hésitation à tirer suffisamment sur le manche pour maintenir le vol horizontal au départ du virage.

Le premier réflexe serait de vouloir cabrer en tirant davantage sur le manche, conséquence le taux de virage croît puisque l'avion est incliné. Comme celui-ci augmente le rayon de virage diminue, entraînant une augmentation de la vitesse et de la portance de l'aile extérieure au virage (rappel page 68) puisque l'effet de roulis résultant n'est pas contré aux ailerons.

Résultat l'avion s'incline d'avantage et pique encore plus. Voyant cela, le pilote surpris tire encore sur le manche, ce qui entraîne et accentue les mêmes effets... avec en plus l'augmentation du facteur de charge (rappel page 63) et de la vitesse puisque l'avion pique.

L'accroissement rapide de ces facteurs (qui peuvent s'accentuer si on reste passif) prend des proportions qui peuvent rapidement devenir dangereuses, pouvant même conduire l'avion à la rupture (facteurs de charge importants, dépassement de la VNE !!!)

SI VISUELLEMENT, l'ensemble du capot de l'avion est sous l'horizon (**Fig. 1**) ou si à l'horizon artificiel, la maquette voisine des assiettes de -10° à -15° , à forte inclinaison, avec un vario **FORTEMENT NÉGATIF**.
NOUS POUVONS CONSIDÉRER QUE NOUS SOMMES EN VIRAGE ENGAGÉ

ATTENTION ! Les débutants confondent quelquefois le virage engagé avec un départ en vrille. Le départ en vrille est le résultat d'un décrochage dissymétrique (voir page suivante), alors que le virage engagé est un virage dont la vitesse accélère...

COMMENT SORTIR DE CETTE SITUATION DÉLICATE ?

Pour un pilote distrait le virage engagé peut être perçu par une sensation d'accélération de vitesse et de circulation d'air autour de la cabine, en tous cas :

- Dès que l'on s'aperçoit qu'on est parti en virage engagé, il faut **SANS TARDER** et dans l'ordre
- Réduire immédiatement les gaz à fond
- Retour rapide à inclinaison nulle
- Effectuer une ressource avec souplesse en évitant d'appliquer des facteurs de charge trop importants surtout si on est proche de la VNE. Pour cela il faudra avoir une action sur le manche vers l'arrière (douce), qui va en s'amplifiant de façon à ce que le défilement du capot vers l'horizon soit constant.
- Remettre la puissance à la valeur nécessaire lorsque le vol horizontal (ou la montée) est repris ainsi que la vitesse désirée atteinte.

Erreur à ne pas commettre : éviter de composer les efforts, c'est-à-dire revenir à inclinaison nulle en effectuant simultanément la ressource, car il y a cumulation des efforts sur la cellule de l'avion qui peuvent l'endommager.

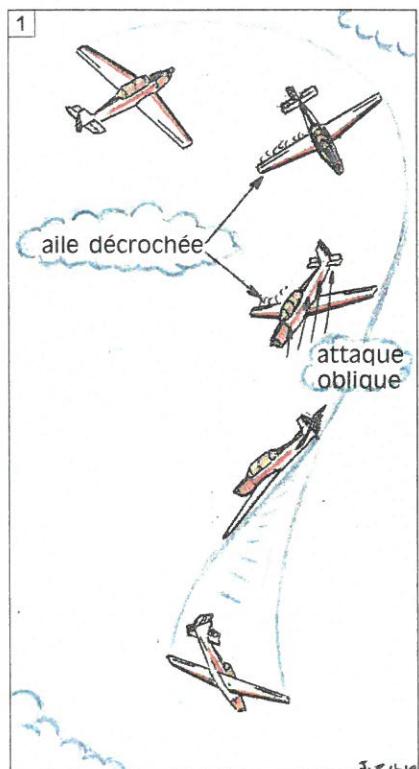
Conseil : si vous avez dépassé la VNE, ou voisinié, si vous avez eu l'impression d'avoir atteint des facteurs de charge importants, signalez-le à votre retour de vol à une personne compétente (instructeur-mécanicien...), ou faites examiner votre avion, quel qu'en soit la cause...

LE CABRÉ EXCESSIF :

Suite à une forte turbulence ou à la traversée inopinée du sillage d'un avion important, l'avion pourrait se trouver involontairement fortement cabré.

Dans ce cas surtout ne pas pousser sur le manche, ce qui mettrait en état d'apesanteur tous les objets flottants se trouvant dans la cabine...

CONDUITE À TENIR : Mettre plein gaz rapidement, puis incliner votre avion à 40° d'inclinaison mini sans tirer sur le manche. Automatiquement le nez de votre appareil va redescendre pour revenir à une situation habituelle. Il suffit alors de reprendre une inclinaison nulle et de réadapter puissance et assiette.

**L'AUTOROTATION OU LA VRILLE :**

Suite à une grave erreur de pilotage, **faible vitesse et, dérapage important** peuvent nous conduire à l'autorotation. Il en résulte une chute assez importante en spirale "**dérapée**", ce qui masque partiellement l'aile intérieure qui est décrochée comme le montre la **Fig. 1**, alors que l'aile extérieure ne l'est pas, ce qui fait que ce mouvement a tendance à s'entretenir, si on ne fait rien pour l'arrêter, d'où le nom **d'autorotation** plus exacte que vrille.

L'avion est donc attaqué obliquement par la masse d'air. Il partira en vrille toujours du côté où domine l'action du palonnier qui provoque la dissymétrie.

Sur tout avion, même ceux qui ne sont pas certifiés pour cette manœuvre, il est possible de sortir de cette situation accidentelle à condition de réagir rapidement et d'être suffisamment haut, car la perte d'altitude moyenne pour nos avions voisine 300 ft par tour, en rotation rapide.

Après l'arrêt, il faut en plus rajouter la ressource...

Des consignes précises de sortie de vrilles sont données par le manuel de vol de votre appareil. Il faut les connaître par cœur et les appliquer **avec la plus grande rigueur** en cas de nécessité, et surtout patienter le temps qu'il faut, (même s'il paraît lent), jusqu'à l'arrêt de la rotation.

Dans tous les cas de départ en vrille, **réduire toute la puissance**.

Exemple d'une consigne de sortie de vrille assez généralisée sur beaucoup d'avions :

GAZ REDUIT – PALONNIER A FOND CONTRAIRE AU SENS DE VRILLE – MANCHE AU NEUTRE à maintenir ainsi jusqu'à l'arrêt

Dès l'arrêt ramener le palonnier au neutre pour éviter de repartir en vrille de l'autre côté et effectuer une ressource souple.

Une commande mal placée peut retarder ou empêcher la sortie, si celle-ci tarde, vérifier les positions données par la consigne, qui a été déterminée par des spécialistes.

Remarque : rien ne sert d'être le champion de la sortie de vrille, il vaut mieux savoir la déceler avant son départ, éviter grande incidence et dérapage cumulés. En cas de symptômes annonciateurs (vibrations, avertisseur sonore) les consignes sont les mêmes qu'à l'approche du décrochage (rappel pages 82 et 86).

Indiquez quelles sont les consignes de sortie de vrille de votre appareil, données par le manuel de vol :

SORTIE DOS ACCIDENTELLE :

C'est un cas extrêmement rare (turbulence - vortex - perte de contrôle...). Si vous n'avez aucune notion de voltige, la consigne est la suivante : **poussez** assez fortement sur le manche, de façon à maintenir le nez de l'avion au-dessus de l'horizon et sans hésitation manche à gauche ou à droite (peu importe) avec une bonne amplitude, tout en le gardant poussé jusqu'à ce qu'il passe sur la tranche, et simultanément réduire la puissance.

Surtout ne pas avoir la tendance à tirer sur le manche pour revenir en vol ventre, l'accroissement de vitesse résultant pourrait nous conduire à la rupture. De même que si, sur le dos, on restait "**passif**", l'avion passerait en piqué dos, avec une vitesse croissante et dangereuse : – il faut pousser !...

Remarque : Il ne s'agit pas de faire une sortie dos "**voltige**", peut importe si l'avion désaxe monte ou descend, c'est avant tout une manœuvre de sauvegarde...