Ecole Nationale de l'Aviation Civile



Edition 3 / Amdt 2 / 12-2021

GUIDE DE L'INSTRUCTEUR VFR

enac.fr

1ère école aéronautique européenne

Le présent guide dans sa version "Edition 3, Amendement 2 - 12.2021" est soumis à la licence Creative commons "CC BY NC ND" https://creativecommons.org/licenses/?lang=fr-FR.

Tout utilisateur du guide s'engage à respecter les termes de la Licence et notamment à citer le nom de l'ENAC dans toute diffusion, et à ne pas faire une utilisation commerciale du guide.

Objet de la dernière mise à jour P5
PRESENTATION DU GUIDE DE L'INSTRUCTEUR VFR P7
1 • MISE EN ŒUVRE, ROULAGE ET VOL D'ACCOUTUMANCE P17
2 • ASSIETTE, INCLINAISON ET LIGNE DROITE P23
3 • UTILISATION DU MOTEUR ET DU COMPENSATEUR P33
4 • ALIGNEMENT ET DÉCOLLAGE P43
5 • ASSIETTE - VITESSE, ASSIETTE - TRAJECTOIRE P55
6 • RELATION PUISSANCE - VITESSE - INCIDENCE P65
7 • CONTRÔLE DU CAP P73
8 • PALIER, MONTÉE ET DESCENTE SYMÉTRIE DU VOL P81
9 • VIRAGES EN PALIER, MONTÉE ET DESCENTE SYMÉTRIE DU VOL P91
10 • RELATIONS DANS LE VIRAGE P117
11 • EFFETS DU VENT TRAVERSIER SUR LES TRAJECTOIRES SOL P123
12 • CHANGEMENT DE CONFIGURATION P133
13 • DÉCROCHAGE P139
14 • VOL LENT P149
15 • CHARGEMENT, CENTRAGE ET STABILITÉ LONGITUDINALE P161
16 • APPROCHE ET APPROCHE INTERROMPUE P165
17 • L'ATTERRISSAGE P177
18 • CIRCUITS D'AÉRODROME P185
19 • VIRAGE ENGAGÉ P203
20 • PANNES EN PHASE DE DÉCOLLAGE P207
21 • VIRAGE À GRANDE INCLINAISON P213
22 • LE LÂCHER P217
23 • DÉCOLLAGES ET MONTÉES ADAPTÉS P219
24 • APPROCHES ET ATTERRISSAGES ADAPTÉS P231
25 • ATTERRISSAGE DE PRECAUTION P243
26 • LE VOL MOTEUR RÉDUIT P251
27 • LA VRILLE P269
28 • PROCÉDURES ANORMALES ET D'URGENCE P275
29 • VIRAGE À FORTE INCLINAISON EN DESCENTE MOTEUR RÉDUIT P283
30 • L'ESTIME ÉLÉMENTAIRE P289
31 • LE CHEMINEMENT P297
32 • NAVIGATION P301

33 • APPLICATION AU VOYAGE P309
34 • RADIONAVIGATION P313
35 • ÉGAREMENT P323
36 • PERTE DES RÉFÉRENCES EXTÉRIEURES P329
37 • UTILISATION DU GPS P335

0 • Objet de la dernière mise à jour

- **Ensemble du document : Remplacement "Interruption volontaire du vol" par "Atterrissage de précaution" (mise en conformité EASA)**
- **P58 : Correction mineure**

PAGE

LAISSEE

INTENTIONNELLEMENT

BLANCHE

PRESENTATION DU GUIDE DE L'INSTRUCTEUR VFR

LISTE DES LEÇONS

1 Mise en oeuvre, roulage et vol d'accoutumance
2 Assiette, inclinaison et ligne droite
3 Utilisation du moteur et du compensateur
4 Alignement et décollage
5 Assiette - Vitesse assiette - Trajectoire
6 Relation puissance vitesse - Incidence
7 Contrôle du cap
8 Palier, montée et descente symétrie du vol
9 Virages en palier, montée et descente symétrie du vol
10 Relations dans le virage
11 Effets du vent traversier sur les trajectoires sol
12 Changement de configuration
13 Décrochage
14 Vol lent
15 Chargement, centrage et stabilité longitudinale
16 Approche et approche interrompue
17 L'atterrissage
18 Circuits d'aérodrome
19 Virage engagé
20 Pannes en phase de décollage
21 Virage à grande inclinaison
22 Le lâcher
23 Décollages et montées adaptés
24 Approches et atterrissages adaptés
25 Atterrissage de précaution
26 Le vol moteur réduit
27 La vrille
28 Procédures anormales et d'urgence
29 Virage à forte inclinaison en descente moteur réduit
30 L'estime élémentaire
31 Le cheminement
32 Navigation
33 Application au voyage
34 Radionavigation
35 Egarement
36 Perte de références extérieures
37 Utilisation du GPS

PROGRESSION DU PILOTE VFR AVION

PILOTAGE DE BASE

Pilotage élémentaire

Pilotage précis

PHASES ET PROCEDURES PARTICULIERES DU VOL

NAVIGATION

La progression navigation s'inscrit à volonté au cours de la partie «Phases et procédures particulières du vol» et ne peut débuter avant la fin de la partie « Pilotage de base »

La phraséologie sol/sol adaptée à l'organisme local doit être vue avant la fin du « Pilotage précis »

PHRASEOLOGIE PROCEDURES RADIO

Sol/sol en info et avec ATS

Air/sol en info et avec ATS

La progression PHRASEOLOGIE se superpose selon les besoins aux progressions Pilotage et Navigation

Toute la phraséologie adaptée aux organismes locaux doit être vue avant le lâcher.

Toute les procédures radio et la phraséologie doivent être maîtrisées avant le test.

PART-FCL 710 - *Qualification de classe et de type - variantes :*
A fin d'étendre ses privilèges à une autre variante d'aéronef au sein d'une qualification de classe ou de type, le pilote devra suivre une formation traitant des différences ou une formation de familiarisation.

PROGRESSION DU PILOTE VFR

PILOTAGE ELEMENTAIRE
(aux références visuelles extérieures exclusivement)

Objectif général :
Maîtriser les attitudes de l'aéronef pour dégrossir la tenue des trajectoires

MISE EN OEUVRE, ROULAGE ET VOL D'ACCOUTUMANCE.
Mettre en oeuvre l'avion depuis sa prise en compte jusqu'à sa restitution.
Maîtriser les évolutions de l'avion au sol.
Etre capable d'agir sur les commandes de manière souple et mesurée.

ASSIETTE - INCLINAISON - LIGNE DROITE.
Afficher et maintenir les assiettes de palier, montée et descente.
Afficher et maintenir différentes inclinaisons.
Effectuer des lignes droites.

UTILISATION DU MOTEUR ET COMPENSATION.
Associer une puissance aux assiettes de palier, montée et descente, contrer les effets moteur et utiliser le compensateur.

PILOTAGE PRECIS
(avec contrôle instrumental)

Objectif général :
Préciser la conduite des trajectoires avec des paramètres de référence.

ALIGNEMENT ET DÉCOLLAGE.
S'aligner, maintenir une trajectoire d'accélération rectiligne, provoquer le décollage et stabiliser l'assiette de montée.

ASSIETTE-TRAJECTOIRE - ASSIETTE-VITESSE.
A puissance constante, maîtriser une Vi ou une Vz par l'intermédiaire de l'assiette.

RELATION PUISSANCE-VITESSE-INCIDENCE.
Faire varier la vitesse et maintenir la trajectoire constante (en palier), en adaptant l'assiette.

CONTRÔLE DU CAP.
Contrôler l'orientation de l'avion par rapport au nord magnétique.

PALIER, MONTÉE ET DESCENTE. Symétrie du vol.
Stabiliser les trajectoires de palier, montée et descente en fixant des paramètres de référence.
Effectuer les séquences de changement de trajectoire.

VIRAGES EN PALIER, MONTÉE ET DESCENTE.
Symétrie du vol.
Effectuer des virages symétriques en palier, montée et descente.

PILOTAGE PRECIS (suite)	**RELATIONS DANS LE VIRAGE.** Maîtriser le taux et le rayon de virage en fonction de l'inclinaison et de la vitesse, en vue d'effectuer des interceptions d'axe. **VENT ET TRAJECTOIRES SOL.** Maîtriser l'effet du vent traversier sur les trajectoires sol

VOLS DE REVISION

PHASE ET PROCEDURES PARTICULIERES DU VOL	**CHANGEMENT DE CONFIGURATION** Evoluer à différentes configurations en maitrisant la symétrie. **DÉCROCHAGE** Lors de décrochages en ligne droite ou en virage, à différentes configurations et différentes positions de compensateur, identifier le comportement de l'avion et appliquer la procédure de retour au vol normal avec et sans puissance. **VOL LENT** Identifier les caractéristiques du vol lent. Savoir réagir de façon adéquate à l'approche de la limite basse du domaine de vol. Obtenir un contrôle précis de l'avion et de sa trajectoire en vol lent, en maitrisant la symétrie.
NOTE PEDAGO	**CHARGEMENT, CENTRAGE ET STABILITÉ LONGITUDINALE** Faire constater au cours de la progression, l'influence du chargement et du centrage sur le comportement de l'avion.

OBJECTIF GENERAL :
adapter le pilotage de base à des situations de vol spécifiques

APPROCHE ET APPROCHE INTERROMPUE
Intercepter et suivre l'axe d'approche et le plan de 5% qui conduisent au point d'aboutissement, à une vitesse de référence jusqu'à la décision d'approche interrompue ou d'arrondi.

L'ATTERRISSAGE
Amener l'avion en contact avec le sol, maintenir l'axe de piste jusqu'au contrôle de la vitesse de roulage.

CIRCUIT D'AÉRODROME
Adapter la trajectoire autour d'un aérodrome, en fonction des conditions météorologiques, de trafic et d'environnement, pour rejoindre le plan d'approche.

PHASE ET PROCEDURES PARTICULIERES DU VOL

OBJECTIF GENERAL :
adapter le pilotage de base à des situations de vol spécifiques

SORTIE DE VIRAGE ENGAGE
Reconnaître la situation de virage engagé et effectuer la procédure de sortie.

PANNES EN PHASE DE DÉCOLLAGE
Adapter les actions de pilotage et appliquer les procédures aux différentes situations de panne pouvant se produire dans la phase de décollage.

VIRAGES A GRANDE INCLINAISON
Stabiliser des virages à 45° d'inclinaison en palier et en descente.

NOTE PEDAGO

LE LACHER
Confirmer la capacité du pilote à effectuer quelques tours de piste seul à bord.

VOLS SUIVANTS
S'entraîner aux exercices de pilotage sur indications de l'instructeur en circuit d'aérodrome et en vol local.

PHASE ET PROCEDURES PARTICULIERES DU VOL

OBJECTIF GENERAL :
adapter le pilotage de base à des situations de vol spécifiques.

(suite)

DÉCOLLAGES ET MONTÉES ADAPTES
Décoller sur une piste limitative. Décoller avec du vent traversier. Décoller sur un terrain meuble. Rejoindre au plus tôt une altitude donnée. Franchir des obstacles. Suivre une trajectoire sol anti-bruit.

APPROCHE ET ATTERRISSAGES ADAPTES
Atterrir avec du vent traversier. Atterrir sur un terrain meuble. Atterrir volets 0°. Atterrir sur piste limitative. Suivre une trajectoire anti-bruit.

ATTERRISSAGE DE PRECAUTION
Conduire un atterrissage hors aérodrome accessible.

LE VOL MOTEUR RÉDUIT
Viualiser et maîtriser les trajectoires moteur réduit en vue de l'atterrissage en panne moteur.

LA VRILLE
Détecter les situations favorables à la vrille et l'éviter.

PROCÉDURES ANORMALES ET D'URGENCE
Identifier une situation dégradée et appliquer la procédure adaptée.

NAVIGATION

1 - L'ESTIME ÉLÉMENTAIRE
Déterminer, en fonction du vent, le cap à prendre pour suivre une route et le temps nécessaire pour rejoindre un point-sol donné.
Choisir une altitude ou un niveau de vol approprié.

2 - LE CHEMINEMENT
Connaître la position de l'avion et faire route en suivant des repères avec une évaluation du temps de vol et de l'orientation moyenne.

3 - NAVIGATION
Organiser une phase de départ, naviguer à l'estime contrôlée par lecture de cartes.
Déterminer le début de descente et s'intégrer dans la circulation d'aérodrome.

4 - APPLICATION AU VOYAGE
Préparer et actualiser le voyage avant le départ.
Naviguer à vue y compris en zones réglementées et en espaces contrôlés
Gérer une quantité de carburant. Organiser un déroutement.

5 - RADIONAVIGATION
Se situer par rapport à un ou plusieurs VOR ou un ADF.
Suivre un radial en rapprochement ou en éloignement d'une station.

NAVIGATIONS EN SOLO

6 - ÉGAREMENT
Fixer les priorités, déterminer un secteur de position probable ou un axe de ralliement, à l'aide de tous les moyens disponibles et réorganiser la navigation.

7- PERTE DE RÉFÉRENCES EXTÉRIEURES
Garder la maîtrise de l'avion à l'aide des indications instrumentales, en ligne droite et en virage, en palier, montée et descente, le temps de retrouver les conditions V.M.C.

8 - VIRAGE A FORTE INCLINAISON EN DESCENTE MOTEUR REDUIT
Garder la maîtrise de l'avion lors d'une descente dans un espace restreint (passage dans un trou de la couche nuageuse).

9 - UTILISATION DU GPS
Améliorer la précision d'une navigation dégrossie à l'estime et diminuer la charge de travail par une bonne organisation des tâches.

BRIEFING	
Objectif	Enoncé de la tâche (des tâches) de pilotage que l'élève devra savoir effectuer à la fin de la leçon, avec des critères de réussite mesurables.
Préparation	Nouveautés ou difficultés particulières (situation dans progression). S'assurer de la connaissances des pré-requis nécessaires pour aborder la leçon en vol (complément ou rectification). Références à la documentation.
Organisation	Déroulement prévu de la séance (particularités liées à la leçon du jour). Qui fait quoi, quand ? Où ? Combien de temps ? Pour les simulations de situations anormales, des normes de sécurité peuvent être définies par un manuel de sécurité exploitant, il convient au formateur de se référer à ce document pour l'organisation des séances.

LEÇON EN VOL	
Perception	Pour chacune des tâches de pilotage: **MONTRER** • Ce que l'élève doit percevoir : 1/ le comportement naturel de l'avion et/ou le résultat à obtenir; 2/ la méthode de pilotage : - Les manœuvres à effectuer (affichage et correction) - Le circuit visuel adapté Enoncer une conclusion en relation avec l'objectif
Actions	Pour chacune des tâches de pilotage : **GUIDAGE** • Des manoeuvres à effectuer (affichage et correction) • Du circuit visuel approprié • Énoncé des priorités
Exercice(s)	**DEMANDER** des tâches à l'élève suivant une progression logique du plus simple au plus complexe l'instructeur se place en position d'observateur. Il est essentiel que ces taches soient exécutées en autonomie complète en fin de vol afin de mettre en place une évaluation objective du niveau, non biaisée par une intervention de l'instructeur. Une erreur classique de l'instructeur à ce stade est de continuer à guider. Si des guidages sont nécessaires, c'est qu'il faut revenir à la phase « actions ».

BILAN	
Analyse	**Commentaires sur la séance d'instruction.** La leçon a-t-elle été entièrement présentée ? Se poser la (les) question(s) permettant de vérifier si l'objectif a été atteint en fonction desdonnant les critères d'évaluation établis au briefing.
Programme	Suggestion de programme

MISE EN ŒUVRE, ROULAGE ET VOL D'ACCOUTUMANCE

OBJECTIF :

- Mettre en œuvre l'avion depuis sa prise en compte jusqu'à sa restitution.
- Maîtriser les évolutions de l'avion au sol.
- Etre capable d'agir sur les commandes de manière souple et mesurée.

1° PREPARATION

MISE EN ŒUVRE ET ROULAGE

L'apprentissage de la mise en œuvre et du roulage sera distribué dans le temps lors des leçons de la partie PILOTAGE ELEMENTAIRE.

L'instructeur montrera, dirigera, puis vérifiera les acquis.

L'élève pilote va apprendre à effectuer :

- La visite prévol,
- L'installation à bord,
- Les procédures d'évacuation,
- La préparation du poste,
- La mise en route,
- Les radiocommunications sol-sol,
- Le roulage,
- Les actions et vérifications avant décollage,
- Retour au parking,
- Rédaction des documents.

Les manœuvres seront adaptées au type de l'avion utilisé.

Au plan technique, l'élève va sentir et découvrir le fonctionnement d'un avion autour de ses 3 axes par l'intermédiaire des commandes associées (effets primaires des gouvernes), après avoir suivi une visite prévol commentée.

ALIGNEMENT ET ROULAGE



Un bon alignement est obtenu lorsque le pilote est assis sur l'axe réel ou imaginaire de roulement : ceci afin d'éviter l'erreur de parallaxe.

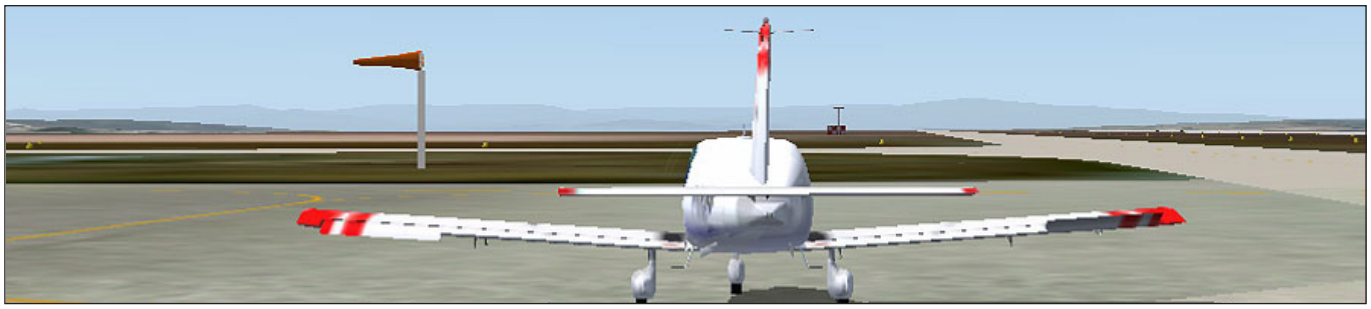
Apprendre à l'élève à utiliser un repère d'alignement lointain dans l'axe de l'avion.

Penser à préciser la méthode de freinage :

1/ réduction de la puissance

2/ action sur les freins.

POSITIONNEMENT DES GOUVERNES AU ROULAGE EN FONCTION DU VENT



AILERONS

Par vent de travers :

- L'avion a tendance à se comporter comme une girouette.
- L'aile au vent a tendance à se soulever du fait de l'effet dièdre.

Pour contrer les effets du vent traversier au roulage il faut :

- Maintenir une pression constante sur le palonnier.
- Mettre du manche côté vent si ce dernier vient de l'avant, ou manche côté opposé si le vent vient de l'arrière.

GOUVERNE DE PROFONDEUR

Son positionnement est à définir en fonction du vent, du souffle de l'hélice et de la conception de l'avion. L'avion ne doit pas avoir tendance au basculement par l'avant et il doit pouvoir être dirigé.

En général les avions à roue avant non dirigée, nécessitent un allègement sur l'atterrisseur avant et les avions à roue avant dirigée un chargement minimum sur l'atterrisseur avant pour assurer l'activation de la dirigibilité de la roue avant.

Pour les avions à train classique il convient, pour assurer un bon contrôle de trajectoire, de mantenir le manche arrière par vent de face et le manche avant par vent arrière si ce dernier est supérieur au souffle de l'hélice (15 kts).

LES ACTIONS ET LES CHECK-LISTS

Les actions servent à préparer la phase de vol suivante.

Les check-lists sont des vérifications qui interviennent à l'issue d'une série d'actions.

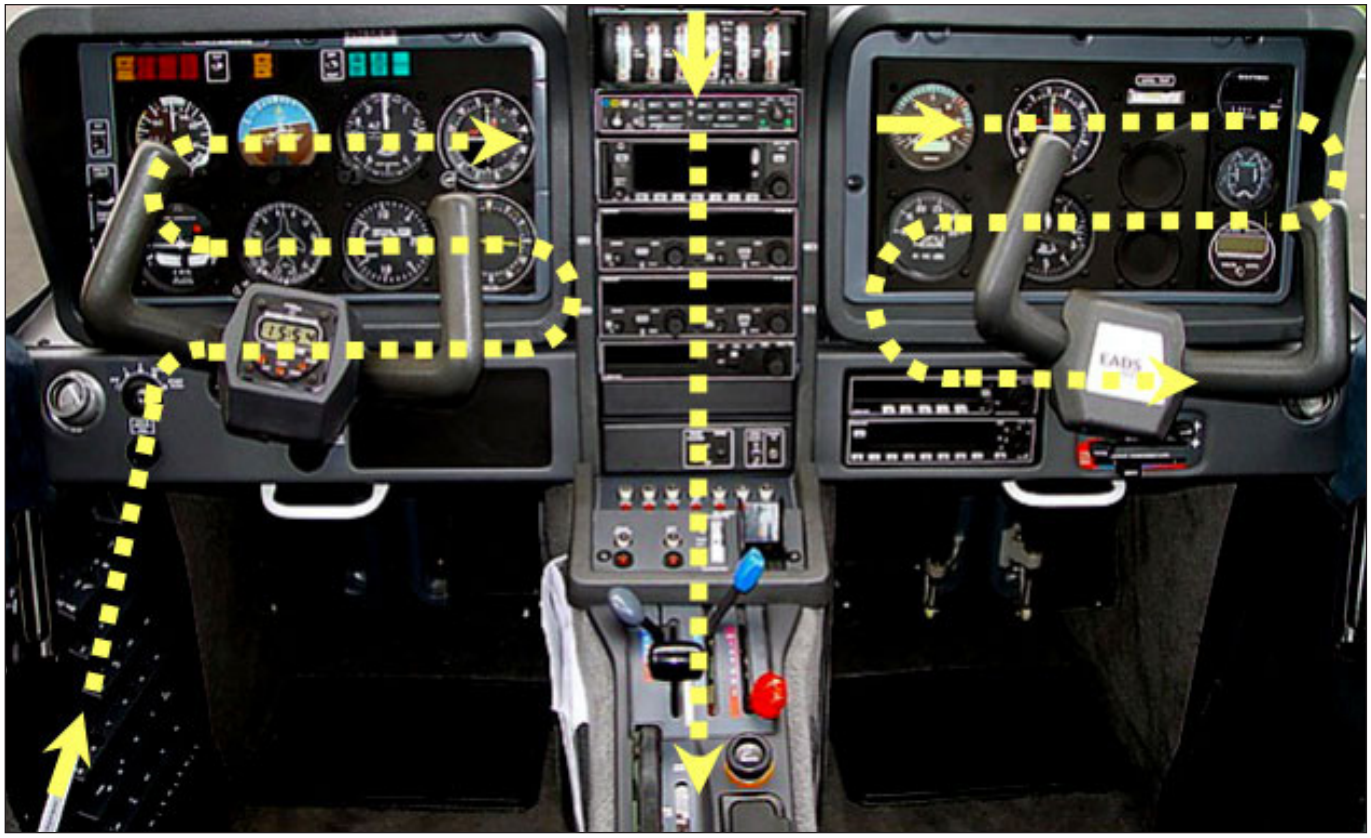
Dans certaines phases en vol, (visibilité médiocre, décollage, atterrissage..), il est préférable de s'affranchir du support papier difficilement utilisable.

Ce support est fréquemment remplacé par des moyens mnémotechniques bien connus qui restent toujours valables.

Une autre méthode, plus moderne et bien adaptée aux postes de pilotage de tous les avions, est basée sur un cheminement standardisé (appelé quelques fois scanning), c'est un balayage logique du poste de pilotage. Ce balayage, effectué lorsque le pilotage l'autorise, permet au pilote de passer en revue les éléments du poste de pilotage et d'effectuer les actions adaptées.

Le recueil des guides et des check-lists fait partie du lot de bord de l'avion et doivent être accessibles à tout moment par le pilote.

LE CIRCUIT VISUEL DES ACTIONS ET VERIFICATIONS PAR CHEMINEMENT VISUEL STANDARDISE



ATTENTION

Ces moyens ne sont pas une fin, la priorité est le pilotage.

Hiérarchiser les tâches à accomplir.

2° PLAN DE LA LEÇON

BRIEFING	
Objectif	Mettre en œuvre l'avion depuis sa prise en compte jusqu'à sa restitution. Maîtriser les évolutions de l'avion au sol. Etre capable d'agir sur les commandes de manière souple et mesurée.
Préparation	Description de l'avion et de ses documents. Mise en œuvre de l'avion, roulage, effets primaires des gouvernes, description de l'aérodrome.
Organisation	Laisser l'élève essayer sans demander une grande précision.

LEÇON EN VOL			
Perception	Avion stabilisé en palier croisière (aucune référence instrumentale ne sera faite).		
	TANGAGE	**ROULIS**	**LACET**
	Rotations autour de l'axe correspondant douces et assez lentes.		
	• Manche longitudinalement. • Gouverne de profondeur. • Rotation en tangage.	• Manche latéralement. • Ailerons. • Rotation en roulis.	• Palonnier à gauche et à droite. • Gouverne de direction. • Rotation en lacet.
	Signaler les efforts et montrer que la rotation se poursuit tant que l'action est maintenue. Rappeler que les rotations s'obtiennent quelle que soit la position de l'avion dans l'espace. L'instructeur neutralise les effets secondaires.		
Actions	Guider l'élève pour provoquer des rotations autour des trois axes.		
Exercice(s)	Demander à l'élève des rotations autour des axes de tangage, roulis et lacet dans un ordre indifférent en faisant préciser la gouverne associée.		

BILAN	
Analyse	Leçon assimilée : l'élève parvient-il à associer les commandes et les rotations demandées ? Roulage : parvient-il à suivre les marquages au sol ?
Préparation	Préparer la leçon « assiette, inclinaison, ligne droite ».

3° COMMENTAIRES

ERREURS FREQUENTES

DE L'ELEVE

- Mauvaise installation à bord,
- Roulage avec puissance et freinage associés,
- Utilisation d'une puissance inadaptée (notion d'inertie : décorélation entre la puissance affichée et le résultat immédiat),
- Mauvais positionnement des commandes au roulage en fonction du vent,
- Analogie entre le volant de l'avion et le volant d'une automobile.

FACTEURS HUMAINS

On peut considérer le premier vol comme un vol d'accoutumance avec la découverte d'un environnement familier sous un autre angle.

L'instructeur devra gérer le stress, la peur de l'inconnu en donnant les explications nécessaires à son élève.

En fonction du niveau d'accoutumance préalable du stagiaire, les leçons 1 et 2 peuvent être groupées.

ASSIETTE, INCLINAISON ET LIGNE DROITE

OBJECTIF :

- Afficher et maintenir les assiettes de palier, montée et descente.
- Afficher et maintenir différentes inclinaisons. Effectuer des lignes droites.

1° PREPARATION

LE REPERE PARE BRISE (RPB)

Le principe du pilotage à vue est de contrôler les attitudes et les mouvements de l'avion en comparant des repères liés à l'avion avec des repères extérieurs. Pour un débutant, il est simple de visualiser l'horizon naturel lorsque ce dernier est bien marqué. Par contre la référence avion est plus délicate à choisir.

Le repère pare-brise (RPB) est un outil simple qui permet au débutant de visualiser l'attitude et les mouvements de l'avion par rapport aux références naturelles.





En fonction de l'habileté de l'élève, l'instructeur pourra utiliser plus ou moins longtemps le R P B tout au long de la phase de pilotage élémentaire ou de façon ponctuelle en phase avancée en cas de problème de perception.

Cependant, il ne faut pas que cet artifice devienne indispensable et apporte une solution définitive au problème du pilotage d'un avion.

L'ASSIETTE



L'assiette de l'avion symbolisée par la lettre grecque thêta (θ), est l'angle compris entre l'axe longitudinal de l'avion et l'horizontale.

C'est aussi la hauteur du repère pare-brise par rapport à l'horizon (visualisée en cm et exprimée en °).

VISUALISATION DES 3 ASSIETTES CARACTERISTIQUES PAR RAPPORT A L'HORIZON NATUREL

ASSIETTE DE PALIER CROISIERE

RPB sur l'horizon

Cette assiette est représentative de l'assiette de référence 0°, qui dans des conditions standards correspond au palier croisière.



ASSIETTE DE MONTEE

RPB au dessus de l'horizon

(en général, environ 5°, matérialisés par 5 cm à 60 cm de l'œil sur avions légers).



ASSIETTE DE DESCENTE

RPB au dessous de l'horizon

(3° matérialisés par 3 cm).

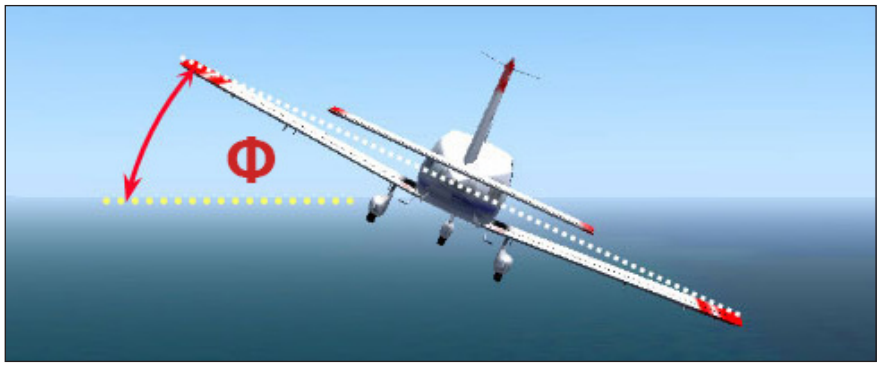


PROCEDURE

(La valeur d'assiette est visualisée au préalable)

Action Quantification Neutralisation Maintien

L'INCLINAISON



L'inclinaison de l'avion symbolisée par la lettre grecque phi (Φ), est l'angle compris entre l'horizontale et le plan moyen des ailes de l'avion.

Le lacet inverse : un aileron baissé traine plus qu'un aileron levé ce qui provoque une rotation autour de l'axe de lacet à l'opposé du sens de rotation roulis.

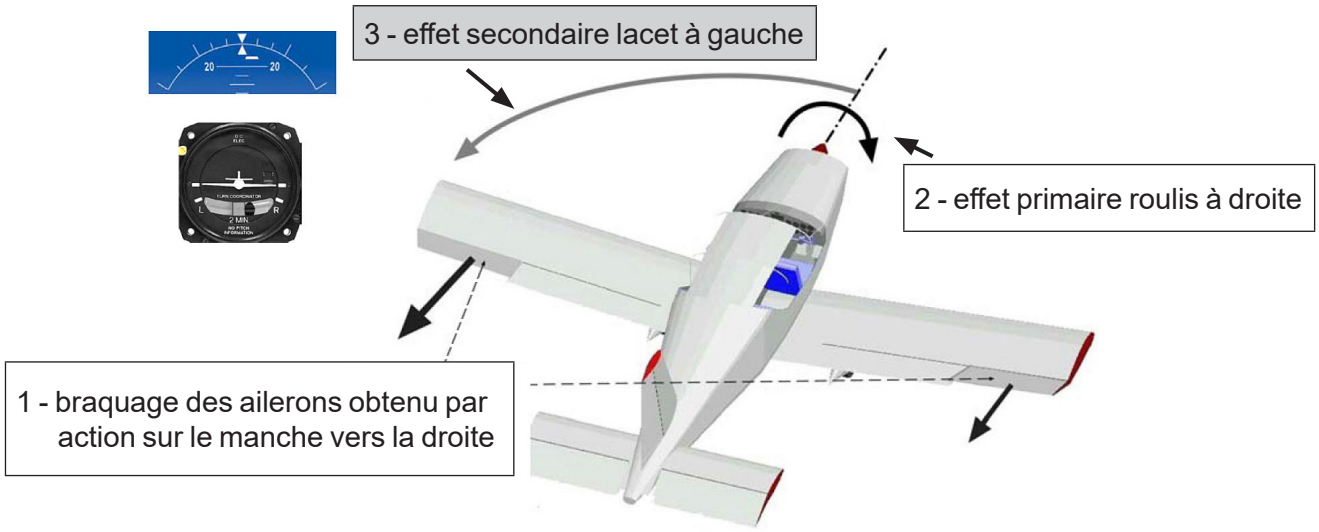
La conjugaison : utilisation simultanée du palonnier dans le même sens que la commande de roulis tant que celle-ci reste braquée. L'amplitude du braquage du palonnier sera fonction de plusieurs facteurs comme la vitesse d'évolution, l'amplitude de braquage des ailerons, la rapidité d'exécution des mouvements mais ne dépend pas de l'inclinaison.

Le résultat souhaité devant être un défilement immédiat du repère pare-brise dans le sens du virage.

Note : la conjugaison s'applique à la mise en virage et en sortie de virage.

LE LACET INVERSE

La trainée de l'aileron baissé est plus importante que celle de l'aileron levé.
Celà a pour conséquence un mouvement de rotation autour de l'axe de lacet opposé au sens de l'inclinaison, ce qui créée de la dissymétrie.
Cet effet secondaire s'appelle « le lacet inverse ».
Celui-ci est peu sensible pour des braquages d'ailerons faibles.



Sur l'exemple ci-dessus, la commande de roulis vers la droite entraine un lacet inverse vers la gauche.
Cela rend nécessaire la conjugaison des commandes, dans ce cas une action sur le palonnier droit.

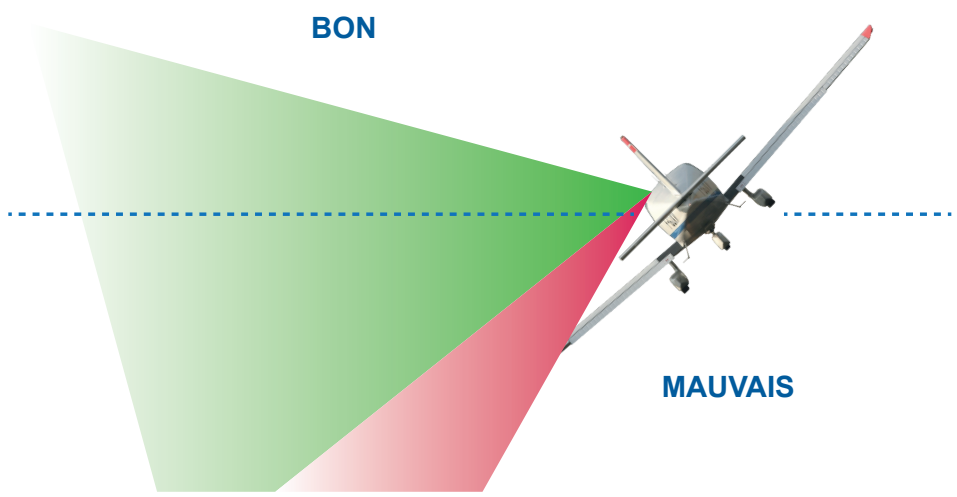
COMMENT ASSURER L'ANTI - ABORDAGE

Avant la mise en virage, il convient de s'assurer que l'évolution projetée peut être entreprise sans risque d'abordage avec un autre avion.

La technique consiste à partager le ciel en secteurs afin de parvenir à une bonne accommodation de l'oeil.

Il convient d'insister sur le secteur dans lequel le pilote doit regarder attentivement: trois quarts en arrière du côté où il va virer et à la même altitude.
Pendant le virage stabilisé le pilote doit explorer régulièrement tout l'environnement de sa trajectoire.

Cette leçon va permettre à l'instructeur de sensibiliser l'élève à un aspect essentiel du pilotage : **voir et être vu**. Il n'est pas aisé d'apercevoir un autre avion sur une trajectoire convergente en ligne droite ou lors d'évolutions, en virage.



TRAJECTOIRES CONVERGENTES

Supposons le regard d'un pilote fixé sur un instrument du tableau de bord fig. ci-dessous :

- Le petit cercle vert translucide représente l'acuité visuelle maximum de rayon égal à 3 centimètres.
- La vision périphérique du deuxième cercle est sensible aux informations analogiques (vario…).
- Celle du troisième cercle représente l'aire de sensibilité aux mouvements, aux clignotements, aux changements de couleurs.



Dans ces trois cas, la sécurité extérieure n'est pas assurée :

- Le pilotage n'est pas maîtrisé par défaut de repères extérieurs.









2° PLAN DE LA LEÇON

BRIEFING	
Objectif	Afficher et maintenir les assiettes de palier, montée et descente. Afficher et maintenir différentes inclinaisons. Effectuer des lignes droites.
Préparation	Définitions de l'assiette et de l'inclinaison. Visualisation grâce au repère pare-brise / horizon des assiettes palier, montée et descente. Étude de la conjugaison, définition du phénomène de lacet inverse.
Organisation	Révision : mise en oeuvre et roulage. L'instructeur présente le début de la leçon dès la fin de la montée initiale vers le secteur. Exercices jusqu'au retour en local (où l'instructeur, indiquera les principaux repères d'orientation).

LEÇON EN VOL : 1° ASSIETTE	
Perception	• Montrer les assiettes de palier, montée et descente. • Montrer la position du RPB par rapport à l'horizon. - Expliquer comment afficher et maintenir ces différentes assiettes (indiquer que la valeur cible, déterminée par préaffichage ou par calcul, doit être visualisée avant de commencer la procédure) : (**A**ction, **Q**uantification, **N**eutralisation, **M**aintien). L'informer de l'apparition d'efforts. Exemple : Visualiser la valeur de changement d'assiette, faire l'action, la poursuivre jusqu'à atteindre la valeur souhaitée, neutraliser l'action pour maintenir l'assiette souhaitée, s'assurer du maintien de l'assiette en comparant la valeur constatée et la valeur souhaitée, corriger si nécessaire. - Attention : dans cette leçon c'est l'affichage d'une assiette qui est recherché et non pas le maintien d'une altitude ou d'une vitesse constante (aucune référence instrumentale ne doit être utilisée).
Actions	Guider l'élève dans l'affichage et le maintien des assiettes de palier, montée et descente. *Note : insister sur le résultat attendu : on recherche le maintien d'une assiette quel que soit le sens et l'intensité de l'effort (l'effort évoluera forcément pendant les manœuvres)*.
Exercice(s)	Demander l'affichage et le maintien de différentes assiettes dont les assiettes caractéristiques.

LEÇON EN VOL : 2° INCLINAISON	
Perception	• En maintenant une assiette constante, montrer l'inclinaison nulle. Faire noter la position du RPB et son absence de défilement sur l'horizon. • Montrer comment assurer l'anti abordage avant virage. • Incliner puis dés incliner l'avion afin de mettre en évidence les points suivant : - Montrer la variation d'assiette à piquer apparaissant une fois l'inclinaison stable et l'action à cabrer nécessaire pour maintenir l'assiette initiale. - Montrer la variation d'assiette à cabrer apparaissant lors du retour à inclinaison nulle, et l'action à piquer nécessaire pour revenir à l'assiette initiale. - Montrer le lacet inverse à l'aide de repères extérieurs (retard dans le défilement du RPB sur l'horizon lors des mises en virage, mouvement de lacet opposé au roulis lors de la sortie). - Montrer une mise et une sortie de virage correctement conjugués en annoncer les actions de conjugaison. - Faire constater que le défilement du RPB sur l'horizon est fonction de l'inclinaison (sens et taux). • Montrer comment afficher différentes inclinaisons (10°/20°) d'un côté puis de l'autre en énonçant la méthode (**A**ction, **Q**uantification, **N**eutralisation, **M**aintien). • Lors d'un virage, montrer que sans action en tangage, l'assiette varie à piquer.
Actions	Guider l'élève pour créer et stabiliser différentes inclinaisons en conjuguant. Guider le stagiaire dans des variations d'inclinaison à assiette stable.
Exercice(s)	Demander à l'élève de créer et stabiliser différentes inclinaisons en conjuguant et en maintenant une assiette constante, avec sortie face à des repères sol.

LEÇON EN VOL : 3° CONTROLE DE LA LIGNE DROITE	
Perception	**Montrer** que face à un repère à inclinaison nulle l'alignement est maintenu. **Montrer** que toute apparition d'inclinaison modifie l'alignement. **Montrer** la correction pour revenir sur l'alignement initial.
Actions	**Guider** l'élève pour prendre et maintenir différents alignements.
Exercice(s)	**Demander** de maintenir des alignements aux assiettes de palier, montée et descente.

BILAN	
Analyse	Leçon assimilée : l'élève maintient il des assiettes et inclinaisons stabilisées aux valeurs demandées ? L'élève perçoit-il les écarts d'inclinaison et d'assiette ? Corrige-t-il rapidement ?
Programme	Préparer la leçon « utilisation du moteur et du compensateur ».

3° COMMENTAIRES

VOCABULAIRE

Veillez à employer des termes simples, évitez le jargon aéronautique pas toujours compréhensible pour l'élève. Certaines expressions sont équivoques comme « augmenter ou diminuer l'assiette ». Il vaut mieux dire « variation d'assiette à cabrer ou variation d'assiette à piquer ».

CONJUGAISON

Si à ce stade, une conjugaison précise n'est pas demandée, le stagiaire doit cependant être en mesure de percevoir le lacet inverse. On attendra de l'élève qu'il visualise le sens de la correction, peu importe le dosage. Idéalement, il devrait pouvoir juger par lui-même du résultat de son action en correction.

ASSIETTE

Il est rappelé qu'aucun instrument n'est introduit à ce stade, aussi ne faut-il surtout pas guider l'élève dans le but de maintenir un cap, une vitesse ou une altitude. Seul importe le bon positionnement du RPB par rapport à l'horizon.

ERREURS FREQUENTES

DE L'ELEVE

- Difficulté de perception des faibles inclinaisons.
- Mauvaise neutralisation des actions sur les commandes.
- Difficulté à maintenir l'assiette lors des variations d'effort aux commandes.
- Difficulté à maintenir l'assiette et l'inclinaison simultanément.

DE L'INSTRUCTEUR

- Cherche à maintenir des Vi ou des Altitudes.
- Ne laisse pas à l'élève le temps nécessaire pour constater la stabilité des assiettes et inclinaisons (enchainement des séquences trop rapide).
- Effectue des guidages de correction alors que l'élève n'a pas eu le temps de détecter les écarts.
- Effectue de manière inconsciente un guidage lors de la phase exercice (sauf pour des raisons de sécurité, l'instructeur doit se placer en observateur silencieux pendant cette phase).

SECURITE - FACTEURS HUMAINS

La sécurité n'est pas une option, elle doit être active. Trop de pilotes jettent un coup d'oeil négligent vers l'extrémité de l'aile avant de virer.

La surveillance du ciel est l'affaire de tous et de tous les instants (et pas qu'en mise en virage !). L'instructeur en est responsable. Il va l'assurer et le fera savoir à l'élève. La sensibilisation commence dès le premier vol !

Exigez une observation effective de tout le secteur dans lequel vous allez virer, notamment trois quarts arrière.

Rappeler les problèmes liés à la vision, le cercle de vision maximum, le temps d'accommodation et donc la nécessité de porter son regard à l'extérieur en priorité.

UTILISATION DU MOTEUR ET DU COMPENSATEUR

OBJECTIF :

- Associer une puissance aux assiettes de palier, montée et descente. Contrer les effets moteur et utiliser le compensateur.

1° PREPARATION

LES EFFETS MOTEURS

Le moteur et l'hélice, qui ont pour vocation de fournir la traction nécessaire au vol, provoquent des effets secondaires qui ont une influence sur les axes de tangage, de roulis et de lacet.

Ces effets nécessitent une action pilote lors des variations de puissance et lors des vols à des régimes différents de la croisière stabilisée. Ils sont d'autant plus marqués que la vitesse de l'avion est faible et que la puissance appliquée est forte.

Par construction ces effets sont atténués, voire neutralisés, en régime de croisière stabilisé.

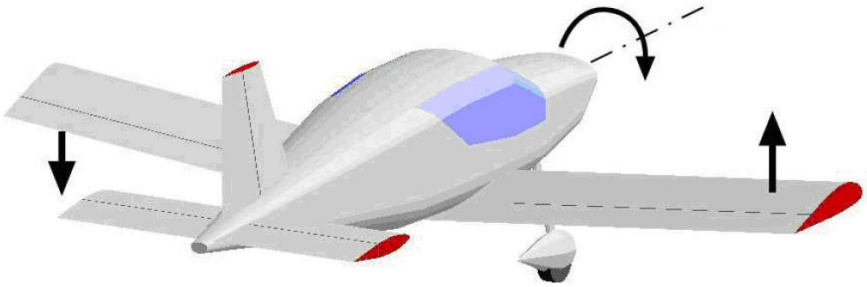
Axe de roulis - Le couple de renversement

Les variations de vitesse de rotation de l'ensemble moteur-hélice créent un couple de réaction opposé au couple moteur qui tend à créer une rotation autour de l'axe de roulis en sens inverse de la rotation hélice.

Ce phénomène est d'autant plus marqué que la puissance est importante et que l'allongement de l'aile est faible.

Le constructeur y remédie par un calage différentiel des compensateurs d'aileron pour le régime de croisière stabilisé.

Il est négligeable sur la plupart des avions légers et ne demande pas d'action particulière pour le corriger en vol.



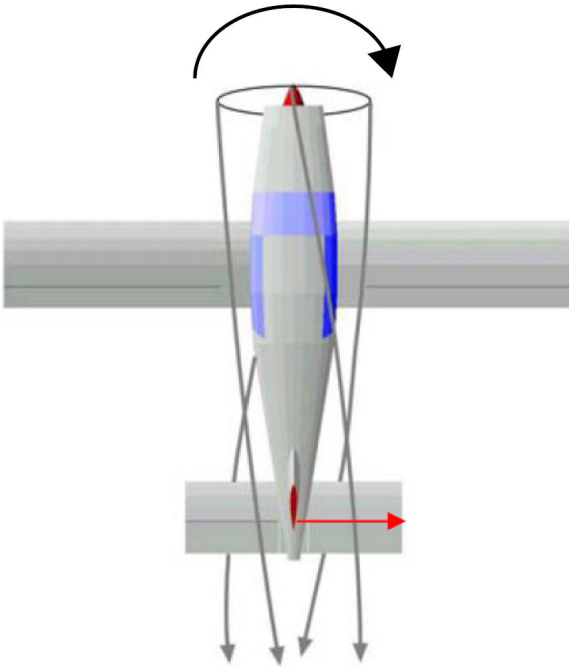
AXE DE LACET - LE SOUFFLE HÉLICOÏDAL

La rotation de l'hélice entraîne une modification du flux d'air qui, en plus d'être accéléré vers l'arrière, est mis en rotation dans le même sens que celle-ci.

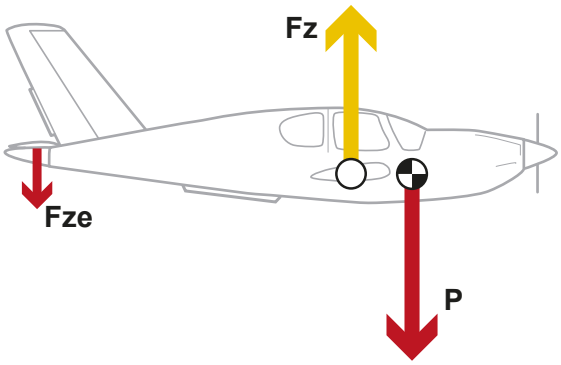
Le flux d'air au niveau de la dérive n'est plus parallèle à l'axe de celle-ci. La dérive étant un profil aérodynamique, une portance latérale est créée, ce qui génère une force déviatrice entrainant un couple de rotation autour de l'axe de lacet.

Comme pour tous les effets moteur, ce phénomène est d'autant plus marqué que la puissance est importante et que la vitesse avion est faible (montée stabilisée, …).

Le constructeur y remédie par un calage « adapté » de dérive et/ou de l'axe de traction moteur pour optimiser le comportement de l'avion en régime de croisière stabilisé.

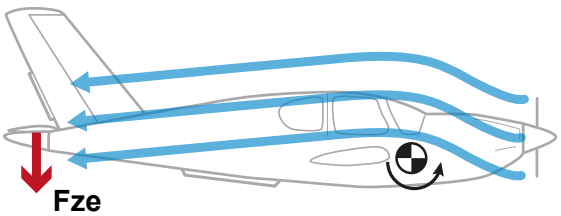


AXE DE TANGAGE - LE COUPLE CABREUR/PIQUEUR



Le point d'application de la portance de la voilure (centre de poussée) n'est pas confondu avec le centre de gravité de l'avion.

L'équilibre n'est possible que parce qu'il existe une 3ème force induite par la déportance Fze de la profondeur.



Le flux d'air autour de la gouverne de profondeur est l'addition du vent relatif du au déplacement de l'avion et du souffle de l'hélice.

Si, à vitesse constante, la puissance moteur augmente, la vitesse du flux d'air généré par l'hélice augmente, entrainant une augmentation de Fze.

Cette augmentation crée un couple à cabrer sur l'axe de tangage. Le phénomène s'inverse en cas de réduction de puissance.

EFFETS DE L'AUGMENTATION DE PUISSANCE SUR LA TRAJECTOIRE

1°. Avion compensé à puissance moyenne et commandes libres.

Absence de défilement du repère pare-brise sur l'horizon par rapport au repère extérieur.



2°. Après une augmentation de puissance, l'avion se cabre, et pour une hélice qui tourne dans le sens horaire vue de place pilote, s'incline à gauche et part en lacet vers la gauche (on dit alors qu'il dérape à droite) .

Pour un avion dont l'hélice tourne dans le sens anti-horaire vue de la place pilote, l'inclinaison et le lacet apparaitraient vers la droite.



Lors d'une réduction de puissance, les 3 effets sont inversés.

Chaque variation de puissance nécessite une action sur les commandes de l'avion pour maintenir l'assiette, l'inclinaison et l'axe.

METHODE D'UTILISATION DU COMPENSATEUR

Le réglage du compensateur doit s'effectuer lorsque la trajectoire et la puissance sont stabilisées.

Tout en maintenant l'assiette constante par visualisation du RPB, compenser dans le sens de l'effort jusqu'à son annulation. Contrôler en relâchant les commandes, que l'assiette reste constante.

La compensation fine intervenant une fois la vitesse et la trajectoire stabilisées, l'élément vitesse n'étant pas pris en compte dans cette leçon, on demande à l'élève d'intervenir sur le compensateur lorsque l'effort au manche est constant (à assiette stabilisée) ce qui correspond à une vitesse stabilisée.

Assiette, puissance….. compensation, vérification.

LE CIRCUIT VISUEL

On appelle « circuit visuel » le déplacement méthodique du regard sur l'environnement proche ou éloigné, qui permet de prélever les informations nécessaires au pilotage selon un ordre de priorité logique et d'une manière complète.

Par ailleurs, la conduite d'un avion exige des circuits visuels adaptés aux différentes phases de pilotage comme le vol à vue, le vol aux instruments, l'atterrissage, le circuit de piste, les virages etc.… même si à chaque fois le principe est identique.



En VFR il comprend le **RPB comme élément principal,** l'horizon, l'environnement extérieur et quelques instruments de pilotage à l'intérieur de la cabine.

Afin d'assurer l'anti-abordage et la maîtrise de l'avion par rapport à l'horizon, le regard doit toujours partir du RPB pour y revenir aussitôt après la prise d'information instrumentale.

Se focaliser sur un instrument induit une mauvaise appréciation de l'environnement ainsi que l'impossibilité de visualiser l'attitude et les mouvements de l'avion par rapport aux repères naturels.

Pour cette leçon, le circuit visuel demeurera sommaire et seuls les instruments de puissance moteur seront surveillés.

ASSIETTES CARACTERISTIQUES ET PUISSANCES ASSOCIEES

ASSIETTE DE PALIER

- Repère pare-brise sur l'horizon
- **Puissance de croisière affichée**
- **Gouverne de profondeur compensée**
- Ligne droite maintenue



ASSIETTE DE MONTEE

- Repère pare-brise au-dessus de l'horizon L'horizon étant potentiellement masqué, on peut quantifier l'assiette en visualisant le point où l'horizon coupe le tableau de bord.
- **Puissance de montée affichée**
- **Gouverne de profondeur compensée**
- Ligne droite maintenue



ASSIETTE DE DESCENTE

- Repère pare-brise au-dessous de l'horizon
- **Puissance de descente affichée**
- **Gouverne de profondeur compensée**
- Ligne droite maintenue



2° PLAN DE LA LEÇON

BRIEFING	
Objectif	Associer une puissance aux assiettes de palier, montée et descente, contrer les effets moteur et utiliser le compensateur.
Préparation	Moteur : fonctionnement, utilisation des commandes et effets. Utilité des compensateurs.
Organisation	**Révision :** mise en oeuvre et roulage, C/L effectuées par l'élève guidé verbalement par l'instructeur. Départ en secteur sous guidage après le décollage puis révision en vol de l'assiette et des virages avant de débuter la nouvelle leçon.

LEÇON EN VOL : 1° LES EFFETS MOTEUR	
Perception	Stabiliser l'avion en palier-croisière face à un repère puis compenser. Lors d'une réduction importante de puissance, faire percevoir successivement les rotations de l'avion autour de ses trois axes en insistant sur le mouvement autour de l'axe de lacet. Une décomposition des effets moteur peut être nécessaire pour une meilleure visualisation. Stabiliser l'avion en palier-attente puis compenser. Lors d'une augmentation importante de puissance, faire percevoir successivement les rotations de l'avion autour de ses trois axes. Refaire et commenter la perception en contrant les effets moteur. *Note : dans cette leçon l'instructeur privilégie la position RPB en acceptant une variation d'altitude.*
Actions	**Guider** l'élève pour contrer les effets moteur dus à des variations de puissance annoncées et générées par l'instructeur. **Guider** l'élève pour appliquer différentes puissances et contrer les effets moteur. Lui faire percevoir la sensibilité de la manette des gaz et la corrélation entre la valeur du déplacement et la variation de puissance, qu'il soit capable d'afficher une puissance proche de la cible, sans avoir les yeux rivés sur la puissance.
Exercices	**Demander** à l'élève des variations de puissance en contrant les effets moteur.

LEÇON EN VOL : 2° ETUDE DU COMPENSATEUR	
Perception	A partir du vol en assiette de palier-croisière non compensé. **Commenter** le réglage du compensateur pour neutraliser l'effort au manche. **Commenter** le maintien de la ligne droite.
Actions	**Guider** l'élève pour qu'il compense correctement l'avion en assiette de palier. Faire remarquer les efforts aux commandes pour maintenir l'assiette et la symétrie.
Exercices	**Demander** à l'élève de compenser l'avion après l'avoir décompensé au préalable.

LEÇON EN VOL : 3° ETUDE DES TROIS ASSIETTES CARACTERISTIQUES	
Perception	A partir du vol en assiette de palier-croisière aller rechercher l'assiette de montée, afficher la puissance associée en contrant les effets moteur, compenser, commenter la succession des actions : **assiette-puissance, stabilisation, compensation et vérification.** Effectuer la même perception pour les assiettes de palier, puis de descente.
Actions	**Guider l**'élève vers l'affichage des assiettes de montée palier descente avec les puissances associées en contrant les effets moteur. Faire remarquer les efforts aux commandes pour maintenir l'assiette et la symétrie. Guider l'organisation des différentes actions.
Exercices	**Demander** à l'élève d'afficher successivement les 3 assiettes caractéristiques et les puissances associées. **Vérifier** le maintien de la ligne droite et l'utilisation correcte du compensateur.

BILAN	
Analyse	LEÇON ASSIMILEE : l'élève visualise-t-il les assiettes caractéristiques ? Corrige-t-il correctement les effets moteur ? Le réglage du compensateur est-il correct ? L'ordre assiette-puissance, stabilisation, compensation puis vérification est-il respecté ?
Programme	Si le savoir-faire est acquis, fixer le programme de la séance suivante : Le décollage.

3° COMMENTAIRES

LE COMPENSATEUR

L'instructeur doit insister sur le rôle du compensateur: **annuler un effort à assiette stabilisée** et non pas piloter l'avion à l'aide de ce système. Faire noter à l'élève qu'il est important de se référer aux repères extérieurs (horizon et RPB), pour obtenir une bonne compensation.

La notion de pré-compensation peut être évoquée (mais ne sera appliquée qu'une fois le principe de compensation maitrisé) car elle sera utilisée plus loin dans la formation et correspond à une réalité opérationnelle.

LE CIRCUIT VISUEL



Le passage d'une trajectoire à une autre se fait sur demande de l'instructeur. L'élève affiche l'assiette et la puissance qui correspondent sans que soit défini un paramètre d'interception comme l'altitude par exemple.

L'instructeur introduit l'observation de l'instrument représentatif de la puissance (pression d'admission ou compte-tours).

Note : *L'instructeur guide l'élève dans la technique d'exploitation du circuit visuel et lui enseigne la méthode d'observation d'un instrument :*

Un pilote débutant aura tendance à systématiquement rechercher une valeur sur un instrument il est utile de lui décrire la chronologie d'observation d'un instrument :

- *Tendance.*
- *Position d'aiguille.*
- *Valeur.*

ERREURS FREQUENTES

DE L'ELEVE

- Séquence incorrecte des actions: assiette, puissance, stabilisation, compensation et vérification.
- Tendance à regarder de manière continue l'instrument jusqu'à que la valeur finale soit obtenue. L'élève aura donc quitté l'assiette du regard pendant plusieurs secondes. Parler de la division d'attention.
- Compensation avant la stabilisation de l'assiette et de l'effort.
- Mauvaise tenue de la ligne droite par manque de division d'attention pendant les réglages moteur et/ou compensateur.

DE L'INSTRUCTEUR

- Mauvaise gestion du volume de travail.

SECURITE - FACTEURS HUMAINS

Un excès de stress de l'élève peut nuire à la perception des efforts.

ALIGNEMENT ET DÉCOLLAGE

OBJECTIF :

- S'aligner, maintenir une trajectoire d'accélération rectiligne, provoquer le décollage et stabiliser l'assiette de montée.

PREAMBULE

La leçon concernant le décollage est atypique. Les différents éléments constitutifs ne peuvent évidemment pas être traités en une seule fois et la leçon présentée dans le guide est un canevas générique.

L'apprentissage du décollage s'inscrit dans la durée, il se construit vol après vol, avant chaque leçon, à l'occasion du départ de l'aérodrome, l'instructeur met en place les actions et contrôles pendant l'accélération, la rotation et le suivi de l'axe en montée initiale ainsi que la gestion de la vitesse et les procédures associées au décollage.

Les exercices de synthèse, c'est-à-dire les décollages complets, sont entrepris lorsque l'élève est capable d'identifier et d'utiliser les informations extérieures et instrumentales.

1° PREPARATION

Pour le roulage à basse vitesse se reporter à leçon « mise en œuvre, roulage et vol d'accoutumance ». Pour les couples générés par la rotation de l'hélice, se reporter à la leçon « Utilisation du moteur et du compensateur ».

ALIGNEMENT SUR LA PISTE



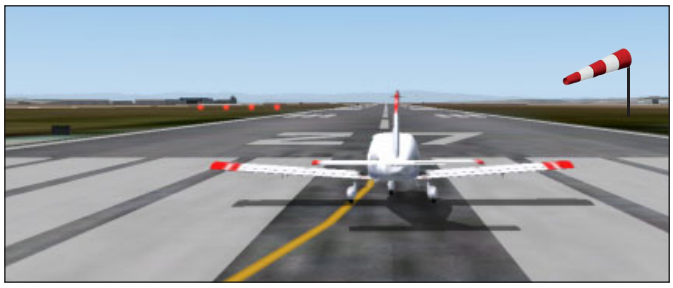
- S'assurer qu'aucun avion n'est en approche finale sur les 2 QFU.
- S'aligner en arrivant perpendiculairement à l'axe de piste, sans tenir compte des marquages jaune de sortie de piste, en perdant le moins possible de longueur de piste.
- Se placer de manière à « être assis » sur la ligne axiale en prenant un repère sur l'horizon dans le prolongement de l'axe de piste.
- Attention à l'erreur de parallaxe car le pilote est assis à gauche de l'axe longitudinal de l'avion
- Poursuivre le roulage sur quelques mètres pour s'assurer du bon alignement de la roulette de nez.
- Ne jamais utiliser le frein de parking sur la piste (risque de déblocage difficile ou incomplet)
- Vérifier la direction et la force du vent à l'aide de la manche à air.

PARAMETRES DE DECOLLAGE ET DE MONTEE INITIALE

La vitesse verticale de montée résulte de la différence qui existe entre la puissance utile fournie par le moteur et la puissance nécessaire au vol.

ACCELERATION





- Une puissance affichée
- Une vitesse attendue

Lâcher les freins - talons au plancher - et appliquer la puissance de décollage d'un mouvement continu en contrant les effets moteur.

Une fois la puissance de décollage appliquée et la trajectoire contrôlée, vérifier les paramètres moteur.

Pendant cette phase, l'axe de piste est maintenu à l'aide du repère sur l'horizon choisi lors de l'alignement.

Les corrections de trajectoire s'effectuent à l'aide des palonniers en recherchant initialement à maintenir une trajectoire parallèle à l'axe de piste, avant de revenir sur cet axe.

DECOLLAGE

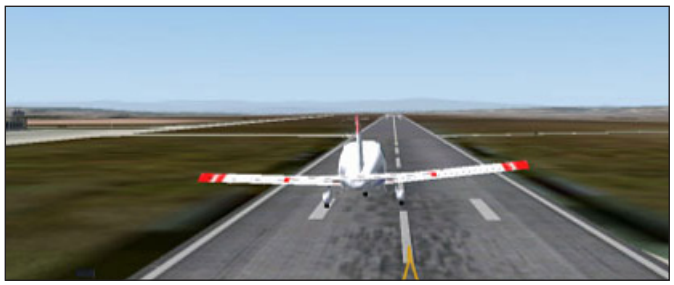
- A la vitesse de rotation, le pilote amorce une rotation lente et continue (de l'ordre de 3° par seconde) jusqu'à obtenir l'assiette de montée initiale recherchée,
- Maintenir l'inclinaison nulle et l'axe de piste,
- Maintenir la symétrie en conservant initialement l'effort nécessaire au maintien de l'axe de piste à l'instant de la rotation.





MONTEE INITIALE

- L'assiette de montée initiale correspond à un compromis entre La meilleure trajectoire de montée, et l'accélération vers la vitesse de montée.
- Maintenir la symétrie du vol.





En aucun cas l'exécution de la check-list n'est prioritaire sur le pilotage ni sur le suivi de la trajectoire.

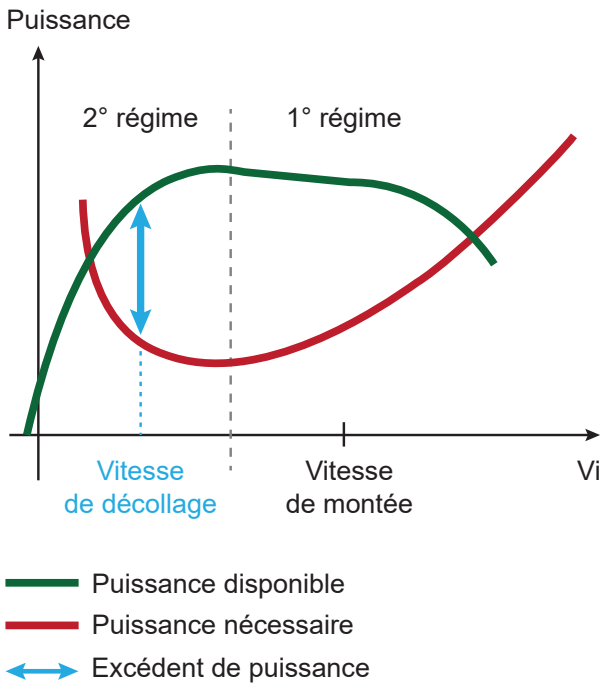
RAPPEL : Les seuls paramètres de décollage admissibles sont ceux fixés dans le manuel d'exploitation ou à défaut le manuel de vol qui tient compte des performances de l'avion.

Influence du centrage :

La position du centre de gravité modifie le comportement de l'avion au décollage :

- Pour un même effort sur la commande de profondeur :
  - En centrage arrière la variation d'assiette sera importante et rapide.
  - En centrage avant la variation d'assiette sera plus faible et plus lente.

AVION AYANT UN EXCEDENT DE PUISSANCE IMPORTANT

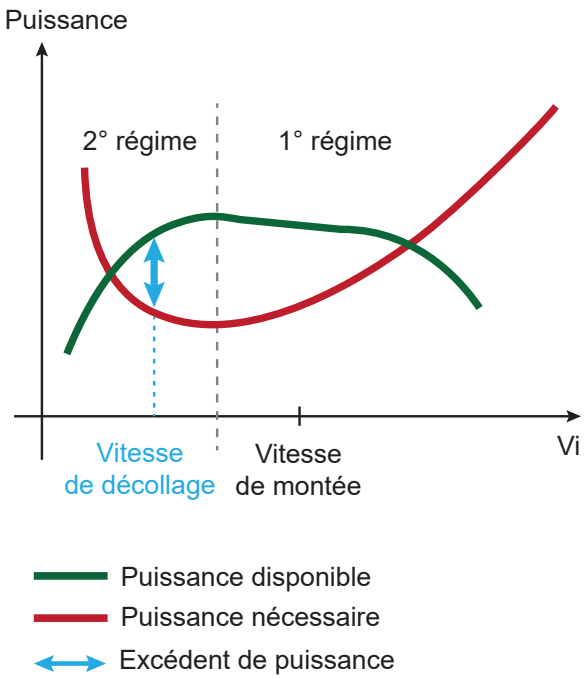


Dans le cas d'un excédent de puissance relativement important, à la vitesse de rotation le pilote affiche souplement l'assiette de montée.

L'excédent de puissance disponible permettra à l'avion d'atteindre progressivement la vitesse de montée.

Le décollage s'effectue au 2ème régime de vol. L'affichage de l'assiette de montée permet une accélération vers la vitesse de montée initiale située dans le 1er régime de vol.

AVION AYANT UN EXCEDENT DE PUISSANCE FAIBLE

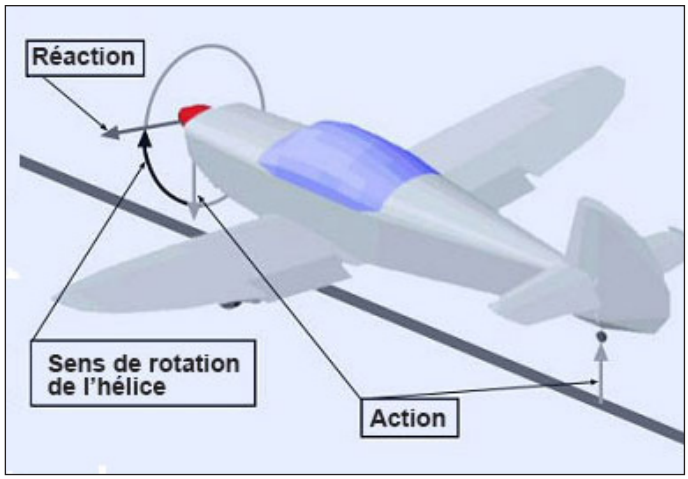


- Décollage à la masse maxi,
- Décollage en altitude,
- Décollage avec une température élevée,
- Avion faiblement motorisé.

Dans le cas d'un faible excédent de puissance le pilote doit limiter l'assiette à cabrer en montée initiale pour maintenir une accélération vers la vitesse de montée.

DECOLLAGE AVEC UN AVION MUNI D'UN TRAIN CLASSIQUE

EFFET GYROSCOPIQUE



Le décollage avec un avion à train d'atterrissage classique présente une particularité par rapport à un avion muni d'un train d'atterrissage tricycle.

D'une part, la mise en ligne de vol à une vitesse relativement faible nous prive de l'efficacité de la roulette de queue pour contrôler l'axe alors que la gouverne de direction n'est encore que peu efficace.

D'autre part les rotations en tangage provoquent des couples en lacet qui se combinent avec le souffle hélicoïdal.

1° MISE EN PUISSANCE





• Contrer le souffle hélicoïdal et maintenir l'adhérence de la roulette arrière par une position *« cabrée »* de la profondeur.

2° MISE EN LIGNE DE VOL





• Après l'affichage de la puissance de décollage, dès que la gouverne de direction est efficace, prendre l'assiette d'accélération en contrant le couple gyroscopique qui s'ajoute au souffle hélicoïdal

3° DECOLLAGE





- A la vitesse de décollage prendre l'assiette de montée initiale en contrant le souffle hélicoïdal dont le couple gyroscopique diminue l'effet.

2° PLAN DE LA LEÇON

BRIEFING	
Objectif	S'aligner, maintenir une trajectoire d'accélération rectiligne, provoquer le décollage et stabiliser l'assiette de montée.
Préparation	Alignement, roulage, accélération, souffle hélicoïdal et effets gyroscopiques. Paramètres décollage et montée initiale. Performances de décollage.
Organisation	Dès que l'élève sait rouler sur un axe tracé et stabiliser la montée, cette leçon peut être abordée à chaque début de séance d'instruction.

LEÇON DE VOL	
Perception	**Alignement :** prendre un repère d'alignement le plus loin possible dans l'axe de piste. Faire observer la manche à air. **Accélération:** • **Avion à roue avant :** Montrer la mise en puissance progressive tout en contrant les effets parasites afin d'assurer le roulage rectiligne. Annoncer la vérification des paramètres moteur et des alarmes. Faire observer le maintien de l'axe et l'accélération • **Avion à roulette de queue :** Montrer la mise en puissance progressive tout en contrant les effets parasites afin d'assurer le roulage rectiligne, tout en maintenant le manche secteur arrière pour un bon contrôle de trajectoire (gouvernes inefficaces). Annoncer la vérification des paramètres moteur. Mettre l'avion en ligne de vol. Faire observer le maintien de l'axe et l'accélération **Rotation:** à la Vi de rotation, faire percevoir le pré-affichage progressif de l'assiette de décollage et le maintien de l'axe en contrant l'effet de pale descendante. **Montée initiale:** faire percevoir l'accélération à cette assiette, la nécessité d'une action autour de l'axe de tangage pour contrer le phénomène de cabrage et montrer que les « actions après décollage » ne sont effectuées qu'à partir d'une hauteur et d'une vitesse minimales (voir commentaires) ; la montée initiale se termine par la « check-list après décollage ».
Actions	**Alignement:** faire effectuer les « actions alignement », guider l'alignement, l'immobilisation sur l'axe et le positionnement des commandes. **Accélération:** faire appliquer et vérifier la puissance décollage, guider le maintien de l'axe aux palonniers, sans freiner. **Rotation:** faire lire et annoncer la vitesse, guider la rotation, le maintien de l'inclinaison nulle et de l'axe. **Montée initiale:** Guider le maintien de l'assiette, déclencher et guider les « actions après décollage » puis la « check-list après décollage ».
Exercice(s)	Répéter la séquence à chaque séance d'instruction. En phase de début, l'instructeur ne demande que le maintien de la trajectoire puis transfère la charge de travail au fur et à mesure du savoir-faire de l'élève.

BILAN	
Analyse	LEÇON VUE : La leçon a-t-elle été entièrement présentée ? NIVEAU PPL et CPL : l'élève maintient-il correctement l'axe au roulage ? L'assiette de montée est-elle stabilisée? Les actions et vérifications sont-elles effectuées ?
Programme	L'assimilation complète de cette leçon n'est pas indispensable pour la suite de la progression. Demander à l'élève de préparer la leçon suivante: « Assiette-trajectoire à puissance constante ».

3° COMMENTAIRES

La leçon sur le décollage ne fait pas l'objet d'une séance spécifique. Chaque départ en vol donnera l'occasion de travailler cette leçon.

L'ALIGNEMENT

Un bon alignement est obtenu lorsque le pilote est assis sur l'axe de piste matérialisé par des pointillés (ou imaginé sur une bande en herbe) et qu'il visualise un repère alignement (le plus lointain possible) servant de référence au roulage rectiligne.

L'ACCELERATION

Après la mise en puissance progressive, contrer l'embardée due aux effets parasites à l'aide des palonniers. Ne pas chercher à revenir sur l'axe de la piste mais rester parallèle. Faire noter l'efficacité croissante des gouvernes avec l'augmentation de vitesse.

LA ROTATION ET LA MONTEE INITIALE

Les actions après décollage ne sont effectuées qu'après avoir atteint :

- Une vitesse de sécurité (en général 1,2 VS de la configuration suivante),
- Une hauteur minimale de sécurité (en général 300 ft).

Nota : *Les actions ne doivent pas être contradictoires avec le manuel de vol.*

La séquence de rentrée de train sur les avions équipés du dispositif, est déclenchée dès l'apparition d'un vario positif confirmé par l'altimètre.

L'instructeur doit attirer l'attention de l'élève sur le fait que ces valeurs sont des minimums et non des objectifs de performance. Toute précipitation peut nuire au maintien d'une trajectoire précise.

Il est important lors des premiers décollages exécutés par l'élève de réduire sa charge de travail au seul maintien de la trajectoire. L'instructeur fait les annonces techniques (paramètres normaux, rotation...) puis la check-list après décollage.

Dès que la maîtrise du décollage s'améliore, l'instructeur peut transférer progressivement la charge de travail vers l'élève.

Nota : *Pendant la montée initiale, il est important de faire percevoir à l'élève la nécessiter de « verrouiller » parfaitement l'assiette pendant l'accélération de l'avion vers la vitesse de montée.*

Le décollage d'un aérodrome est conditionné par un certain nombre de limitations opérationnelles et réglementaires.

Aucun décollage ne pourra être envisagé sur une surface incompatible avec les performances de l'avion qui seront vérifiées à l'aide du Manuel de Vol à l'occasion de cette leçon. Il est à noter que les performances tirées du manuel de vol ont été optimisées (avion et moteur neufs, bien réglés, pilotes d'essai…). Il conviendra donc d'appliquer une majoration raisonnable, (par exemple : l'ENAC a choisi une marge de 20% dans le cadre de son exploitation).

ERREURS FREQUENTES

DE L'INSTRUCTEUR

- Globaliser toutes les tâches liées au décollage dès la 1ère séance.

DE L'ELEVE

- Mauvais positionnement des commandes à la mise en puissance,
- Retour précipité sur l'axe,
- Rotation trop brutale,
- Mauvais positionnement des pieds et donc utilisation involontaire des freins,
- Contre les effets a priori au lieu de constater un écart.

FACTEURS HUMAINS

- La sécurité lors de l'alignement est l'affaire du pilote,
- Être attentif à l'environnement radio et utiliser une phraséologie rigoureuse,
- La pédagogie ne doit pas estomper les vérifications avion,
- Ne pas céder à la précipitation.

LES BRIEFINGS

QU'EST CE QU'UN BRIEFING ?

- C'est un projet d'action,
- C'est l'annonce de ce qui va être fait au cours d'une phase particulière (le décollage par exemple),
- C'est l'annonce de ce qui est envisagé en cas de dégradation des conditions de vol (météo, mécanique...).

POURQUOI UN BRIEFING ?

- Activer la mémoire à court terme pour rappeler certains éléments de trajectoires,
- Faire partager son projet d'action,
- Répartir les tâches,
- Avoir une représentation mentale de la situation.

QUELQUES REGLES

Le briefing est un outil au service du pilote, c'est un moyen à replacer dans la hiérarchie des tâches à accomplir (voir « actions et check-lists »). Au cours du vol, le briefing ne doit pas être effectué au détriment du pilotage, de la trajectoire ou de la sécurité et ce n'est que progressivement que l'élève va prendre en compte les briefings.

Un briefing doit :

- Être court, 7 items maxi,
- Éliminer les constantes, se fixer sur les variables,
- Être reconstruit à chaque vol (attention au briefing automatique).

BRIEFING DECOLLAGE

Le briefing décollage est un outil permettant au pilote de présenter un projet d'action. Il se construit sur l'identification des menaces potentielles et des risques associés, auxquels il faudra répondre avec une stratégie appropriée.

La trajectoire est ensuite décrite dans l'ordre chronologique, en présentant les points clés et les stratégies mises en place face aux menaces préalablement indentifiées.

- Exemple de briefing décollage.

TEM

Projet d'action :

- Type de décollage (std/sur frein/rolling) sur piste XX.
- Type de montée (std/Vx/Vy).
- Premier virage G/D route XXX tenue par cap XXX.
- Cible alti XXXX ft.
- Prochaine estimée X min.

Situation anormale :

- Avant rotation.
- Panne moteur après rotation .

PAGE

LAISSEE

INTENTIONNELLEMENT

BLANCHE

ASSIETTE - VITESSE

ASSIETTE - TRAJECTOIRE

OBJECTIF :

- A puissance constante, maîtriser une Vi ou une pente par l'intermédiaire de l'assiette.

1° PREPARATION

EFFET DE L'ASSIETTE SUR LA VITESSE

Lors d'un changement de trajectoire dans le plan vertical, la composante du poids sur la trajectoire s'ajoute ou se retranche à la force de traction.

EN PALIER





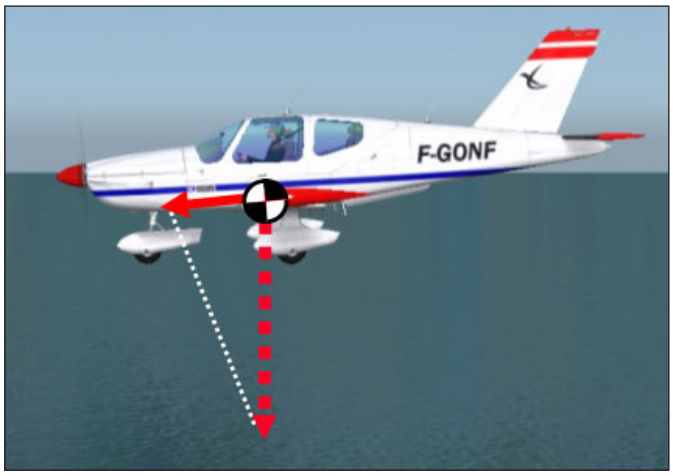
EN MONTEE





- La composante du poids est orientée vers l'arrière, elle s'oppose à la traction. La vitesse est plus faible.

EN DESCENTE





- La composante du poids est orientée vers l'avant, elle s'ajoute à la traction : la vitesse augmente.

EFFET DE L'ASSIETTE SUR LA PENTE DE TRAJECTOIRE

La pente de trajectoire est l'angle compris entre l'horizontale et le vecteur vitesse. Elle est aussi représentée par le rapport Vz/Vi.

ASSIETTE DE PALIER





- A l'assiette de palier, la Vz est nulle, la pente de trajectoire est nulle.

ASSIETTE A PIQUER





• A une assiette de descente, la Vz est négative, la pente de trajectoire est négative et peut être « pilotée ».

A puissance constante : une variation d'assiette de 1° correspond à une variation de Vz dont la valeur est égale à :

$$\frac{1}{Fb} \times 100$$

Exemple pour 100 Kt :

- Fb = 0.6
- 1° de variation d'assiette = 1/0.6 x 100 = 170 ft/min

Ainsi pour une même variation d'assiette, plus les vitesses sont élevées, plus les Vz sont importants.

2° PLAN DE LA LEÇON

BRIEFING	
Objectif	A puissance constante, maîtriser une Vi ou une pente par l'intermédiaire de l'assiette.
Préparation	Définition de la trajectoire. Influence de l'assiette et de la pente de trajectoire sur la vitesse et la Vz.
Organisation	Exposé des cas où cette technique est utile. Maîtrise de la vitesse en montée et en vol moteur réduit, la pente contrôlée par la Vz en descente. Poursuivre l'étude du décollage.

LEÇON EN VOL : 1° EFFET DE L'ASSIETTE SUR LA VITESSE	
Perception	Stabiliser l'avion en palier-croisière, tracer le RPB. Faire constater l'altitude constante et la vitesse. **Montrer** que l'affichage d'une assiette à cabrer (quantifier cette derniere) modifie la trajectoire vers le haut (Vz positive), que la vitesse diminue puis se stabilise à une valeur plus faible. **Montrer** que l'affichage d'une assiette à piquer modifie la trajectoire vers le bas (vz négative), que la vitesse augmente puis se stabilise à une valeur plus forte. **Faire quantifier** la relation entre l'écart d'assiette et l'écart de vitesse (valeur moyenne obtenue : 1°/5 kt). La variation de vitesse n'est pas instantanée (inertie de l'avion). **Décrire** le circuit visuel en insistant sur le rythme.
Actions	**Guider** l'acquisition et le maintien de différentes vitesses par affichage d'assiette lors de montées et de descentes à puissance constante, y compris descente moteur réduit. **Eduquer** le circuit visuel. Insister sur la nécessité de ne compenser l'avion qu'une fois la vitesse stabilisée.
Exercice(s)	**Demander** à l'élève de stabiliser des vitesses (+/- 5 kt) par pré affichage d'assiette en montée et en descente à puissance constante. Vérifier la bonne utilisation du compensateur.

LEÇON EN VOL : 2° EFFET DE L'ASSIETTE SUR LA PENTE DE TRAJECTOIRE	
Perception	Stabiliser l'avion en palier-croisière, puis quantifier et afficher une assiette à piquer. **Faire constater** le changement de trajectoire par l'intermédiaire de la Vz, faire constater l'inertie du variomètre. **Faire constater** l'augmentation de vitesse par transfert. **Faire quantifier** la relation entre l'écart d'assiette et l'écart de Vz (valeur moyenne obtenue : 1°/ 200 ft min dépendant de la vitesse d'exploitation). **Décrire** le circuit visuel en insistant sur le rythme.
Actions	**Guider** l'acquisition et le maintien de différentes trajectoires par préaffichages d'assiette de descente. **Eduquer** le circuit visuel. Insister sur la nécessité de ne compenser l'avion qu'une fois la Vz et la Vi stabilisées.
Exercice(s)	**Demander** à l'élève de stabiliser différentes trajectoires de descente (+/- 200 ft min). **Vérifier** la bonne utilisation du compensateur.

BILAN	
Analyse	LEÇON VUE : la leçon a-t-elle été présentée entièrement ? LEÇON ASSIMILÉE : à la demande d'affichage de vitesse ou de pente à puissance constante, l'élève réagit-il par un pré affichage d'assiette adapté ? Le paramètre de référence est-il maintenu par l'utilisation d'un circuit visuel et des corrections adaptés ?
Programme	Ne pas passer à la leçon « Trajectoires montée-palier-descente » tant que cette leçon n'est pas assimilée.

3° COMMENTAIRES

CIRCUIT VISUEL

A partir de cette leçon, au circuit visuel sommaire s'ajoute des paramètres instrumentaux de contrôle de trajectoire : vitesse et Vz.

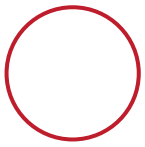


L'élément central du circuit vi-suel reste le RPB ou le repère capot. L'observation d'un instrument ne peut être que ponctuelle et le pilote doit revenir impérativement aux références extérieures autour desquelles s'organise le circuit visuel en forme d'étoile en direction des instruments dits « principaux ou secondaires ».

Les symboles décrits ci-dessous seront utilisés dans le présent ouvrage.



CENTRE
DU CIRCUIT VISUEL



INSTRUMENT PRINCIPAL



INSTRUMENT SECONDAIRE



SYMETRIE

L'assimilation complète de cette leçon est capitale. Elle va permettre à l'élève d'acquérir les outils indispensables à la bonne gestion des vols en montée, descente et palier.

L'utilisation des préaffichages évitera à l'élève de « courir après les aiguilles ». Faire percevoir l'inertie du variomètre.

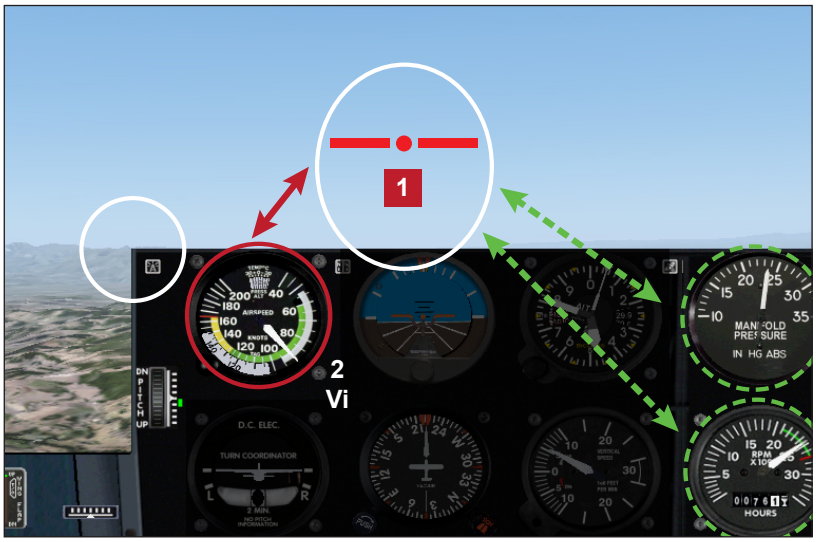
Cette leçon donne l'occasion de demander à votre élève de stabiliser sur une trajectoire montante les vitesse de montée normale, de pente max, de VZ max, sans les qualifier.

Ordre de grandeur pour un variation d'assiette de :

1° soit 1cm sur le RPB dans une plage de vitesse de 60 à 120 kt : 100 à 200 ft/min, 5 à 10 kt.
Une pente de 3° à 100 kt sera validée par une Vz de -500 ft / mn

CIRCUIT VISUEL POUR PILOTER UNE VITESSE A PUISSANCE CONSTANTE

A noter qu'avec des assiettes cabrées, il peut être interressant de remplacer le repère pare-brise par le haut du tableau de bord comme référentiel avion.



Correction des écarts :
Elle est effectuée par incrément d'assiette en utilisant des valeurs de correction connues **(1° = 5 Kt sur avion léger).**

La correction étant effectuée et la vitesse stabilisée, il pourra être nécessaire de compenser à nouveau l'avion.

Un écart par rapport au repère d'alignement déclenchera une correction.

CIRCUIT VISUEL POUR PILOTER UNE TRAJECTOIRE A PUISSANCE CONSTANTE



Correction des écarts :
Elle est effectuée par incrément d'assiette en utilisant des valeurs de correction connues **(1° = 100 à 200 ft/min sur avion léger).**

La correction étant effectuée et la vitesse stabilisée, il pourra être nécessaire de compenser à nouveau l'avion.

Un écart par rapport au repère d'alignement déclenchera une correction.

ERREURS FREQUENTES

DE L'ELEVE

- Variations d'assiettes pour courir après les valeurs instrumentales.
- Assiettes non stabilisées.
- Rythme du circuit visuel non adapté (interruption par exemple).
- Compensation incorrecte.

DE L'INSTRUCTEUR

- Exigence de précision inadéquate en regard des conditions du jour (aérologie).
- Ne laisse pas suffisamment de temps à l'élève pour détecter les écarts.

SECURITE - FACTEURS HUMAINS

- En montée, bien assurer la sécurité vers l'avant malgré le masque du capot moteur.

PAGE

LAISSEE

INTENTIONNELLEMENT

BLANCHE

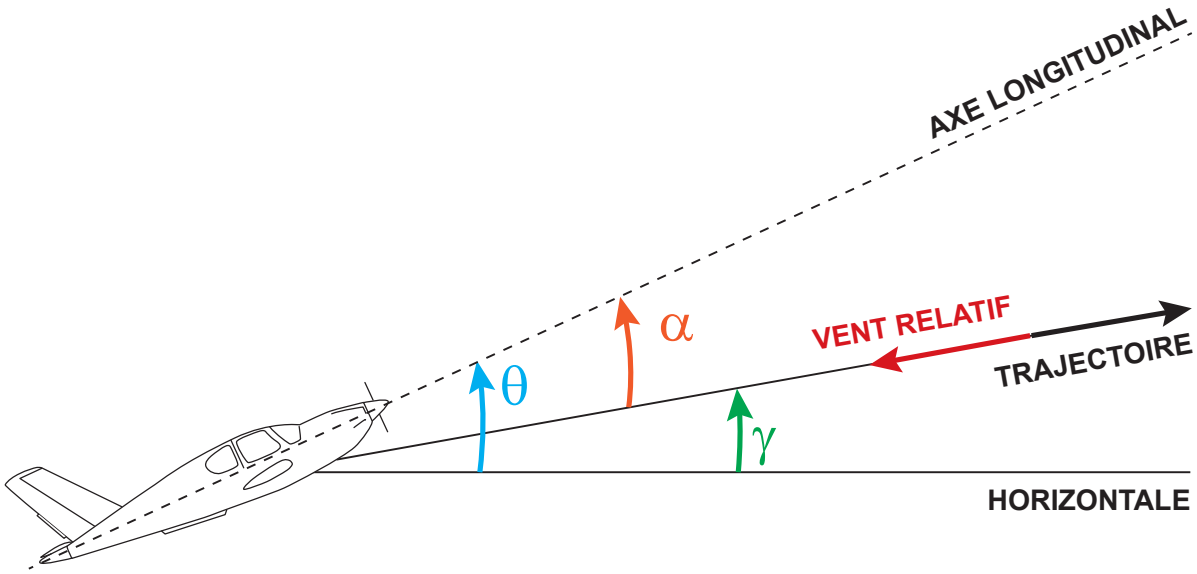
RELATION PUISSANCE

VITESSE - INCIDENCE

OBJECTIF :

- Faire varier la vitesse et maintenir la trajectoire constante (en palier), en adaptant l'assiette.

1° PREPARATION



Incidence

L'incidence α est l'angle compris entre la direction du vecteur vitesse et la corde de l'aile dans le plan de symétrie de l'avion.

Angle de calage de l'aile

L'angle de calage de l'aile est l'écart angulaire entre l'axe longitudinal de l'avion et la corde de l'aile.

Pente

La pente Ɣ est l'angle compris entre l'horizontale et le vecteur vitesse dans le plan vertical.

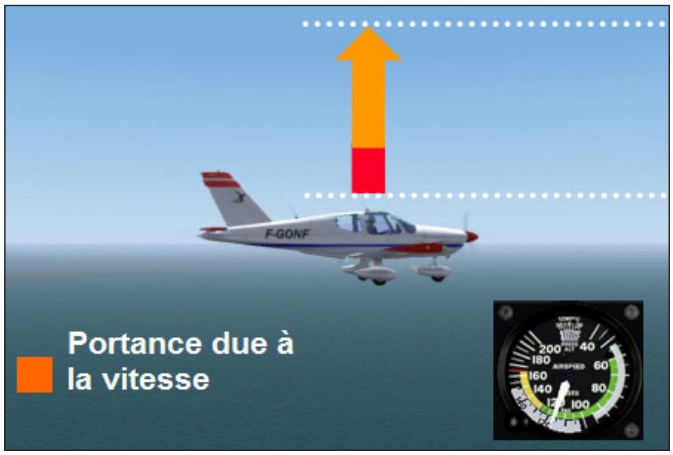
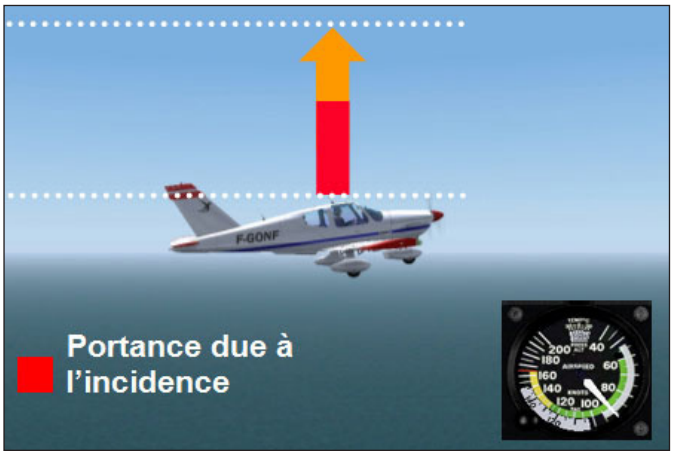
Assiette

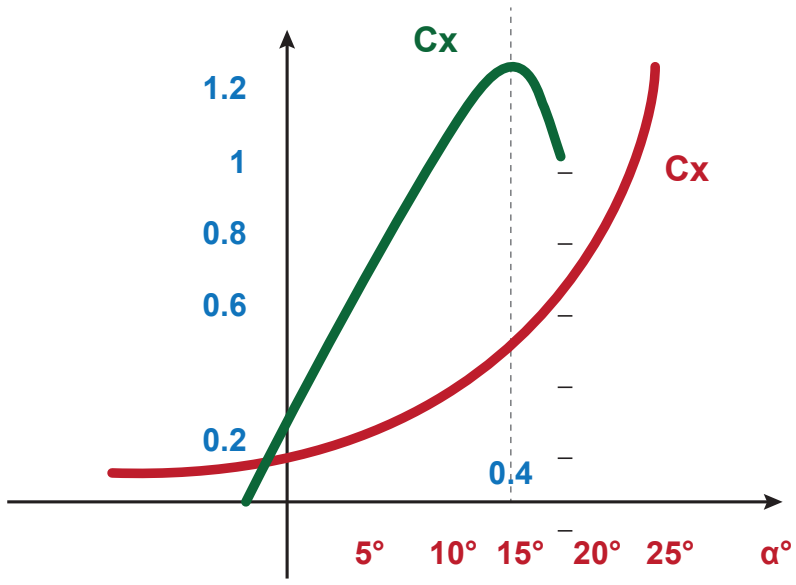
L'assiette θ est l'angle compris entre l'axe longitudinal de l'avion et l'horizontale.

Sur une trajectoire stabilisée la composante verticale de la portance est égale et opposée au poids. Cette dernière s'exprime par la formule : **$Fz = ½ \rho S V^2 Cz$.**

On remarquera que, à configuration constante, seules les deux dernières valeurs sont pilotables : la vitesse peut être pilotée par la puissance et le Cz par l'incidence visualisée, sur avion léger en trajectoire de palier, par l'assiette.

La vitesse et l'incidence participent à la portance dans des proportions variables. Sur trajectoire constante, une diminution de vitesse doit être suppléée par une augmentation d'incidence et inversement.

VOL A VITESSE FORTE	VOL A VITESSE FAIBLE
	
	



VARIATION DES Cz ET Cx EN FONCTION DE L'INCIDENCE α

2° PLAN DE LA LEÇON

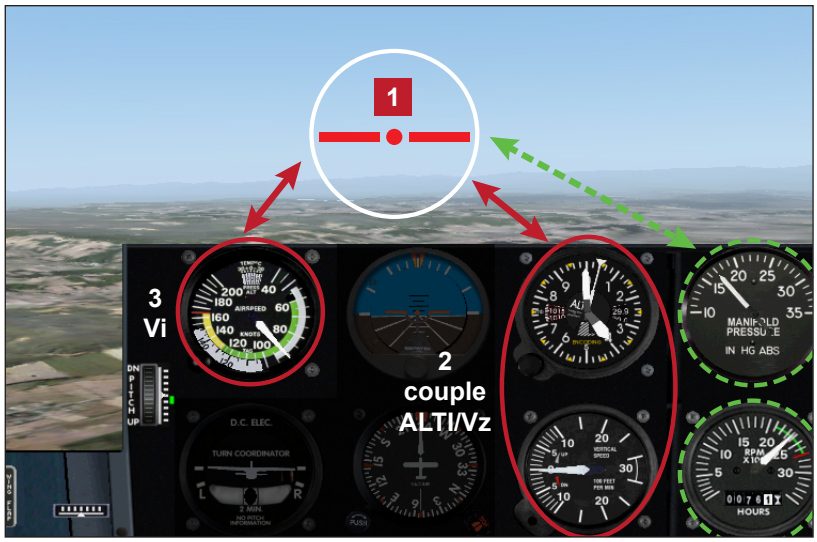
BRIEFING	
Objectif	Faire varier la vitesse et maintenir la trajectoire constante (en palier), en adaptant l'assiette.
Préparation	Affichage et maintien des puissances : correspondance vitesse-puissance (pré affichages). Relation entre incidence et vitesse à pente de trajectoire constante.
Organisation	S'assurer que la leçon « Assiette-vitesse, assiette-trajectoire » est bien assimilée. Leçon débutée en palier vers le secteur ; exercices en palier et descente au retour.

LEÇON EN VOL	
Perception	Stabiliser et compenser l'avion en palier-croisière (faire noter la vitesse, l'altitude, l'assiette et la puissance). **A assiette constante**, réduire la puissance (de 4 pouces / 20% / 400 Rpm). Faire percevoir la diminution de vitesse, l'altitude décroissante et la Vz négative. Stabiliser l'avion en palier et compenser. **Faire constater** la puissance, l'altitude constante, la nouvelle assiette et la nouvelle vitesse. **À assiette constante**, reprendre la puissance de croisière, faire constater l'augmentation de la vitesse, l'altitude croissante et la Vz positive. Stabiliser l'avion en palier et compenser. **Faire constater** la puissance, l'altitude constante, l'assiette et la vitesse de croisière. Faire noter la correspondance entre la puissance et la vitesse (environ 1 pouce / 100 Rpm / 5% = 5 Kt) et entre la Vi et l'assiette (environ 0.5° = 5 Kt) et en déduire les préaffichages et la relation puissance/vitesse/incidence.
Actions	A partir du palier-croisière, faire calculer une puissance en fonction d'une Vi cible (pas inférieure à la Vi d'attente), faire évaluer l'assiette attendue, et, après affichage de la puissance, guider l'accompagnement de la réduction de vitesse par un cabré progressif (par incrément de 0.5°, le déclencheur étant la variation d'altitude); faire régler le compensateur lorsque la vitesse est stabilisée. A partir du palier à cette nouvelle vitesse, guider l'élève dans la manoeuvre inverse, pour retour à vitesse de croisière, et faire régler le compensateur lorsque la vitesse est stabilisée. **Guider** la tenue de palier à différentes vitesses entre l'attente et la vitesse de croisière. **Guider** l'élève pour effectuer le circuit visuel. Insister sur le rythme.
Exercice(s)	**Demander** des vitesses différentes en palier, jusqu'à obtenir une certaine mécanisation des actions.

BILAN	
Analyse	LEÇON VUE : la leçon a-t-elle été entièrement présentée ? LEÇON ASSIMILEE : l'élève parvient-il par un préaffichage méthodique des puissances à faire varier la vitesse entre la vitesse d'attente et la vitesse de croisière sans s'écarter de plus de 200 ft de l'altitude de départ ? NIVEAU PPL : Idem que « leçon assimilée » mais pour une valeur d'écart inférieure ou égale à 100 ft, les effets moteur étant pris systématiquement en compte.
Programme	Cette séance peut être doublée, l'accent sera mis sur le réglage du compensateur.

3° COMMENTAIRES

CIRCUIT VISUEL EN DECELERATION OU EN ACCELERATION



- Calculer la puissance pour la vitesse cible **(1 pouce ou 100 tr /min pour 5 kt)**.
- Variation de puissance.
- Contrer les effets moteur.
- Affiner la puissance à celle calculée.
- Variation progressive d'assiette en fonction des indications lues sur le couple Alti/vario, afin de maintenir la trajectoire de palier.
- A vitesse cible atteinte et trajectoire stabilisée, compenser.

Note : si plusieurs commandes moteur sont à manipuler, il est important de vérifier l'assiette entre le réglage de chaque paramètre.

Pour passer rapidement d'une vitesse à une autre, il convient de procéder comme suit :

- Dans le cas de la réduction de vitesse, faire afficher une puissance légèrement inférieure à la puissance requise, attendre la vitesse recherchée plus 5 kt puis réajuster à la bonne valeur de puissance.
- Procéder inversement pour l'accélération.

Pour faire percevoir à l'élève que les processus accélération/décélération ne sont pas instantanés, l'instructeur peut mesurer le temps nécessaire l'obtention des vitesses recherchées.

ACCELERATION - DECELERATION

Nota : *Cette leçon va s'effectuer sur une trajectoire en palier. Il convient de faire savoir à l'élève que cette relation est aussi valable pour les vols en descente.*

COMPENSATION

- Insister sur le fait que la compensation est effectuée lorsque l'assiette et la vitesse sont stables.

ERREURS FREQUENTES

DE L'ELEVE

- Affichage prématuré de l'assiette correspondant à la vitesse recherchée,
- Pré-affichage de la puissance inadapté.

DE L'INSTRUCTEUR

- Démonstrations altérées par le manque de rigueur dans le maintien de l'assiette.
- Ne laisse pas le temps à l'élève de détecter les écarts.
- Organise la leçon dans un environnement aérologique défavorable.

SECURITE - FACTEURS HUMAINS

Risque de polarisation sur des valeurs instrumentales au détriment de la trajectoire et de la sécurité.

PAGE

LAISSEE

INTENTIONNELLEMENT

BLANCHE

CONTRÔLE DU CAP

OBJECTIF :

- Contrôler l'orientation de l'avion par rapport au nord magnétique.

PREAMBULE

Cette leçon est atypique, elle peut faire l'objet d'un vol spécifique si la météo du jour ne permet pas de poursuivre sur les leçons suivantes dans de bonnes conditions, ou elle peut être « tronçonnée » sur plusieurs vols pendant les départs et retours de secteur de travail.

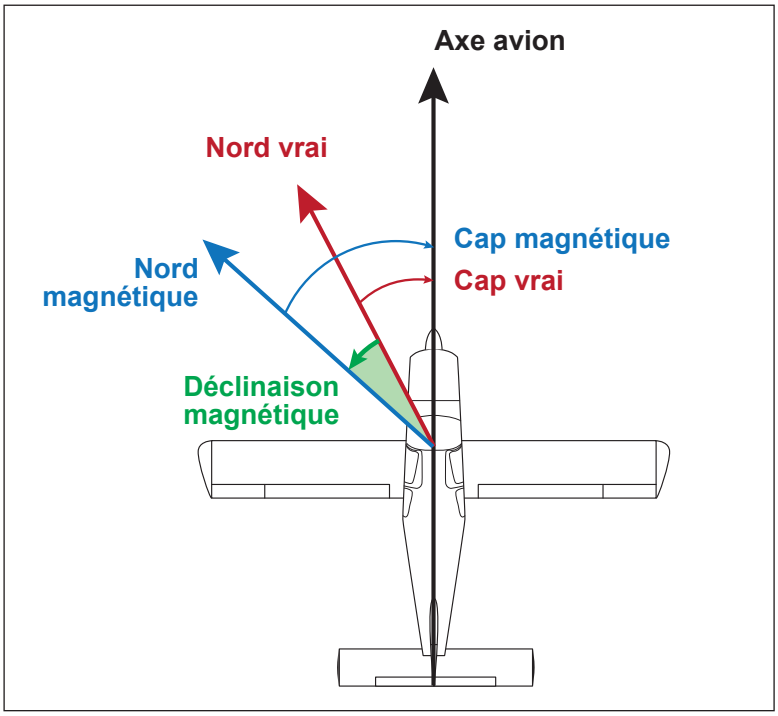
1° PREPARATION

ALIGNEMENT SUR LA PISTE

Sur une carte, on peut mesurer une orientation par rapport au nord vrai ou nord géographique.

A bord de l'avion, le compas mesure l'orientation de l'avion par rapport au nord magnétique.

Les caps s'annoncent avec 3 chiffres : 003, 030, 300.



LE COMPAS MAGNETIQUE

AVANTAGE

Sa principale qualité est d'indiquer en permanence la direction du Nord magnétique quelque soit la route suivie par l'avion.

INCONVENIENTS

Les indications lues dans les circonstances suivantes sont erronées :

- Lors d'accélérations ou décélérations, principalement face aux caps Est et Ouest,
- Parfois lors des vols en montée et en descente,
- En air turbulent,
- Pendant les virages. Face au Nord la rose sera paresseuse ; face au Sud la rose sera nerveuse,
- Influence des champs magnétiques engendrés par les phares, pitot et autres systèmes électriques.

UTILISATION

Actions à entreprendre pour passer du cap Nord (origine zéro) au cap 030 :

- Identifier le côté du virage (à droite les caps augmentent),
- Déterminer l'écart angulaire et prendre un point de repère lointain correspondant, sortir face au repère, attendre la stabilisation du compas, effectuer la correction si nécessaire.

LE DIRECTIONNEL

AVANTAGE

- Sa stabilité,
- Sa lecture directionnelle.

INCONVENIENTS

Il faut le recaler périodiquement (environ 15 mn) et après des évolutions.

UTILISATION

Procédure de recalage :

- En trajectoire palier rectiligne stabilisée, équipements électriques branchés conformément à la compensation,
- Lire le cap compas,
- Recaler le directionnel,
- Comparer les 2 informations,
- Rebrancher les équipements électriques nécessaires au vol.

LA FONCTION HDG DU PFD

Avantages :

- Sa stabilité,
- Sa lecture directionnelle,
- Recalage automatique.

2° PLAN DE LA LEÇON

BRIEFING	
Objectif	Contrôler l'orientation de l'avion par rapport au nord magnétique.
Préparation	Lecture des caps et orientation. Avantages et inconvénients du compas magnétique. Avantages et inconvénients du directionnel.
Organisation	Cette leçon peut être abordée dès que la tenue du palier de croisière est précise et que l'élève maîtrise les changements de direction.

LEÇON EN VOL	
Perception	**APRES LA MISE EN ROUTE DE L'AVION :** Lire le cap magnétique sur le compas. Enoncer les caps avec 3 chiffres. **Montrer** que la lecture est anti-directionnelle. Vérifier la cohérence de l'information avec l'orientation de l'avion. **Montrer** le témoin de fonctionnement du directionnel. Lire l'information du directionnel. Montrer que la lecture est directionnelle. Si elle est différente du compas, procéder à un recalage selon la procédure: lire le cap compas, recaler le directionnel et comparer. **Montrer** que le compas est sensible à l'approche d'une masse métallique (clés), à un champ magnétique (allumer le phare). Faire percevoir que le directionnel est insensible à ces phénomènes. **EN VOL :** **Montrer** que les informations du compas sont erronées : • Lors des décélérations et accélérations, plus sensibles face à l'Est et à l'Ouest. • En virage (Nerveux au Sud et paresseux au Nord). • En virage l'erreur de changement de Nord • En air turbulent si le cas se présente. • Parfois lors des montées et des descentes. • Faire percevoir simultanément que le directionnel est stable. • Déduire des perceptions, les règles d'utilisation. • Montrer le secteur d'anticipation.

LEÇON EN VOL (suite)	
Actions	**CHANGEMENTS DE CAPS A L'AIDE DU COMPAS** **Guider** l'élève selon la procédure : • Stabiliser l'avion en palier croisière. • Lire le cap, déterminer le sens de virage, l'écart angulaire (par rapport à l'aile de l'avion par exemple), prendre un repère lointain dans la direction correspondante, en tenant compte de l'anticipation pour s'aligner dessus (voir commentaires). • Lire le nouveau cap après stabilisation puis effectuer les corrections éventuelles par de petites inclinaisons. **CHANGEMENTS DE CAPS A L'AIDE DU DIRECTIONNEL** **Guider** l'élève selon la procédure : • Recaler le directionnel sur le compas dans les conditions vues ci-dessus. • Effectuer un virage dans le sens indiqué par l'instrument en effectuant le circuit visuel adapté. • Anticiper la sortie en fonction de la valeur de l'inclinaison et éventuellement, corriger.
Exercice(s)	Demander à l'élève d'effectuer des changements de cap de 90°, 180°, 45°, 30° et 60°, à l'aide du compas puis du directionnel en respectant les procédures définies lors de la phase précédente.

BILAN	
Analyse	LEÇON VUE : tous les éléments ont-ils été traités? LEÇON ASSIMILEE ET NIVEAU PPL : l'élève prend-il le temps de stabiliser l'avion en ligne droite avant la lecture des caps compas et le recalage du directionnel ? Pense-t-il à recaler périodiquement le directionnel, notamment après des évolutions ?
Programme	Cette leçon doit être assimilée avant de passer aux « Phases et procédures particulières du vol ».

3° COMMENTAIRES

Cette leçon ne fait pas l'objet d'un vol spécifique, les départs et retours du secteur de travail seront mis à profit pour placer les démonstrations et exercices.

LE COMPAS MAGNETIQUE

Il est important d'apprendre et de réviser l'utilisation du compas. Cet entraînement peut s'avérer utile en cas de panne du directionnel.

CIRCUIT VISUEL



Pendant le virage, le repère principal est le RPB.

Après le contrôle de chaque élément, le regard doit revenir sur le RPB et vérifier la cohérence avec un alignement extérieur.

Note : A ce stade, le couple Alti/Vario, ainsi que la bille, ne sont pas encore inclus dans le circuit visuel. Ils le deviendront au fur et à mesure de leur introduction dans les leçons suivantes.

SECTEUR D'ANTICIPATION

Le secteur d'anticipation pour sortir face à un repère ou à un cap précis doit être abordé de façon pratique au cours de la leçon. Pour cela :

- Effectuer un virage à 30° d'inclinaison,
- Débuter la sortie de virage face à un repère ou à un cap précis,
- Comparer le cap de fin de sortie de virage avec celui du début de sortie de virage,
- En déduire le secteur d'anticipation de sortie de virage.

On peut en tirer la règle suivante : **L'anticipation est sensiblement égale au tiers de l'inclinaison.**

ERREURS FREQUENTES

DE L'ELEVE

- Matérialisation des caps lors de l'utilisation du compas seul,
- Procédure de recalage précipitée et incomplète,
- N'utilise pas un repère d'alignement extérieur lointain.

DE L'INSTRUCTEUR

- Exercices d'utilisation du compas seul, trop succinct.

SECURITE - FACTEURS HUMAINS

- Vérification périodique du directionnel,
- Confiance excessive dans le directionnel,
- Cohérence des caps indiqués et de la route suivie

PAGE

LAISSEE

INTENTIONNELLEMENT

BLANCHE

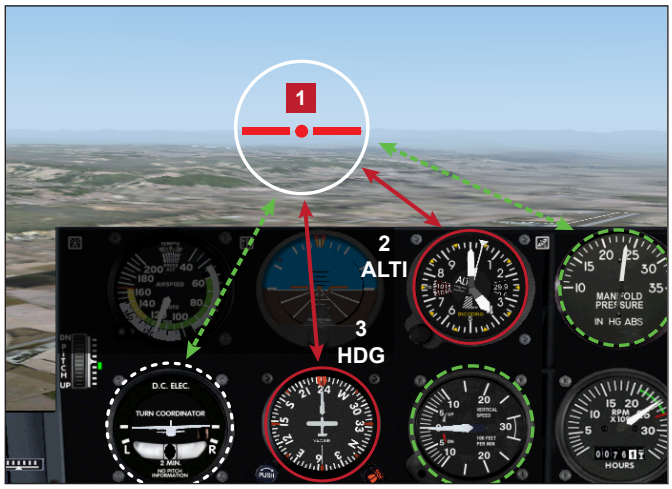
PALIER, MONTÉE ET DESCENTE SYMÉTRIE DU VOL

OBJECTIF :

- Stabiliser les trajectoires de palier, montée et descente en fixant des paramètres de référence.
- Effectuer les séquences de changement de trajectoire.

1° PREPARATION

LE VOL EN PALIER CROISIERE

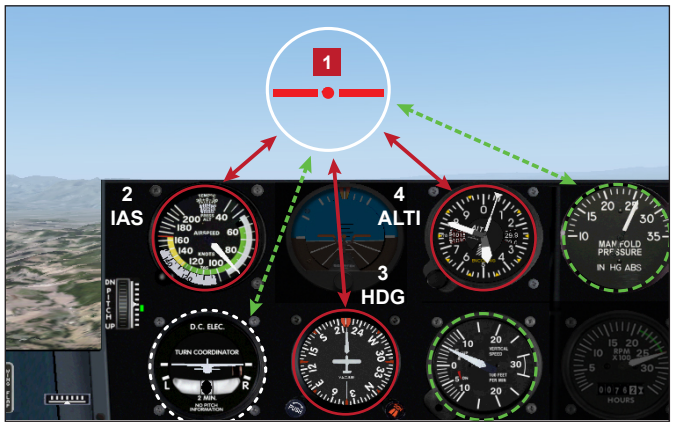


Objectifs : Un vol rectiligne symétrique, une altitude et une puissance constantes.

Paramètre subi : la vitesse indiquée.

Le vol de l'avion est symétrique grâce à différents réglages effectués par le constructeur, généralement le pilote n'a pas à intervenir.

LE VOL EN MONTEE



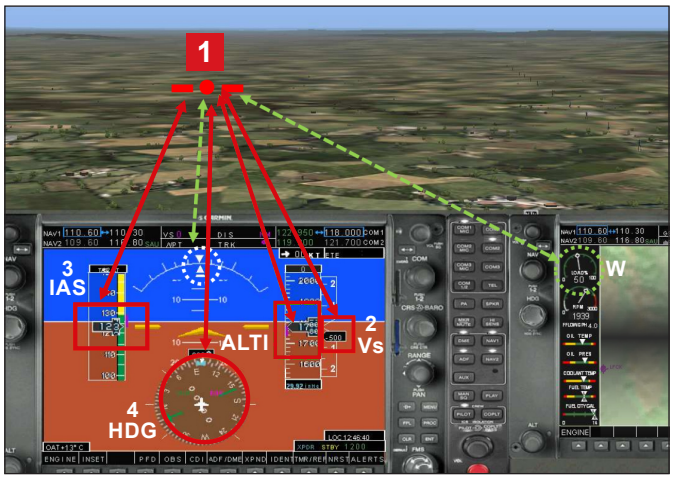
Objectifs : Un vol rectiligne, une vitesse et une puissance.

Paramètre subi : un taux de montée.

Nota :
- *À régime moteur élevé et à vitesse lente, certains effets moteur sont importants (souffle hélicoïdal, traction dissymétrique des pales, etc...),*
- *L'efficacité des gouvernes est moindre à vitesse lente.*
- *Le variomètre est intégré dans le circuit visuel secondaire uniquement pour vérifier la performance de montée (dans certaines conditions d'aérologie, le fait d'afficher les paramètres de montée ne garantit pas nécessairement une pente positive).*

Le pilote maintient un vol **symétrique** en agissant sur le palonnier.

LE VOL EN DESCENTE



Objectifs : Un vol rectiligne, un couple vario-vitesse.

Dans certains cas de vol :

- une vitesse constante uniquement (cas du vol moteur réduit) ou une trajectoire constante uniquement (cas de la descente à puissance de croisière en s'assurant du maintien de la Vi dans les limitations avion ou exploitant).

Le pilote maintient un vol **symétrique** en agissant sur le palonnier.

CONDUITE DU VOL EN DESCENTE

Pour conduire le vol en descente, il convient d'agir sur le couple vario/vitesse afin de corriger les écarts détectés. Cependant, les paramètres du vol sont en interaction entre eux : modifier l'un va modifier l'autre.

Le contrôle de la trajectoire est prioritaire, ainsi toute correction de vitesse doit être précédée d'une analyse de la trajectoire .

Une étude détaillée de tous les cas peut parfois s'avérer nécessaire.

	Vi trop élevée	Vi correcte	Vi trop faible
Vz trop forte	**1** Δθ° + 1°	**1** Δθ° + 1°	**1** Δθ° + 1°
	2 Transfert d'énergie	**2** Augmentation de puissance	**2** Augmentation de puissance
Vz correcte	**1** Réduction de puissance	Maintenir les éléments	**1** Augmentation de puissance
	2 Assiette à cabrer (relation Vi/ incidence)		**2** Assiette à piquer (relation Vi/ incidence)
Vz trop faible	**1** Δθ° - 1°	**1** Δθ° - 1°	**1** Δθ° - 1°
	2 Réduction de puissance	**2** Réduction de puissance	**2** Transfert d'énergie

CHANGEMENTS DE TRAJECTOIRES

Ces phases transitoires demandent de concentrer toutes les ressources sur le pilotage.

Le circuit visuel est centré sur l'assiette.

Ces transitions comprennent des variations de puissance et/ou de vitesse, il est donc nécessaire d'être vigilant sur la symétrie du vol.

Le passage d'une trajectoire à une autre s'effectue de façon méthodique selon une séquence qui comporte 4 phases :

PREPARATION	ACTIONS	STABILISATION	CONTRÔLE

PASSAGE DU VOL EN PALIER AU VOL EN MONTEE

1 - PREPARATION

- Recaler le directionnel si nécessaire.
- Régler le mélange.
- Ajuster le régime moteur si l'hélice est à calage variable.

2 - ACTIONS

- Afficher l'assiette de montée.
- Afficher la puissance de montée en contrant les effets moteurs.

Note: si plusieurs commandes moteur sont à manipuler, il est important de vérifier l'assiette entre le réglage de chaque paramètre.

3 - STABILISATION

- A trajectoire et vitesse de montée stabilisées, compenser l'effort.

4 - CONTRÔLE

- C'est le savoir-faire étudié lors des leçons précédentes (circuit visuel, utilisation de pré-affichages).

PASSAGE DU VOL EN MONTEE AU VOL EN PALIER

1 - PREPARATION

- Compte tenu de l'inertie de l'avion et du confort passager, la transition doit être conduite de manière souple et doit donc débuter avant la cible d'altitude.
- Une anticipation est nécessaire.
- Lorsque l'écart entre l'altitude et l'altitude cible atteint 1/10 du taux de montée, débuter l'action.

2 - ACTIONS

- A l'anticipation afficher ½ assiette de montée.
- Effectuer une relation Vi/incidence pendant l'accélération et dégrossir le réglage du compensateur.
- A la vitesse recherchée ou lorsque l'avion n'accélère plus, afficher la puissance de croisière.

Note : si plusieurs commandes moteur sont à manipuler, il est important de vérifier l'assiette entre le réglage de chaque paramètre

3 - STABILISATION

- En croisière stabilisée, compenser l'effort.

Note : il est possible de pré-compenser pendant la phase d'accélération, mais il est très important de laisser la vitesse se stabiliser avant de faire une compensation fine.

4 - CONTRÔLE

- C'est le savoir-faire étudié lors des leçons précédentes (actions croisière, circuit visuel).

PASSAGE DU VOL EN PALIER AU VOL EN DESCENTE

1 - PREPARATION

- Recaler le directionnel si nécessaire,
- Enrichir le mélange et réchauffer le carburateur éventuellement,
- Réservoir d'essence sur le plus plein.

2 - ACTIONS

- Afficher l'assiette représentative de la pente souhaitée,
- Afficher la puissance pour obtenir la vitesse indiquée recherchée.

3 - STABILISATION

- Lorsque le couple vario/vitesse est établi, compenser l'effort.

4 - CONTRÔLE

- C'est le savoir faire étudié lors des séances précédentes (circuit visuel).

PASSAGE DU VOL EN DESCENTE AU VOL EN PALIER

1 - PREPARATION

- Compte tenu de l'inertie de l'avion et du confort passager, la transition doit être conduite de manière souple et doit donc débuter avant la cible d'altitude.
- Une anticipation est nécessaire.
- Lorsque l'écart entre l'altitude et l'altitude cible atteint 1/10 du taux de descente, débuter l'action.

2 - ACTIONS

- Afficher l'assiette de palier en tenant compte de l'anticipation et afficher la puissance associée en contrant les effets moteur.

3 - STABILISATION

- En croisière stabilisée, compenser l'effort si nécessaire.

4 - CONTRÔLE

- C'est le savoir-faire étudié lors des leçons précédentes (actions, circuit visuel).

2° PLAN DE LA LEÇON

BRIEFING	
Objectif	Stabiliser les trajectoires de palier, montée et descente en fixant des paramètres de référence. Effectuer les séquences de changement de trajectoire.
Préparation	Caractéristiques des vols de montée, palier et descente : paramètres à maintenir constants et paramètres subis. Séquence d'actions adaptée à chaque changement de trajectoire. Pré affichages et circuit visuel.
Note	La leçon peut être conduite en guidage verbal pure, l'élève ayant tous les « prérequis ». Cette leçon représente la mise en place des circuit visuels complets pour chaque phase de vol, c'est sur ce point que l'instructeur devra particulièrement insister (organisation et rythme). L'instructeur peut commencer la perception juste après la phase de montée initiale.

LEÇON EN VOL : VOL EN PALIER-CROISIERE	
Perception	Stabiliser l'avion à la puissance de croisière normale. **Montrer** l'interprétation des informations de la bille et les corrections associées. **Montrer** à l'élève les paramètres de conduite. **Montrer** la symétrie et les réglages des compensateurs. **Montrer** le circuit visuel et la correction des écarts qui doit être méthodique.
Actions	**Guider** le maintien du vol en palier-croisière en commentant le circuit visuel.
Exercice(s)	**Demander** à l'élève de maintenir le palier de croisière normale, rectiligne et symétrique.

LEÇON EN VOL : VOL EN MONTEE	
Perception	L'avion est stabilisé sur sa trajectoire de montée rectiligne. **Montrer** à l'élève les paramètres de conduite: L'assiette permet d'obtenir une vitesse à puissance fixée, la Vz est subie. **Montrer** le contrôle de la symétrie et les réglages des compensateurs. **Montrer** le circuit visuel et la correction des écarts qui doit être méthodique.
Actions	**Guider** le maintien de la montée en commentant le circuit visuel.
Exercice(s)	**Demander** à l'élève de maintenir un vol en montée rectiligne, symétrique et à la vitesse correcte.

LEÇON EN VOL : VOL EN DESCENTE	
Perception	Stabiliser l'avion en descente. Montrer à l'élève les paramètres de conduite : la pente est pilotée par l'assiette (et contrôlée par la Vz) et la vitesse par la puissance. Montrer le contrôle de la symétrie et les réglages des compensateurs. Montrer le circuit visuel et la correction des écarts qui doit être méthodique.
Actions	**Guider** le maintien du vol en descente.
Exercice(s)	**Demander** à votre élève de piloter une descente, à pente confort (- 2° soit environ - 400 ft / min à 120 KT) et à la vitesse de croisière.

LEÇON EN VOL : CHANGEMENTS DE TRAJECTOIRES	
Perception	**SITUATIONS STANDARDS :** **1** - Du vol en palier au vol en montée. **2** - Du vol en montée au vol en palier. **3** - Du vol en palier au vol en descente. **4** - Du vol en descente au vol en palier. Montrer les items associés à chaque séquence : • préparation, actions, stabilisation et contrôle. **SITUATIONS PARTICULIÈRES PRIVILEGIANT L'ACTION (MANOEUVRES D' EVITEMENT)** **5** - Du vol en montée au vol en descente A partir de la montée, montrer les actions associées à la séquence : • Pré affichage de l'assiette correspondant à la trajectoire souhaitée (pré réglage du compensateur), • Affichage des paramètres de descente, • À vitesse stabilisée, réglages des compensateurs, • Montrer le contrôle des paramètres par le circuit visuel. **6** - Du vol en descente au vol en montée (éducatif d'approche interrompue) A partir de la descente, montrer les actions associées à la séquence : • Affichage de l'assiette de montée, • Puissance décollage, • À vitesse stabilisée, réglages des compensateurs, • Montrer le contrôle des paramètres par le circuit visuel. *NB : faire noter à l'élève que le point commun de ces manoeuvres est l'ordre : Assiette, Puissance.*
Actions	**Guider** l'élève dans l'exécution méthodique des six séquences ci-dessus en lui laissant bien le temps de stabiliser les trajectoires après chaque changement.
Exercice(s)	**Demander** à l'élève des changements d'altitude et de trajectoire, puis la stabilisation de celles-ci et vérifier qu'il associe la bonne séquence à chaque objectif.

BILAN	
Analyse	LEÇON VUE : la leçon a-t-elle été entièrement présentée? LEÇON ASSIMILEE : l'élève stabilise-t-il correctement les trajectoires palier, montée, descente et évolue-t-il vers ces trajectoires en effectuant correctement les séquences. Les écarts sont-ils détectés et corrigés en restant dans une norme acceptable (+/- 5 Kt, +/- 150 ft, +/- 200 ft min) avec la volonté de tendre vers l'écart nul. Les passages de descente à montée et inversement sont-ils réalisés avec efficacité.
Programme	Préparer la leçon « Virages symétriques ».

3° COMMENTAIRES

Pendant cette leçon l'instructeur veillera au bon emploi des « basiques » déjà acquis et notamment à la prise de repères extérieurs pour le maintien de la ligne droite et des attitudes avion.

Dans cette leçon, l'élève aura naturellement tendance à « courir après les aiguilles ». Montrez-lui que la méthode de correction efficace est l'application des pré affichages d' ASSIETTE et de PUISSANCE.

Si la pré-compensation fait partie intégrante de la méthode à enseigner, insister sur le fait que cette compensation n'est définitive qu'une fois la vitesse stabilisée.

Lorsque les conditions l'exigent, (rencontre avec une masse nuageuse par exemple) la phase d'action devient prioritaire sur les autres phases, notamment sur celle de préparation. Cette procédure à caractère décisionnel met en avant la notion de hiérarchie des tâches à accomplir (voir 2ème partie de la leçon).

PRE-COMPENSATION

A ce stade, l'utilisation de la pré-compensation doit faire partie de la méthode, il faudra cependant s'assurer que cela n'induit pas une « déviation » vers un pilotage au compensateur.

ERREURS FREQUENTES

DE L'ELEVE

- Mauvais pré affichage de l'assiette,
- « Courir » après les instruments,
- Pilotage au compensateur,
- Mauvaise hiérarchie des tâches,
- Mauvais contrôle des effets moteur.

DE L'INSTRUCTEUR

- Passe trop rapidement sur les circuits visuels (si ils ne sont pas acquis ne pas passer immédiatement aux changements de trajectoire).
- Ne laisse pas suffisamment de temps au stagiaire pour détecter et corriger les écarts.

SECURITE - FACTEURS HUMAINS

- Risque de focalisation sur les instruments au détriment des informations extérieures et de la sécurité.

VIRAGES EN PALIER, MONTÉE ET DESCENTE SYMÉTRIE DU VOL

OBJECTIF :

- Effectuer des virages symétriques en palier, montée et descente.

PREAMBULE

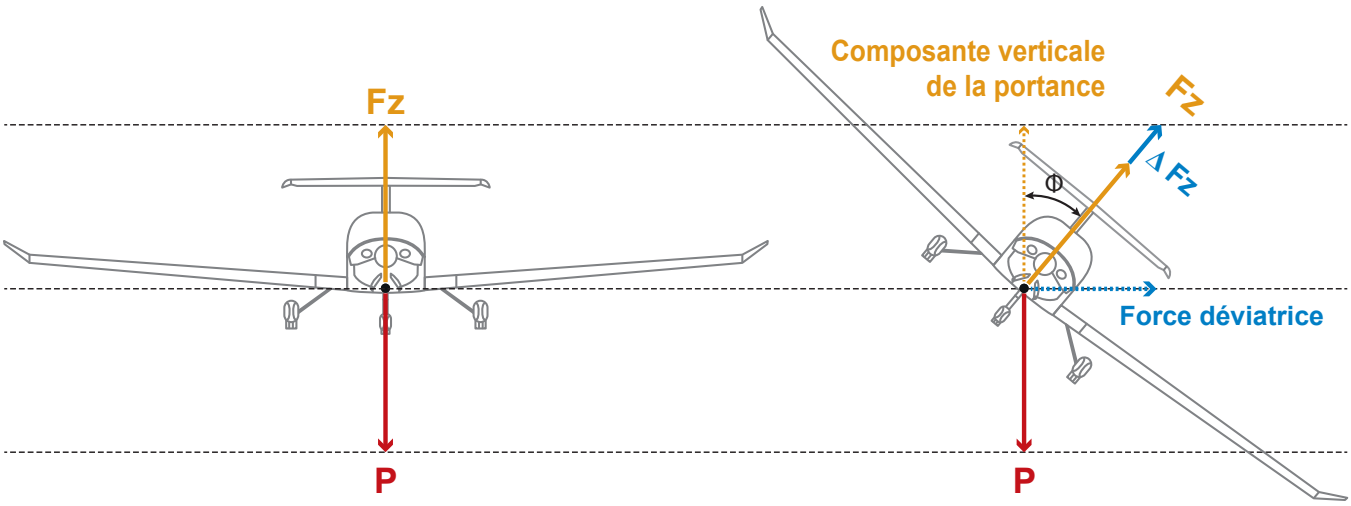
Cette leçon concernant les différents cas de virages est dense et ne peut évidemment pas être traitée en une seule fois.

La leçon telle que présentée dans le guide est un canevas générique, que l'instructeur découpera en fonction de la progression du stagiaire.

1° PREPARATION

EQUILIBRE DES FORCES EN VIRAGE

- Le poids (P) est toujours orienté verticalement.
- La portance (Fz) est toujours perpendiculaire au plan des ailes.
- La composante verticale de la portance équilibre le poids.
- La composante horizontale de la portance est la force déviatrice qui maintient le virage.
- La traction équilibre la trainée.



Par rapport à l'équilibre des forces en vol rectiligne, pour que la composante verticale de la portance en virage équilibre le poids, la portance doit être plus importante.

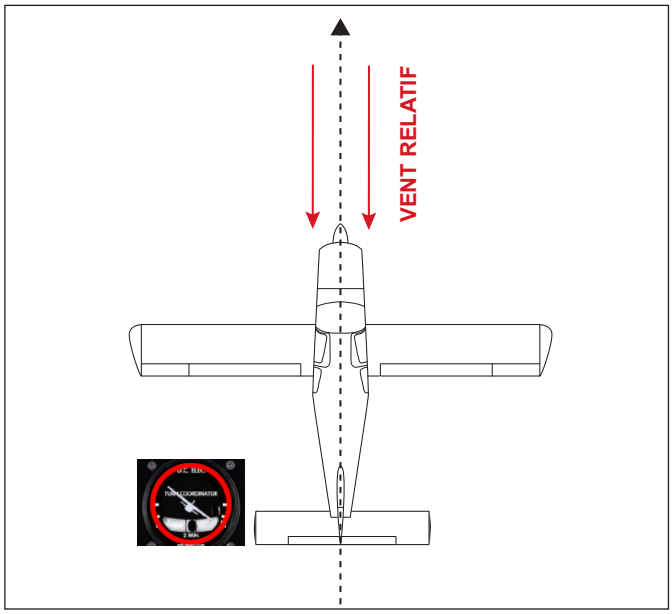
SYMETRIE

Le vol est symétrique quand l'écoulement de l'air est parallèle au plan de symétrie de l'avion. Dans le cas contraire, l'avion est dit en « déparage ». L'instrument permettant de détecter le dérapage est la « bille » .

Lorsque le vol n'est plus symétrique, la bille se décale du côté du vent relatif.

Pour ramener l'avion en vol symétrique il faut agir sur le palonnier dans le sens indiqué par la bille : on dit communément que « le pied chasse la bille ».

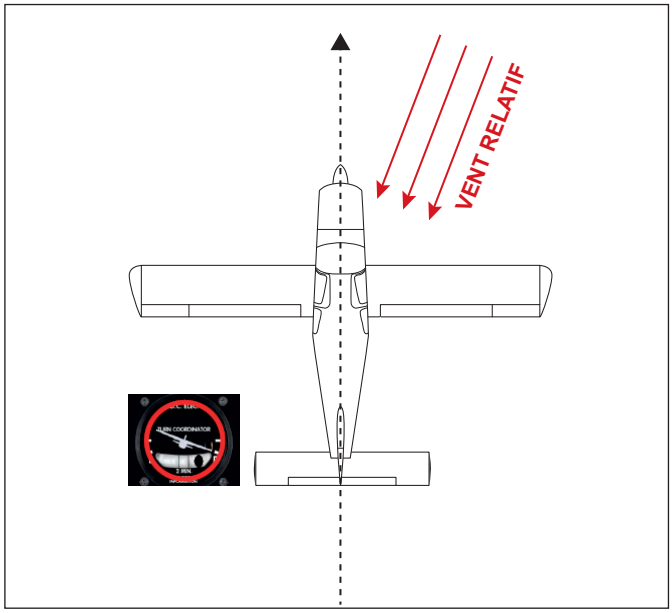
VIRAGE SYMETRIQUE





La bille est centrée.
Le vol est symétrique.

VIRAGE DERAPE INTERIEUR (GLISSADE)

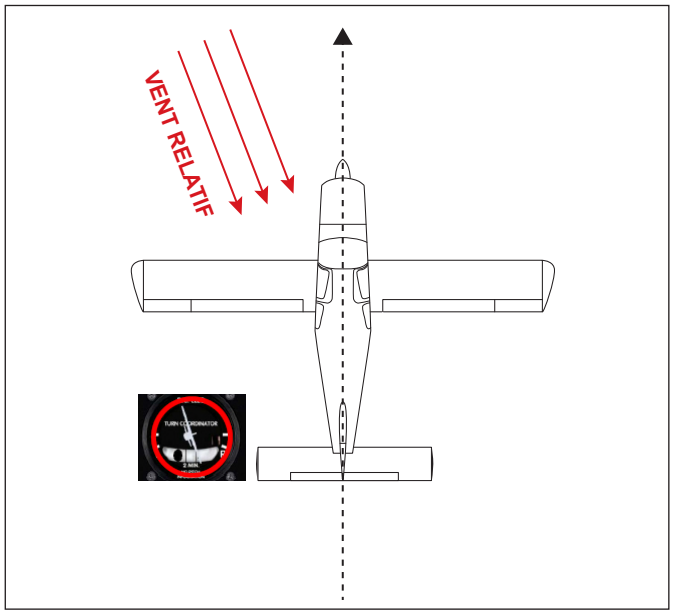




La bille est côté intérieur au virage.

Correction : action sur le palonnier intérieur.

VIRAGE DERAPE EXTERIEUR (DERAPAGE)





La bille est côté extérieur au virage.

Correction : action sur le palonnier extérieur.

VIRAGE A PUISSANCE CONSTANTE DEMONSTRATION DU COMPORTEMENT AVION

Le virage à puissance constante s'effectue en régime de croisière.

A ce stade de la formation, l'élève sait qu'une action à cabrer est nécessaire pour maintenir le RPB sur l'horizon. Une démonstration de la variation d'assiette à piquer lors de la mise en virage n'est donc pas nécessaire.

Il est intéressant de montrer que le maintien de l'assiette ne suffit pas toujours à conserver une trajectoire constante. C'est alors l'occasion d'introduire le circuit visuel propre au virage.



- Stabiliser en palier-croisière.
- Faire noter le RPB sur l'horizon.
- Faire noter l'altitude et le vario constant.



- Incliner à 30° en maintenant le repère pare-brise sur l'horizon.
- Faire noter le vario négatif.
- Faire noter la perte d'altitude.



- Effectuer une légère variation d'assiette à cabrer (quantifier cette variation qui sera fonction de l'avion utilisé, en général au alentour d'1°).
- Faire noter le vario à zéro et l'altitude de nouveau stable.



- Revenir à inclinaison nulle en maintenant l'assiette constante.
- Faire noter le vario positif.
- Faire noter l'augmentation d'altitude.



- Retour à l'assiette de palier croisière
- Faire noter le vario de nouveau à zéro et l'altitude constante

Il ressortira de cette démonstration que les variations d'assiette nécessaires au maintien de l'altitude en virage sont ténues.

C'est pourquoi les variations d'assiette en virage doivent être pilotées au travers d'un circuit visuel approprié exposé ci-après.

CIRCUIT VISUEL DU VIRAGE EN PALIER A PUISSANCE CONSTANTE

Le virage à puissance constante s'effectue en régime de croisière.

CIRCUIT VISUEL EN MISE EN VIRAGE



- Si disponible, placer le bug HDG sur le cap de sortiee
- Prendre un repère extérieur matérialisant le cap de sortie.
- Assurer la sécurité anti-abordage.



- Incliner à l'aide du RPB en **maintenant l'assiette de palier** tout en conjuguant.
- Le lacet inverse est correctement contré lorsque le défilement du RPB démarre en même temps que l'inclinaison.
- **Le regard du pilote est centré exclusivement sur le RPB.**



- Une fois l'inclinaison souhaitée obtenue, intégrer le couple ALTI/Vz dans le circuit visuel.
- Quand une tendance à descendre est observée, appliquer une légère variation d'assiette à cabrer que l'instructeur prendra soin de quantifier (à peine 1° pour un TB20 par exemple).

CIRCUIT VISUEL EN VIRAGE

- L'anti-abordage est assuré de façon permanente.
- L'effort en tangage est maintenu durant toute la réalisation du virage pour maintenir l'assiette permettant de tenir l'altitude.
- L'horizon artificiel n'est utilisé que très ponctuellement pour valider la valeur de l'inclinaison.
- Le cap est intégré dans le circuit visuel primaire à l'approche du cap/repère de sortie souhaité.



Corrections :

- Un écart d'inclinaison sera corrigé par retour à l'inclinaison initiale,
- Une dissymétrie sera corrigée par une action sur les palonniers,
- Un écart d'altitude sera corrigé par variation d'assiette de ± 1°,
- Un écart de vitesse sera corrigé par une modification de puissance,
- Les écarts de vitesse ne seront corrigés qu'après correction des écarts éventuels d'inclinaison, de symétrie et d'altitude.

CIRCUIT VISUEL EN SORTIE DE VIRAGE



- Anticiper de 1/3 de l'inclinaison avant le cap/repère de sortie (exemple : 10° avant le cap pour une inclinaison de 30°).



- Afficher l'inclinaison nulle à l'aide du RPB en conjuguant.
- Simultanément, rétablir progressivement l'assiette initiale de palier.
- **Le regard du pilote est centré exclusivement sur le RPB.**



- Une fois revenu à inclinaison nulle, intégrer de nouveau le couple ALTI/Vz ainsi que le HDG dans le circuit visuel.

VIRAGE A VITESSE CONSTANTE DEMONSTRATION DU COMPORTEMENT AVION

Le virage à vitesse constante s'effectue lorsqu'une vitesse minimum est à respecter (comme c'est le cas entre autre en attente, en approche....). Toute évolution à une vitesse inférieure ou égale à 1.45 Vs se fera à Vi constante.

La démonstration s'effectue en maintenant le palier.



- Compenser l'avion en palier-attente.
- Faire noter la vitesse et la puissance.



- Effectuer un virage à 30° d'inclinaison en maintenant le palier et la puissance constante.
- Faire noter la diminution de vitesse.
- Quantifier la perte de vitesse, une fois cette dernière stabilisée.



- Augmenter la puissance pour retrouver la vitesse nominale.
- Mettre en évidence que la relation puissance/vitesse (1" / 100 Rpm / 5% = 5 kt) ne fonctionne pas : il faut un ajout de puissance supérieur.
- Faire remarquer le temps très long pour un retour à la vitesse initiale.



- Retour à inclinaison nulle en maintenant le palier et la puissance constante.
- Faire noter l'augmentation de vitesse.



- Réajuster la puissance à sa valeur initiale.
- Montrer le retour à la vitesse initiale.

Deux points ressortent de cette démonstration :

- d'une part, pour maintenir la vitesse en virage, un ajout de puissance est nécessaire (au delà de 15°, la traditionnelle relation 1" pour 5 Kt se révèle insuffisante : on preferera alors ajouter 1" par tranche de 15° d'inclinaison).
- d'autre part cette ajout de puissance doit être effectué sans attendre de constater une chute de vitesse.

CIRCUIT VISUEL DU VIRAGE EN PALIER A VITESSE CONSTANTE

Le virage à vitesse constante s'effectue pour toutes vitesses inférieures ou égales à 1.45 Vs.

CIRCUIT VISUEL EN MISE EN VIRAGE





- Si disponible, placer le bug HDG sur le cap de sortie.
- Prendre un repère extérieur matérialisant le cap de sortie.
- Calculer les paramètres moteur à afficher (augmentation de puissance de 1" ou 100 Rpm ou 5% environ par tranche de 15° d'inclinaison.
- Assurer la sécurité anti-abordage.

- Incliner à l'aide du RPB en maintenant l'assiette de palier tout en conjuguant.
- Pendant la mise en virage, l'**assiette initiale de palier est maintenue**. Une variation de l'assiette à cabrer sera déclenchée par la suite par l'observation du couple Alti/Vz.
- Simultanément, afficher la puissance calculée.
- **Le regard du pilote est centré exclusivement sur le RPB.**

CIRCUIT VISUEL EN VIRAGE

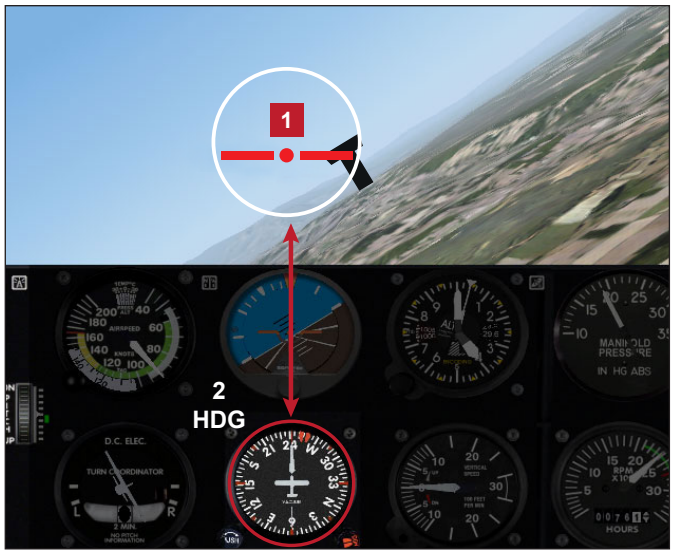
- L'anti-abordage est assuré de façon permanente. L'effort en tangage est maintenu durant toute la réalisation du virage pour maintenir l'assiette permettant de tenir l'altitude.
- L'horizon artificiel n'est utilisé que pour valider la valeur de l'inclinaison.
- Le cap est intégré dans le circuit visuel primaire à l'approche du cap de sortie souhaité.



Corrections :

- Un écart d'inclinaison sera corrigé par retour à l'inclinaison initiale,
- Une dissymétrie sera corrigée par une action sur les palonniers,
- Un écart d'altitude sera corrigé par variation d'assiette de ± 1°,
- Un écart de vitesse sera corrigé par une modification de puissance,
- **Les écarts de vitesse ne seront corrigés qu'après correction des écarts éventuels d'inclinaison, de symétrie et d'altitude.**

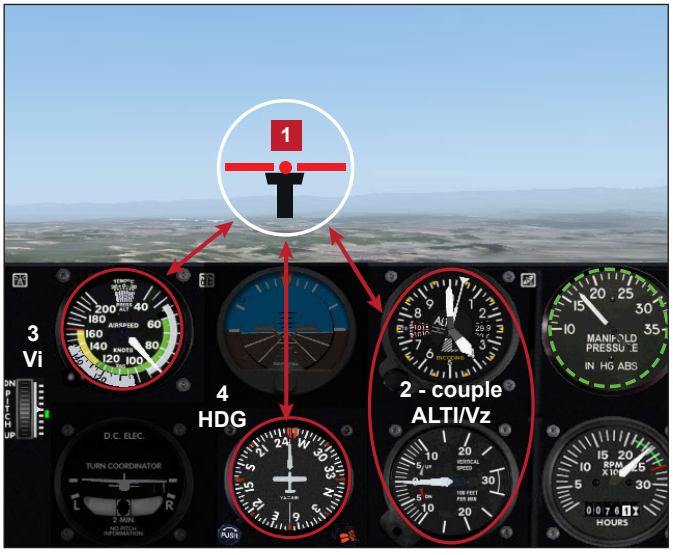
CIRCUIT VISUEL EN SORTIE DE VIRAGE





- Anticiper de 1/3 de l'inclinaison avant le cap/ repère de sortie (exemple : 10° avant le cap pour une inclinaison de 30°).

- Afficher l'inclinaison nulle à l'aide du RPB en conjuguant.
- Simultanément, rétablir progressivement l'assiette initiale de palier.
- **Le regard du pilote est centré exclusivement sur le RPB.**



Une fois revenu à inclinaison nulle :
- réduire la puissance à sa valeur initiale d'avant virage.
- intégrer de nouveau le couple ALTI/Vz ainsi que la vitesse et le HDG dans le circuit visuel.

DEMONSTRATION : VIRAGE EN MONTEE





- Le virage en montée est un virage à vitesse et puissance constante.
- Débuter la démonstration, avion établi en montée en ligne droite.
  Faire noter l'assiette et le vario.

- La puissance étant déjà au maximum, le maintien de la vitesse se fait par adaptation de l'assiette (légèrement à piquer).
- Celà va se traduite par une diminution de la pente de montée.
- Faire noter que jusqu'à 20° d'inclinaison, la dégradation des performances reste faible.



- A partir de 30° d'inclinaison, la dégradation des performances de montée devient significative.
- En conséquence, les inclinaisons en montée, sont limitées à 25°.

Note : cette limitation n'a pour but que de préserver les performances ascentionnelles. Il est tout à fait possible d'incliner au delà (pour un évitement par exemple) si on accepte une diminution du vario.

CIRCUIT VISUEL DU VIRAGE EN MONTEE

CIRCUIT VISUEL DE LA MISE EN VIRAGE EN MONTEE

- Le circuit visuel est sensiblement identique à celui vu pour la mise en virage en palier à vitesse constante. Cependant l'apport de puissance pour maintenir la vitesse n'est pas possible, le maintien de cette dernière est assurée si besoin par une légère diminution de l'assiette.

CIRCUIT VISUEL EN VIRAGE EN MONTEE

- L'horizon artificiel n'est utilisé que pour valider la valeur de l'inclinaison.
- L'altimètre est utilisé pour anticiper l'approche de l'altitude cible.
- Le cap est intégré dans le circuit visuel primaire à l'approche du cap de sortie souhaité.
- Le variomètre est intégré dans le circuit visuel secondaire afin de vérifier la performance de montée.



Corrections :

- Un écart d'inclinaison sera corrigé par retour à l'inclinaison initiale.
- Une dissymétrie sera corrigée par une action sur les palonniers.
- Un écart de vitesse sera corrigé par une modification d'assiette (1° pour 5 kt).

CIRCUIT VISUEL EN SORTIE DE VIRAGE EN MONTEE

- Le circuit visuel est sensiblement identique à celui vu pour la sortie de virage en palier à vitesse constante, à ceci près que la puissance reste identique, et que la vitesse est maintenue en réajustant l'assiette.

CIRCUIT VISUEL DU VIRAGE EN DESCENTE A VITESSE CONSTANTE

Dans le virage en descente à vitesse constante, la vitesse est un paramètre à tenir, et un ajout de puissance est nécessaire pour maintenir une marge suffisante par rapport à la vitesse de décrochage (exemple : lors d'un tour de piste).

CIRCUIT VISUEL DE LA MISE EN VIRAGE EN DESCENTE A VITESSE CONSTANTE





- Si disponible, placer le bug HDG sur le cap de sortie.
- Prendre un repère extérieur matérialisant le cap de sortie.
- Calculer les paramètres moteur à afficher (augmentation de puissance de 1" ou 100 Rpm ou 5% environ par tranche de 15° d'inclinaison.
- Assurer la sécurité anti-abordage.

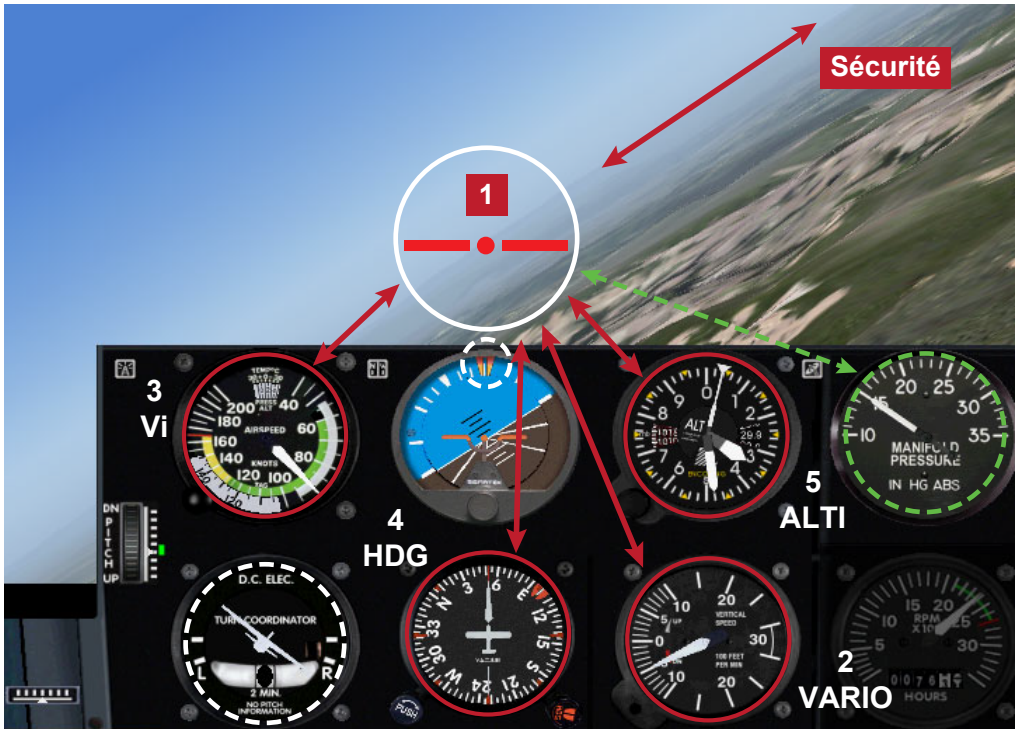
- Afficher l'inclinaison souhaitée à l'aide du RPB en maintenant l'assiette de descente initiale, tout en conjuguant.
- Le lacet inverse est correctement contré lorsque le défilement du RPB démarre en même temps que l'inclinaison.
- Simultanément, afficher la puissance calculée.
- **Le regard du pilote est centré exclusivement sur le RPB.**



- Une fois l'inclinaison obtenue, intégrer le vario dans le circuit visuel.
- Quand une augmentation du taux de descente est observée, appliquer une légère variation d'assiette à cabrer que l'instructeur prendra soin de quantifier (si suffisamment perceptible).
- L'effort en tangage ainsi obtenu, sera alors maintenu durant toute la réalisation du virage afin de conserver le taux de descente souhaité.

CIRCUIT VISUEL EN VIRAGE EN DESCENTE A VITESSE CONSTANTE

- L'effort en tangage est maintenu durant toute la réalisation du virage afin de conserver le taux de descente souhaité.
- L'horizon artificiel n'est utilisé que pour valider la valeur de l'inclinaison.
- L'altimètre est utilisé pour anticiper l'approche de l'altitude cible.
- Le cap est intégré dans le circuit visuel primaire à l'approche du cap de sortie souhaité.



Corrections :

- Un écart de taux de descente sera corrigé par une variation d'assiette.
- Un écart de vitesse ne sera corrigé qu'après correction des écarts éventuels de taux de descente et/ou d'inclinaison.

  Les écarts de vitesse résiduels seront alors corrigés par une modification de puissance.

CIRCUIT VISUEL EN SORTIE DE VIRAGE EN DESCENTE A VITESSE CONSTANTE



- Anticiper de 1/3 de l'inclinaison avant le cap/ repère de sortie (exemple : 10° avant le cap pour une inclinaison de 30°).



- Afficher l'inclinaison nulle à l'aide du RPB en conjuguant.
- Simultanément, rétablir progressivement l'assiette initiale de descente.
- **Le regard du pilote est centré exclusivement sur le RPB.**



Une fois revenu à inclinaison nulle :

- réduire la puissance à sa valeur initiale d'avant virage.
- intégrer de nouveau l'altimètre, le Vario, la vitesse et le HDG dans le circuit visuel.
  (retour au circuit visuel de la descente à vitesse constante).

2° PLAN DE LA LEÇON

BRIEFING	
Objectif	Effectuer des virages symétriques en palier, montée et descente.
Préparation	Étude des différents effets liés au virage. Rappels du contrôle du cap et anti-abordage. Indiquer que les circuits visuels en virage sont identiques aux circuits visuels en ligne droite auxquels on a rajouté la sécurité intérieure virage.
Note	L'instructeur débutera par la perception des virages à puissance constante. La démonstration doit être réalisée de préférence à droite en raison de l'effet gyroscopique pour une hélice tournant en sens horaire.

LEÇON EN VOL : 1° VIRAGES EN PALIER A PUISSANCE CONSTANTE	
Perception	Faire un rappel sur la conjugaison et le lacet inverse à la mise en virage. En palier-croisière, après avoir assuré la sécurité, incliner l'avion à 30° en maintenant l'assiette constante. **Montrer** que le maintien de l'assiette ne suffit pas à maintenir le palier (la détection de ce phénomène est plus ou moins longue en fonction de nombreux paramètres, tels que l'inclinaison, la vitesse, le type d'avion...). **Montrer** la variation d'assiette à cabrer nécessaire pour le maintien du palier. Cependant si pour maintenir le palier, un effort à cabrer est nécessaire, la variation d'assiette résultante est plus ou moins perceptible en fonction des avions. Si l'avion utilisé n'est pas démonstratif il convient de ne pas s'attarder sur cette perception. **Montrer** la diminution de vitesse. **Montrer** le contrôle de la symétrie. **Montrer** que le retour à l'inclinaison nulle doit s'accompagner d'une variation d'assiette à piquer afin de maintenir le palier. **Montrer** un virage correctement éxécuté **Montrer** le circuit visuel en continuant à assurer la sécurité pendant les évolutions. Préciser que la mise en virage et la sortie se font en regardant dehors, l'observation de la bille est intégrée dans le circuit visuel lorsque l'inclinaison est stabilisée.
Actions	**Guider** l'élève pour la réalisation de virages en palier à puissance constante en insistant sur : • La sécurité de l'évolution, • Le contrôle de la symétrie, • Le circuit visuel et son rythme. **Rappeler** la nécessité de l'anticipation en sortie de virage. *Note : dans un premier temps on ne donne pas de secteur ou cap de sortie, le but étant d'obtenir un pilotage correct du virage.*
Exercice(s)	**Demander** à l'élève d'effectuer des virages à 30° d'inclinaison en palier-croisière : • Pour s'aligner face à des repères, • Pour sortir à des caps précis.

LEÇON EN VOL : 2° VIRAGE EN PALIER A VITESSE CONSTANTE	
Perception	Faire noter (en visualisant un repère extérieur) que le lacet inverse est plus sensible à basse vitesse. À la **vitesse d'attente**, mettre l'avion en virage à 30° d'inclinaison en maintenant le palier, puis montrer : • La diminution de vitesse. • La variation de puissance à afficher pour reprendre la vitesse initiale. • Insister sur la symétrie plus difficile à maîtriser qu'en croisière. Remettre l'avion en attente rectiligne en palier, puis montrer : • L'augmentation de vitesse. • La variation de puissance à afficher pour reprendre la vitesse initiale. **Montrer** un virage correctement éxécuté . **Montrer** le circuit visuel en continuant à assurer la sécurité pendant les évolutions.
Actions	**Guider** l'élève pour la réalisation de virages en palier à vitesse constante en insistant sur : • La sécurité de l'évolution, • Le contrôle de la symétrie, • Le circuit visuel et son rythme. *Note : dans un premier temps on ne donne pas de secteur ou cap de sortie, le but étant d'obtenir un pilotage correct du virage.*
Exercice(s)	**Demander** à l'élève d'effectuer des virages à 30° d'inclinaison en palier-attente: • Pour s'aligner sur des repères, • Pour sortir à des caps précis.

LEÇON EN VOL : 3° VIRAGES EN MONTEE	
Perception	A partir d'un vol en montée rectiligne, faire noter à l'élève le taux de montée. **Montrer** la méthode de mise en virage, de contrôle du virage et de sortie. **Faire noter** qu'en virage en montée, s'il n'y a pas d'impératif de taux de virage ou de rayon de virage, on limite l'inclinaison à 20° pour des raisons de performances.
Actions	Guider l'élève pour la réalisation de virages en montée. Insister sur le circuit visuel et la symétrie du vol.

LEÇON EN VOL : 4° VIRAGES EN DESCENTE	
Perception	Rappeler que les phénomènes constatés en virage en palier s'appliquent au virage en descente. Pour faciliter la perception, prendre une pente confort de - 2°, 1.45 Vs en configuration approche. **Montrer** qu'en adoptant une inclinaison de 30° le maintien d'une pente constante nécessite une variation d'assiette à cabrer. **Montrer** qu'à cette inclinaison il y a nécessité d'augmenter la puissance pour maintenir la vitesse constante. **Montrer** le circuit visuel. **Montrer** qu'en sortie de virage, il faut réajuster l'assiette et la puissance pour maintenir les paramètres constants. **Montrer** que pour un virage en descente à Vi de croisière l'apport de puissance n'est pas nécessaire.
Actions	**Guider** l'élève pour la réalisation de virages à 30° d'inclinaison sur une pente descendante dont on aura fixé les éléments pente-vitesse en insistant sur : • La sécurité de l'évolution, • Le contrôle de la symétrie, • Le circuit visuel.
Exercice(s)	**Demander** à l'élève de réaliser des virages symétriques à vitesse constante et à vitesse de croisière, en montée et en descente, associés à des circuits visuels adaptés.

BILAN	
Analyse	LEÇON VUE : tous les éléments de la leçon ont-ils été présentés? LEÇON ASSIMILEE : l'élève effectue-t-il des virages à paramètres fixés constants (+/- 150 ft ; +/- 5 kt ; +/- 200 ft min)? Les sorties de virage sont elles correctes et précises? Assure-t-il la sécurité avant et pendant le virage? La conjugaison et la symétrie du vol sont-elles assurées?
Programme	Préparer la leçon suivante: « Relations dans le virage ».

3° COMMENTAIRES

LE VIRAGE

Le virage est une phase transitoire, il n'y a pas de compensation, les efforts résultants font partie intégrante du pilotage.

Sensibiliser l'élève sur le fait que :

- En croisière tous les virages sont effectués à puissance constante. La marge de vitesse est supérieure à 1.45 vs et permet des évolutions en sécurité.
- Toutes les autres phases de vol sont traitées à vitesse constante pour maintenir 1.45 Vs à 30° d'inclinaison.
- Cette leçon fera l'objet de plusieurs vols.

SYMETRIE DU VOL

Dans les phases de vol qui s'effectuent à 1.45 Vs le contrôle de la symétrie nécessite des actions au palonnier de plus grande amplitude qu'à la vitesse de croisière.

Afin de faire percevoir l'amplitude nécessaire à une conjugaison efficace, montrer le dérapage lors de mises et sorties de virage sans conjugaison, puis l'absence de dérapage lors de mises et sorties de virage avec conjugaison.

ERREURS FREQUENTES

DE L'ELEVE

- Utilisation du compensateur en virage.
- Circuit visuel mal adapté.
- Mauvaise tenue de l'assiette en descente, due à l'augmentation du facteur de charge.
- Mauvaise gestion des tâches.
- Conjugaison inadaptée ➔ symétrie non maintenue.
- Variation d'assiette anticipée.
- Mauvaise prise en compte du couple gyroscopique.
- Regarde l'aile, la bille ou l'altimètre à la mise en virage, et regarde son directionnel en sortie de virage.

DE L'INSTRUCTEUR

- En virage à gauche, le couple gyroscopique perturbe la démonstration.
- Mauvaise gestion du volume de travail.
- Demande des secteurs de virage ne permettant pas à l'élève de stabiliser son pilotage.

PAGE

LAISSEE

INTENTIONNELLEMENT

BLANCHE

RELATIONS DANS LE VIRAGE

OBJECTIF :

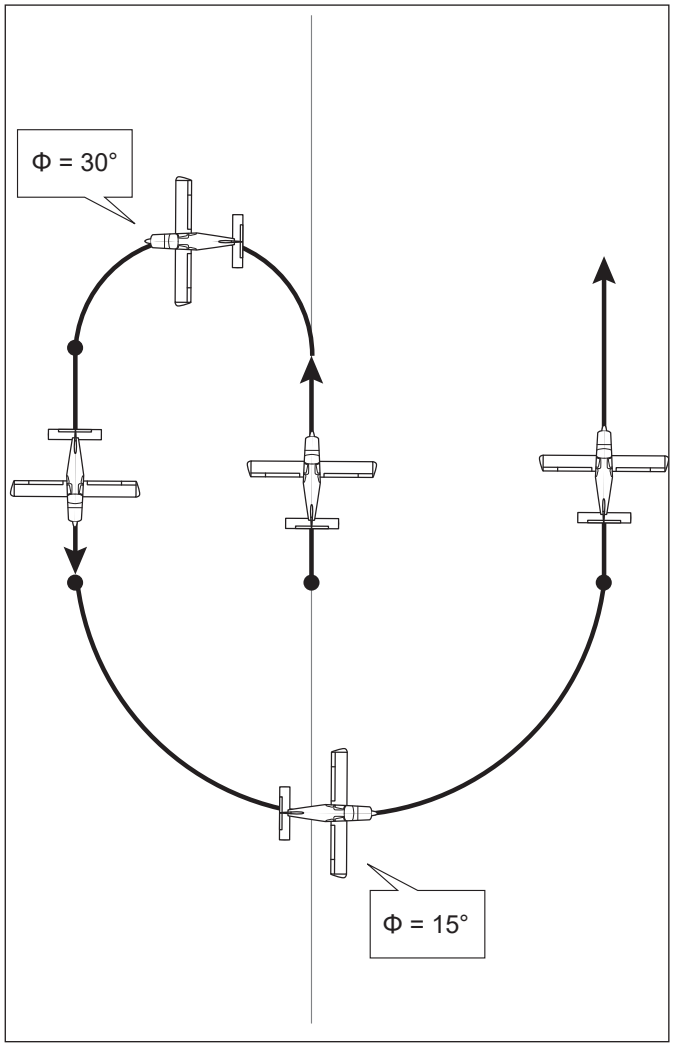
- Maîtriser le rayon et le taux de virage en fonction de l'inclinaison et de la vitesse, en vue d'effectuer des interceptions d'axe.

PREAMBULE

Cette leçon est atypique : elle peut faire l'objet d'un vol spécifique si la météo du jour ne permet pas de poursuivre sur les leçons suivantes dans de bonnes conditions, ou elle peut être « tronçonnée » sur plusieurs vols à l'occasion d'autres leçons, pendant les départs et retours de secteur de travail .
Dans tous les cas, cette leçon doit être assimilée avant d'étudier les circuits d'aérodrome.

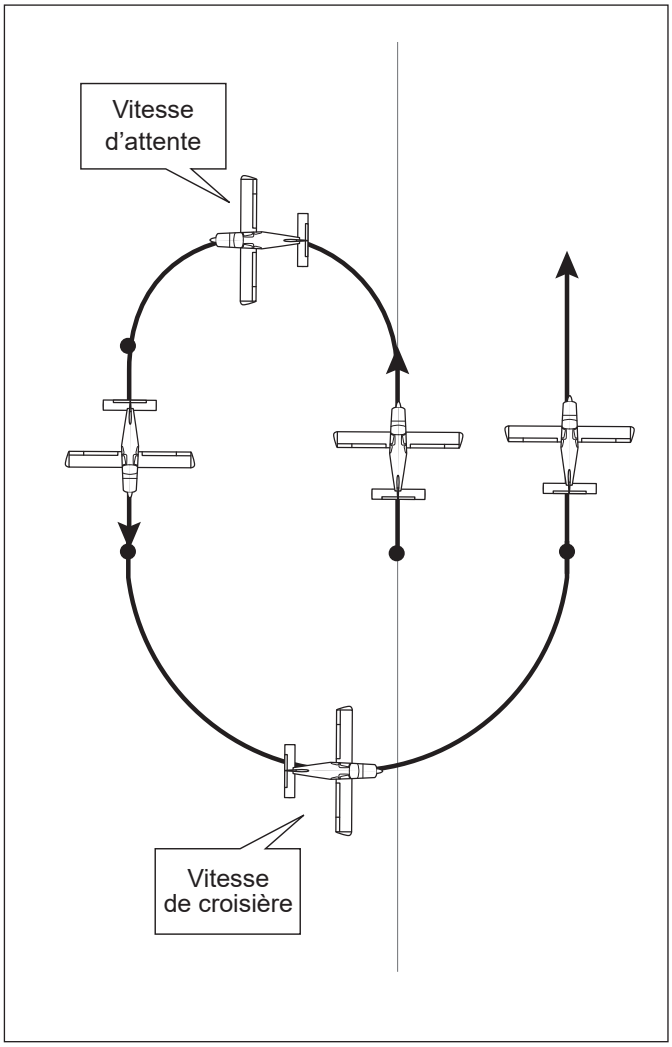
1° PREPARATION

VIRAGES A VITESSE CONSTANTE



Si l'inclinaison diminue:
- Le rayon de virage augmente,
- Le taux de virage diminue.

VIRAGES A INCLINAISON CONSTANTE



Si la vitesse augmente:
- Le rayon de virage augmente,
- Le taux de virage diminue.

2° PLAN DE LA LEÇON

BRIEFING	
Objectif	Maîtriser le taux et le rayon du virage, en fonction de l'inclinaison et de la vitesse, en vue d'effectuer des interceptions d'axe
Préparation	**Taux de virage :** défilement du repère pare-brise sur l'horizon et indicateur de virage. **Rayon de virage :** influence de l'inclinaison et de la vitesse.
Organisation	Leçon à présenter dans un secteur dégagé et à faible trafic, sur un axe sans vent traversier, en partant d'un repère d'alignement bien matérialisé (route droite, canal ou voie ferrée), à 1000 ft/sol maximum. La leçon peut être conduite en guidage verbal pure, l'élève ayant tous les « prérequis ».

LEÇON EN VOL : 1° VITESSE CONSTANTE ET INCLINAISON VARIABLE	
Perception	• A une vitesse stabilisée proche de 1,45 Vs. • A l'issue d'un virage de 180° à 30° d'inclinaison, faire observer le taux de virage et le diamètre de virage ; à l'issue d'un nouveau virage de 180° dans le même sens, mais à 15° d'inclinaison, faire observer le taux de virage plus faible et le diamètre plus fort.
Actions	• A partir de cette position, faire effectuer un virage de 180° et guider le dosage de l'inclinaison qui permettra de revenir sur le repère d'alignement. • **A vitesse constante, si l'inclinaison augmente, le taux de virage augmente et le rayon de virage diminue.**

LEÇON EN VOL : 2° INCLINAISON CONSTANTE ET VITESSE VARIABLE	
Perception	• A une inclinaison constante de 20°. • A l'issue d'un virage de 180° à 1,45 Vs, faire observer le taux de virage et le diamètre de virage. • L'avion étant en ligne droite parallèle au repère d'alignement, accélérer vers la vitesse de croisière. • A l'issue d'un nouveau virage de 180° dans le même sens, mais à vitesse de croisière stabilisée, faire observer le taux de virage plus faible et le diamètre plus important.
Actions	• A partir de cette position, faire effectuer un virage de 180° et guider le dosage de l'inclinaison qui permettra de revenir sur le repère d'alignement à vitesse de croisière. • **A inclinaison constante, si la vitesse augmente, le taux de virage diminue et le rayon de virage augmente.**

LEÇON EN VOL : 3° INTERCEPTION D'AXE	
Exercices de synthèse	• Faire intercepter des repères d'alignement à l'issue de virages d'un demi-tour puis d'un quart de tour, à vitesse d'attente, puis à différentes vitesses (voir conseils pédagogiques).

BILAN	
Analyse	LECON VUE : tous les aspects ont-ils été présentés ? NIVEAU PPL : l'élève adapte-t-il l'inclinaison pour intercepter les axes demandés ?
Programme	Passer aux « Phases et procédures particulières du vol ». Cette leçon doit impérativement être assimilée et révisée, si nécessaire, avant l'étude du « Circuit d'aérodrome ».

3° COMMENTAIRES

Il s'agit d'une séance de perfectionnement du virage.

En fait, cette perception sera mise à contribution lors des alignements futurs que l'on demandera de réaliser notamment avec l'axe d'approche finale.

L'objectif de cette leçon est de faire mémoriser toutes ces relations pour les appliquer en circuit d'aérodrome.

ERREURS FREQUENTES

DE L'INSTRUCTEUR

- Choix d'un axe avec du vent traversier,
- Une hauteur trop importante qui empêche une bonne visualisation,
- Choix d'un axe trop court ne permettant pas une bonne matérialisation (l'axe doit être suffisamment long pour être survolé lors de l'interception),
- Anticipation sur les leçons suivantes et mise en place sur un axe de finale difficile à matérialiser pour le stagiaire.

SECURITE - FACTEURS HUMAINS

- La multitude de virages et la précision demandée entraînent une lassitude pour observer l'anti-abordage.
- Les évolutions en basse couche turbulente et à température élevée peuvent entraîner une indisposition de l'élève.

PAGE

LAISSEE

INTENTIONNELLEMENT

BLANCHE

EFFETS DU VENT TRAVERSIER SUR LES TRAJECTOIRES SOL

OBJECTIF :

- Corriger les effets du vent sur les trajectoires sol.

PREAMBULE

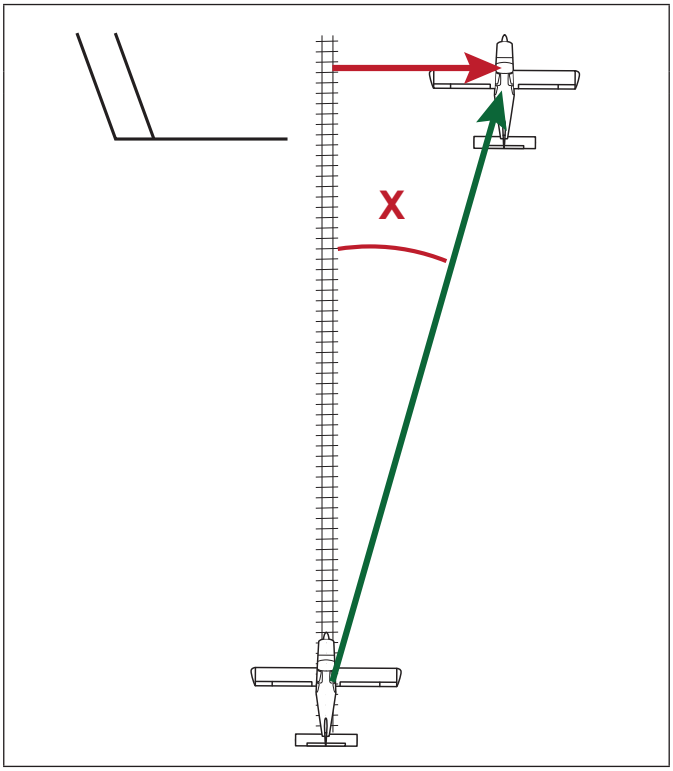
Cette leçon est atypique : elle peut faire l'objet d'un vol spécifique si la météo du jour ne permet pas de poursuivre sur les leçons suivantes dans de bonnes conditions, ou elle peut être « tronçonnée » sur plusieurs vols à l'occasion d'autres leçons, pendant les départs et retours de secteur de travail .
Dans tous les cas, cette leçon doit être assimilée avant d'étudier les circuits d'aérodrome.

1° PREPARATION

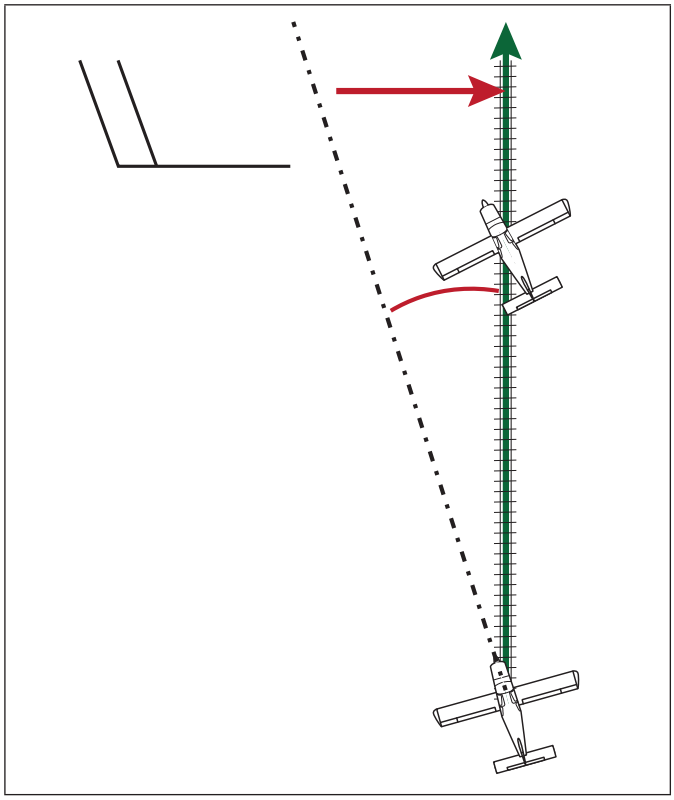
EFFET DU VENT TRAVERSIER SUR LES TRAJECTOIRES SOL EN LIGNE DROITE

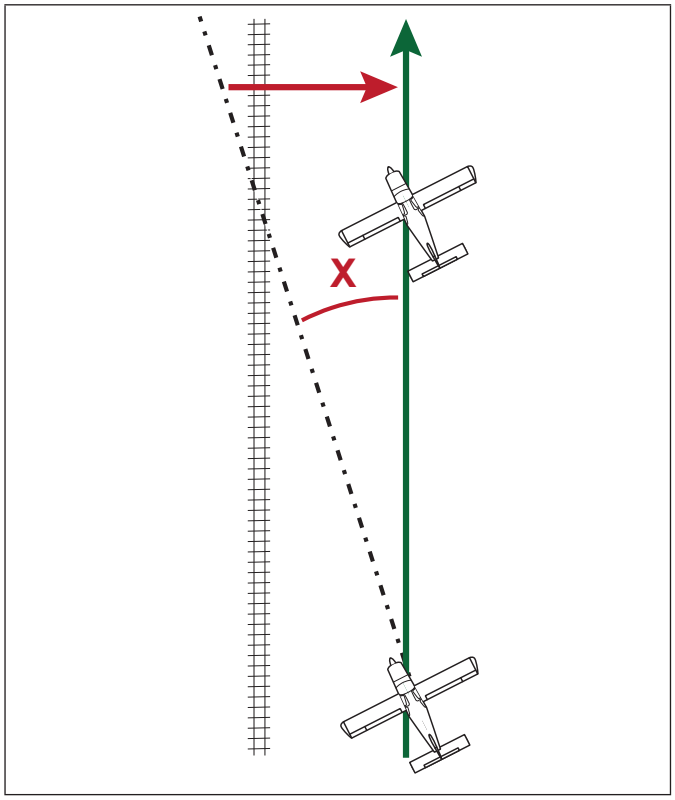
CONSTATATION DE LA DERIVE

- S'aligner sur un repère par vent de travers.
- Conserver le cap constant pendant quelques minutes et constater l'écart de route qui correspond à la dérive.



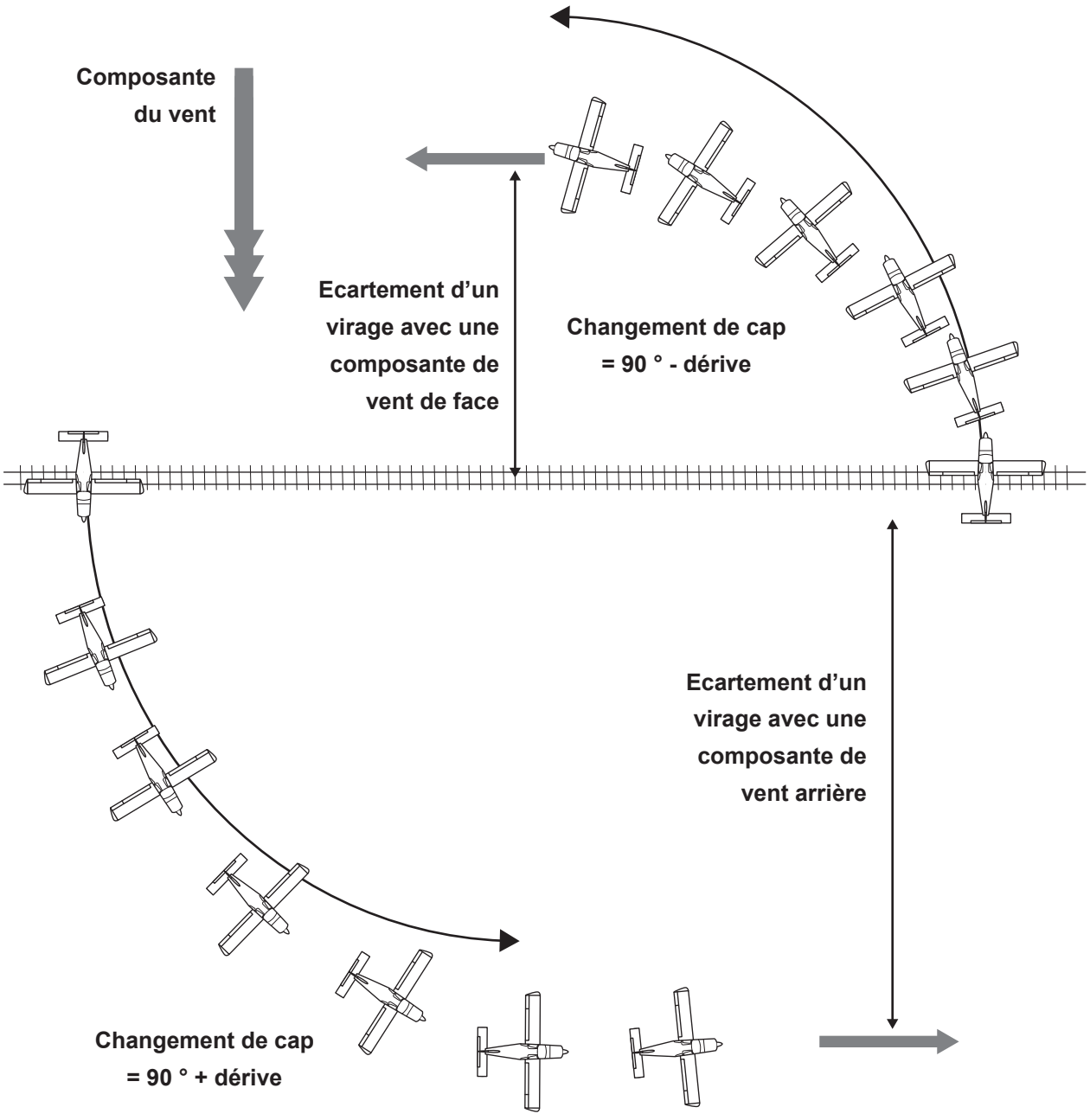
CORRECTION DE LA DERIVE



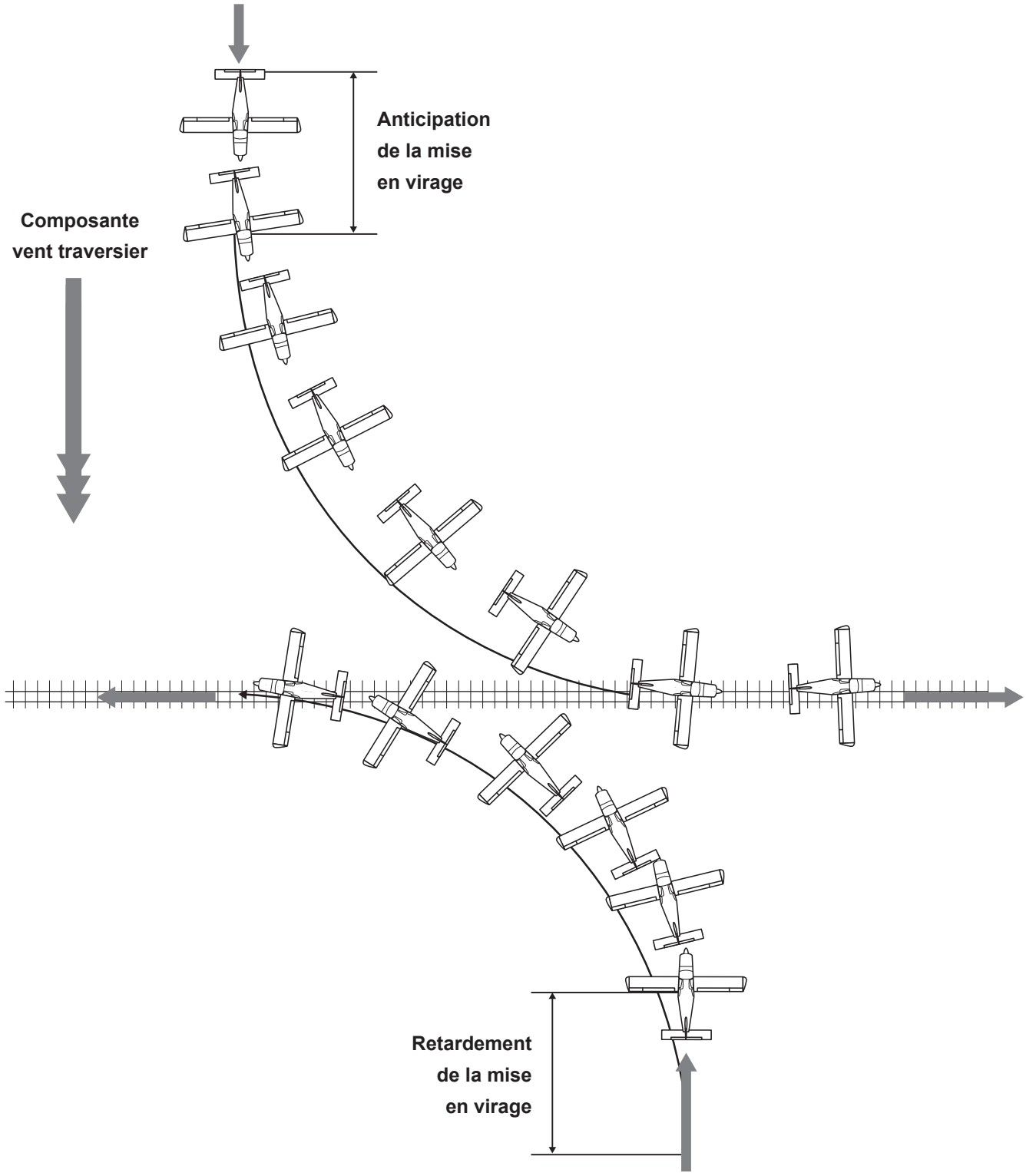


EFFET DU VENT TRAVERSIER SUR LES TRAJECTOIRES SOL EN VIRAGE

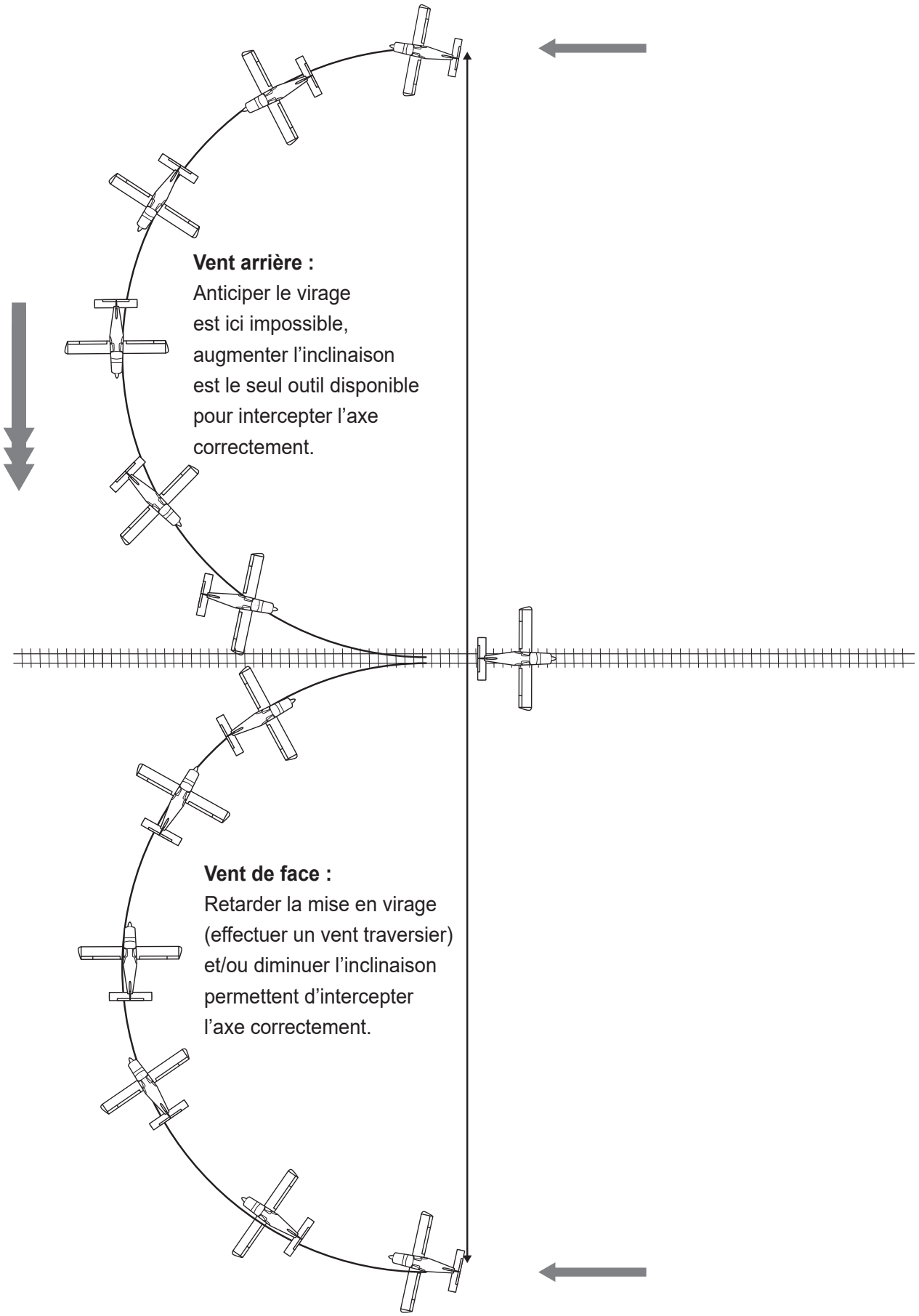
Suggestion de démonstration : Elle est à exécuter aux environs de 1000 ft sol avec des virages à 20° d'inclinaison.



ANTICIPATION OU RETARDEMENT DE LA MISE EN VIRAGE POUR S'ALIGNER EN FONCTION DU VENT



VIRAGES DE 180° POUR ALIGNEMENT AVEC VENT TRAVERSIER



2° PLAN DE LA LEÇON

BRIEFING	
Objectif	Corriger les effets du vent sur les trajectoires sol.
Préparation	Influence du vent traversier sur les trajectoires sol en ligne droite et en virage. Utilité des corrections à adopter pour suivre une trajectoire sol (circuit d'aérodrome, navigation…).
Organisation	Leçon à présenter dans un secteur dégagé et à faible trafic, sur un axe avec vent traversier modéré, sur un alignement bien matérialisé (route droite, canal ou voie ferrée), à 1000 ft/sol maximum, choisir des conditions avec un vent traversier d'au moins 15 Kt. La leçon peut être conduite en guidage verbal pure, l'élève ayant tous les « prérequis ».

LEÇON EN VOL : 1° INFLUENCE DU VENT TRAVERSIER SUR LES TRAJECTOIRES SOL EN LIGNE DROITE	
Perception	**Montrer :** à partir de la verticale d'un axe sol avec du vent traversier et en prenant un cap égal à cet axe, que l'avion dérive. **Montrer** comment revenir sur cet axe. **Montrer** comment adapter la correction de dérive pour rester sur cet axe. Comparer la valeur de la dérive avec la force du vent traversier. **L'informer** qu'il est plus facile de revenir sur l'axe lorsque l'on est au vent plutôt que sous le vent. Se positionner parallèlement à cet axe (bout d'aile sur l'axe). **Montrer** comment rester parallèle à cet axe par visualisation de l'écartement constant.
Actions	**Guider** l'élève pour suivre une route sol avec du vent traversier, puis une route parallèle à cet axe.
Exercice(s)	**Demander** à l'élève de suivre une route sol avec du vent traversier, puis une route parallèle à cet axe.

LEÇON EN VOL :
2° INFLUENCE DU VENT TRAVERSIER SUR LES TRAJECTOIRES SOL EN VIRAGE

A) PAR VIRAGE DE 90°

Perception	**Montrer** l'influence du vent sur le rayon d'un virage commencé vent arrière et vent de face. En déduire la notion d'anticipation ou de retardement de la mise en virage suivant le cas.
Actions	**Guider** l'élève pour s'aligner sur un axe en fonction du vent.
Exercice(s)	**Demander** à l'élève de s'aligner sur un axe en fonction du vent.

B) PAR VIRAGE DE 180°

Perception	**Montrer** l'adaptation de l'inclinaison pour s'aligner sur un axe par un virage de 180° sous le vent et au vent.
Actions	**Guider l'**élève pour s'aligner sur un axe en fonction du vent.
Exercice(s)	**Demander** à l'élève de s'aligner sur un axe en fonction du vent.

BILAN

Analyse	LEÇON VUE : tous les aspects ont-ils été présentés? NIVEAU PPL : est-ce que l'élève prend bien en compte le vent pour effectuer les alignements?
Programme	Passer aux « Phases et procédures particulières du vol ». Cette leçon doit impérativement être assimilée et révisée, si nécessaire, avant l'étude du « Circuit d'aérodrome ».

3° COMMENTAIRES

Au cours de cette leçon, l'élève doit bien assimiler la différence entre les trajectoires air et les trajectoires sol.

A partir de cette leçon, vérifier périodiquement que l'élève matérialise l'orientation du vent par rapport à l'axe de l'avion.

Pour une meilleure perception des effets du vent traversier, choisir la phase de vol palier-approche.

ERREURS FREQUENTES

DE L'INSTRUCTEUR

- Axe difficile à matérialiser.
- Vent traversier trop faible.
- Hauteur trop importante qui empêche une bonne visualisation.
- Choix d'un axe trop court ne permettant pas une bonne matérialisation (l'axe doit être suffisamment long pour être survolé lors de l'interception).
- Anticipation sur les leçons suivantes et mise en place sur un axe de finale difficile à matérialiser pour le stagiaire.
- Positionnement de l'axe du côté instructeur empêchant une bonne visualisation en route parallèle.

SECURITE - FACTEURS HUMAINS

- Les évolutions en basse couche turbulente peuvent entraîner une indisposition de l'élève.
- Le suivi de repères sol ne doit pas diminuer pour autant l'importance accordée à la surveillance du ciel.

PAGE

LAISSEE

INTENTIONNELLEMENT

BLANCHE

CHANGEMENT DE CONFIGURATION

OBJECTIF :

- Evoluer a différentes configurations en maîtrisant la symétrie.

PREAMBULE

Cette leçon portant sur les changements de configurations est atypique : l'instructeur n'aura pas attendu ce vol pour faire manipuler les volets à ses stagiaires et à en présenter les effets et les règles d'utilisation.

Le contenu présenté ici, aura ainsi été distillé tout au long de la formation.

Les compétences afférentes devront toutefois être acquises avant de débuter la leçon sur le décrochage.

1° PREPARATION

L'intérêt des dispositifs hypersustentateurs réside dans la diminution des vitesses se décollage et d'atterrissage, et donc des distances associées. Ceci est obtenu par modification du profil de la voilure, l'aile étant conçue pour offrir des performances optimales en croisière.

Ces dispositifs hypersustentateurs ont des vitesses maximums d'utilisation fixées par le constructeur (VFE, VFO).

CONFIGURATIONS

VFE :

Vitesse maximale volets sortis. Elle ne doit jamais être dépassée car c'est une limitation structurale.

Elle est symbolisée sur l'anémomètre par la limite supérieure de l'arc blanc pour la position volets atterrissage.

VITESSE MINIMUM OPÉRATIONNELLE DE RENTRÉE DES VOLETS :

Elle est en général de 1.2 Vs de la configuration suivante.

REGLE OPERATIONNELLE

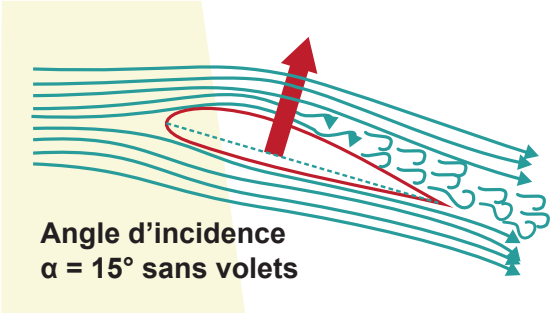
Le braquage des volets en position atterrissage diminuant la manoeuvrabilité, Il est conseillé de limiter les évolutions dans cette configuration.

TABLEAU RECAPITULATIF DES DIFFERENTS CAS DE VOL

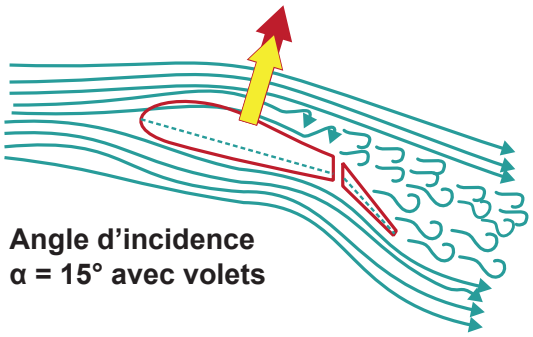
PHASES DE VOL		CONFIGURATIONS		
		LISSE	APPROCHE	ATTERRISSAGE
REGIME DE VOL	PALIER	Croisière économique Croisière rapide Palier attente 1.45 Vs	Palier-approche 1.45 Vs Rattrapage de pente 1.3 Vs	Rattrapage de pente Vref
	MONTEE	Montée standard Montée Vz max. Montée pente max.	Montée initiale	Approche interrompue initiale
	DESCENTE	Descente croisière Descente V.N.O Descente évolutions 1.45 Vs	Descente évolutions 1.45 Vs Descente approche 1.3 Vs	Descente atterrissage Vref

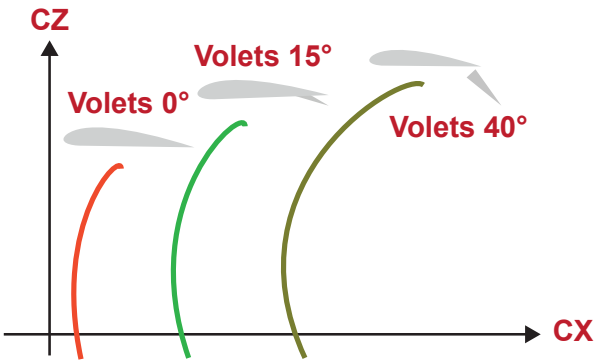
PHASE DE VOL = REGIME DE VOL + CONFIGURATION

NOTA : *Le braquage des volets génère une rotation autour de l'axe de tangage qui est plus ou moins notable suivant le type d'avion et le braquage. Il génère également une augmentation du Cz qui va provoquer une modification de la trajectoire et une augmentation de Cx qui engendrera une diminution de vitesse.*



Quelques dispositifs permettent de diminuer la vitesse de décrochage. Sur les avions légers ce sont, en règle générale, des volets de bord de fuite qui permettent essentiellement d'augmenter la courbure de l'aile, mais aussi parfois d'augmenter la surface.
A incidence donnée, le braquage des volets recule le point de décollement des filets d'air, modifiant ainsi les caractéristiques aérodynamiques du profil. La portance, mais aussi la traînée, augmentent.





2° PLAN DE LA LEÇON

BRIEFING	
Objectif	Évoluer en vol à différentes configurations en maîtrisant la symétrie.
Préparation	Définir les configurations, les vitesses de manœuvre des volets.
Organisation	L'élève effectue intégralement le départ en secteur. Révision des virages à vitesse constante en palier, montée et en descente.

LEÇON EN VOL : CHANGEMENT DE CONFIGURATION	
Perception	**Montrer** les effets des changements de configuration en sortant successivement les volets et le train d'atterrissage puis en les rentrant. • En configuration lisse en palier à la vitesse d'attente (1.45 de Vs1), annoncer la vitesse inférieure à VFE puis sortir les volets au 1er braquage. Faire constater les effets induits. • Rétablir le vol en palier à puissance constante et montrer la diminution de vitesse. • Stabiliser à la vitesse d'approche en palier (1.45 de Vs1) et montrer l'augmentation de puissance nécessaire. • Décélérer à 1.3 de Vs1 en palier, montrer la puissance nécessaire, annoncer la vitesse inférieure à VFE, puis sortir les volets atterrissage. Faire constater les effets induits. • Montrer l'augmentation de puissance nécessaire pour maintenir Vref en palier. (Cette phase de vol n'est utilisée que lors de l'approche finale en cas de rattrapage de pente).
Actions	**Guider** l'élève pour qu'il effectue la même séquence que ci-dessus en effectuant les deux séquences de sortie et en annonçant les vitesses requises pour manœuvrer les volets et le train d'atterrissage.
Exercice(s)	**Demander** à l'élève d'exécuter seul les séquences ci-dessus en palier et en descente.

BILAN	
Analyse	LEÇON VUE : tous les aspects de la leçon ont-ils été traités intégralement ? LEÇON ASSIMILEE : Les changements de configuration sont-ils réalisés en respectant les procédures et les vitesses. Les couples sont-ils correctement maîtrisés.
Programme	Dès que cette leçon est suffisamment maîtrisée, demander à l'élève de préparer la leçon « Le plan de 5% ».

3° COMMENTAIRES

ERREURS FREQUENTES

DE L'ÉLÈVE

- Action tardive de sortie malgré l'alarme de décrochage,
- Mauvaise maîtrise des effets moteurs lors de la sortie du vol lent,
- Mauvais contrôle de la trajectoire lors de la manœuvre des volets,
- Manœuvre des volets sans annonce des vitesses compatibles,
- Oubli de la compensation après chaque changement de configuration.

DE L'INSTRUCTEUR

- Demande des vitesses d'évolutions déclenchant l'avertisseur de décrochage.

SECURITE - FACTEURS HUMAINS

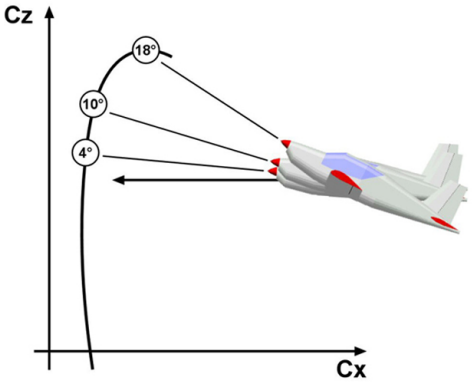
- Une hauteur minimum d'évolutions et une sécurité extérieure (restriction de survol et autres avions en évolution) ne sont pas à négliger en cas de perte de contrôle.
- Attention au stress pouvant entraîner un pilotage brutal.

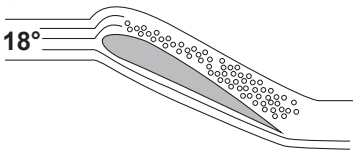
DÉCROCHAGE

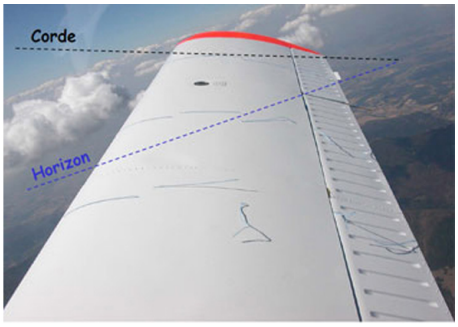
OBJECTIF :

- Lors de décrochages en ligne droite ou en virage, à différentes configurations et différentes positions de compensateur, identifier le comportement de l'avion et appliquer la procédure de retour au vol normal avec et sans puissance.

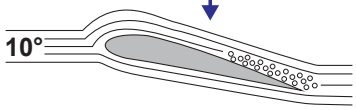
1° PREPARATION

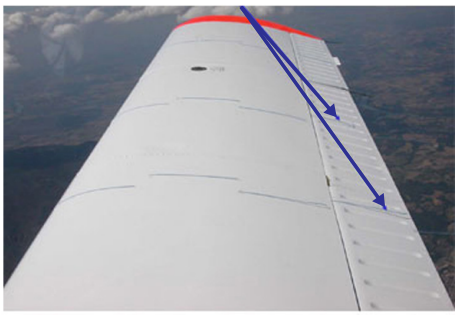




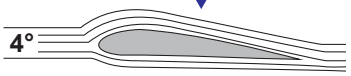


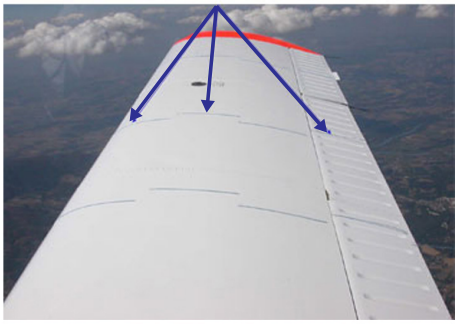
Début d'écoulement turbulent





Ecoulement laminaire





Avec l'augmentation de l'incidence, jusqu'à une certaine valeur (entre 15° et 18° sur les avions légers) la portance et la traînée augmentent. *(Voir leçon « Vitesse-incidence et vitesse-puissance »)* Puis les filets d'air se décrochent de l'extrados : C'est le décrochage.

CARACTÉRISTIQUE DU DÉCROCHAGE

En pratique, le décrochage est caractérisé un ou plusieurs des symptômes suivants :

- Perte le contrôle de l'avion sur au moins un des 3 axes,
- L'impossibilité de maintenir la pente de trajectoire souhaitée avec le manche en butée arrière,
- Abattée.

Le décrochage ne dépend que de l'incidence. Le décrochage est possible à vitesse élevée, la seule analyse de la vitesse ne suffit pas à caractériser le décrochage. En conséquence la sortie d'un décrochage est conditionnée au seul rétablissement d'une incidence de vol correcte.

PROCÉDURE DE SORTIE DU DÉCROCHAGE

- Le décrochage étant lié à une trop forte incidence, la solution pour en sortir est simple : il faut réduire l'incidence en poussant sur le manche,
- Cette procédure doit être appliquée dès l'apparition du premier signe annonciateur du décrochage,
- Cette procédure est applicable quel que soit le type de décrochage,
- Cette procédure implique forcément une perte d'altitude.

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

1. Déconnecter le pilote automatique (si applicable) :la déconnexion du pilote automatique permet de reprendre le contrôle manuel de l'avion pour la récupération. Attention à une possible variation d'assiette à la déconnexion.

2. Pousser sur le manche jusqu'à la disparition des symptômes: La priorité est de réduire l'incidence.

2BIS. Si nécessaire, trim à piquer : dans le cas où l'autorité de la profondeur est insuffisante, il peut être nécessaire de dérouler le trim à piquer.

3. Annuler l'inclinaison : orientation de la portance dans le plan vertical pour faciliter la récupération.

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

5. Rentrer les aérofreins (si applicable): amélioration de la portance et de la marge vis-à-vis du décrochage.

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

La procédure de sortie du décrochage est terminée lorsque :

- la vitesse est au moins égale à 1,2 Vs de la configuration dans laquelle le décrochage s'est produit,
- L'avion est établi sur une trajectoire stabilisée avec un facteur de charge proche de 1G.

A partir de cette trajectoire stabilisée et maîtrisée le pilote pourra en fonction des circonstances décider :

- soit le retour vers la trajectoire initiale;
- soit de suivre une trajectoire adaptée à un nouveau projet d'action.

ÉTUDE DU DECROCHAGE

Note : Toute action en tangage devra être souple afin d'éviter un décrochage secondaire.



1 - Avion stabilisé à 1.45 de Vs estimée à la hauteur de sécurité



2 - Décrochage, Variation d'assiette à piquer **jusqu'à la disparition des symptômes.**

Compensation à piquer si nécessaire

Annuler l'inclinaison

Ajuster la puissance comme nécessaire (effets moteurs contrés)

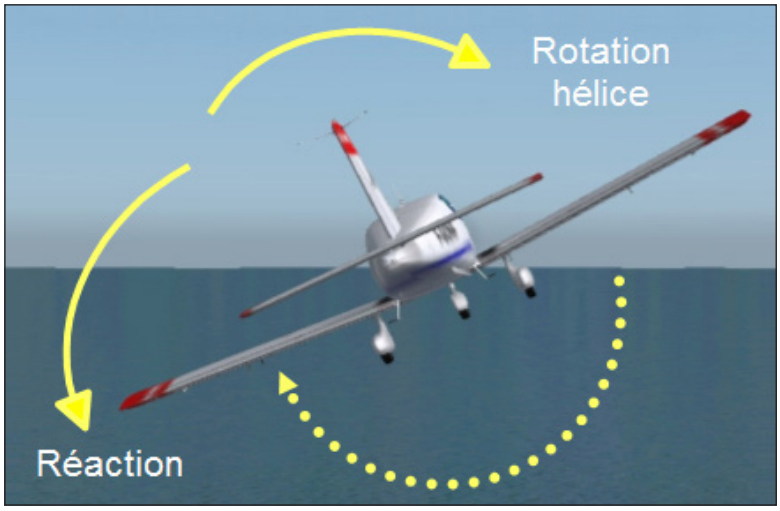


3 - 1.2 de Vs, **PILOTER** la ressource pour éviter une nouvelle apparition des symptômes décrochage (le but étant d'éviter un décrochage secondaire).



4 - Retour sur une trajectoire adaptée (éléments initiaux ou nouveau projet d'action)

EFFET DE LA PUISSANCE SUR LE DECROCHAGE

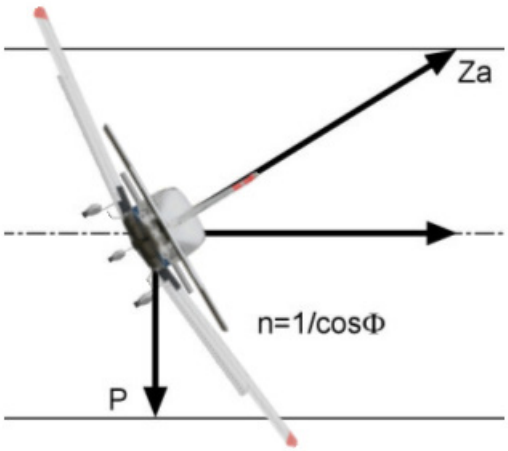


Dans le cas le plus fréquent d'un moteur qui tourne à droite comme sur l'illustration ci-contre, le souffle hélicoïdal de l'hélice provoque une diminution de l'incidence sur l'aile droite.

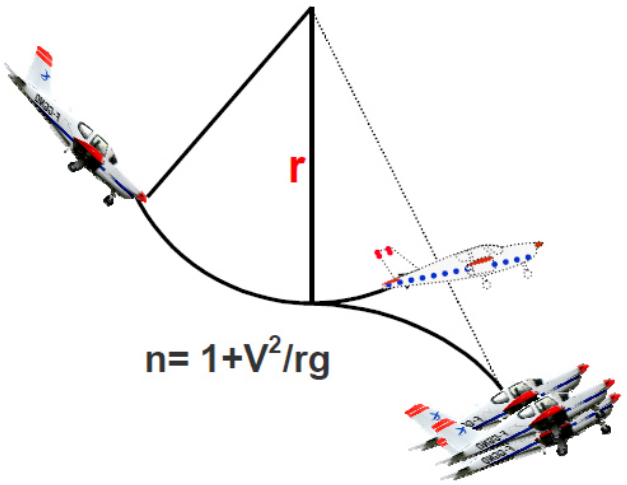
EFFETS DU FACTEUR DE CHARGE SUR LE DÉCROCHAGE

La vitesse de décrochage d'un avion est majorée par le facteur de charge qui peut être obtenu

obtenu en virage



et/ou en ressource. $Vs(n) = Vs.\sqrt{n}$



2° PLAN DE LA LEÇON

BRIEFING	
Objectif	Lors de décrochages en ligne droite ou en virage, à différentes configurations et différentes positions de compensateur, identifier le comportement de l'avion et appliquer la procédure de retour au vol normal avec ou sans puissance.
Préparation	Vitesse de décrochage en virage. La conjugaison des gouvernes et leur efficacité pendant le décrochage. Le phénomène aérodynamique du décrochage. Le facteur de charge. La procédure de sortie de décrochage.
Organisation	Rechercher un espace dégagé du sol à une hauteur minimale de sécurité, l'instructeur est responsable de la préparation machine et de l'observation des critères de sécurité (l'élève devra être sensibilisé à ces aspects). *Note : l'instructeur devra s'assurer avant chaque décrochage que les critères de sécurité sont bien remplis.*

LEÇON EN VOL : 1° ETUDE DU DECROCHAGE EN LIGNE DROITE EN PALIER	
Perception	A la hauteur de sécurité requise, stabiliser l'avion à 1,45 Vs puis effectuer les vérifications de sécurité intérieure et extérieure. Réduire complètement la puissance. **Montrer** la décélération de l'avion sur une trajectoire rectiligne en palier, l'évolution de l'assiette et le maintien de la symétrie du vol. Annoncer l'alarme de décrochage, **faire remarquer** l'assiette très cabrée, éventuellement l'apparition de vibrations et la réaction de l'avion: perte de contrôle en tangage ou en roulis ou simple enfoncement. Au décrochage, annoncer la vitesse. **Montrer** la procédure de sortie de décrochage (telle que définie en préparation). **Faire** observer la perte d'altitude. Insister sur la symétrie. **Montrer** différentes situations de décrochage : • avec avion sans panne et récupération avec l'aide du moteur, • en situation de panne moteur et récupération en descente continue et à différentes compensations.
Actions	**Guider** l'élève dans l'exécution de décrochages en ligne droite avec et sans utilisation du moteur et retour au vol normal.
Exercice(s)	**Demander** à l'élève d'effectuer des décrochages en ligne droite : en lisse d'abord, puis à différentes configurations si le niveau du stagiaire le permet (en définissant les critères de fin d'exercice, en terme de Vi et d'altitude).

LEÇON EN VOL : 2° ETUDE DU DECROCHAGE EN VIRAGE	
Perception	A la hauteur de sécurité requise, stabiliser l'avion à 1,45 Vs, effectuer les vérifications de sécurité intérieure et extérieure, puis mettre l'avion en virage à 30°. Réduire complètement la puissance. **Montrer** la décélération de l'avion en virage en palier, l'évolution de l'assiette, le maintien de l'inclinaison et de la symétrie du vol. **Annoncer** l'alarme de décrochage. Au décrochage, annoncer la vitesse et montrer la procédure de sortie: • **Faire remarquer** la vitesse de décrochage, plus élevée.
Actions	**Guider** l'élève dans l'exécution de décrochages en virage en palier avec retour à l'altitude initiale. Insister sur le maintien de la symétrie et la maîtrise de l'inclinaison.
Exercice(s)	**Demander** des décrochages en virage : en lisse d'abord, puis à différentes configurations si le niveau du stagiaire le permet (en définissant les critères de fin d'exercice, en terme de Vi et d'altitude).

LEÇON EN VOL : 3° SORTIE DU DECROCHAGE EN MONTEE A PENTE MAXIMUM	
Perception	A la hauteur de sécurité requise, effectuer les vérifications de sécurité intérieure et extérieure, puis mettre l'avion en montée rectiligne à pente maximum. **Montrer** une variation d'assiette à cabrer pour obtenir le décrochage. L'aile gauche va en principe décrocher la première (voir préparation). **Montrer** qu'une faible variation d'assiette à piquer suffit à sortir du décrochage, puis annuler l'inclinaison. Reprendre la montée.
Actions	**Guider** l'élève dans la réalisation de cet exercice. Insister sur l'application souple de la puissance maximum en contrant les effets moteurs. **Guider** l'élève dans l'exécution de décrochages en montée et en virage puis reprise de la montée rectiligne. Insister sur le maintien de la symétrie et la maîtrise de l'inclinaison.
Exercice(s)	**Demander** des décrochages en montée en ligne droite avec retour au vol normal.

BILAN	
Analyse	LEÇON VUE : tous les exercices ont ils été étudiés ? LEÇON ASSIMILEE : l'élève identifie-t-il le décrochage? Réagit-il correctement dans toutes les phases? Poursuit-il la procédure jusqu'à la récupération complète du décrochage ? Maîtrise-t-il la symétrie et l'inclinaison ?
Programme	Faire préparer la leçon suivante: « Pannes en phase de décollage ».

3° COMMENTAIRES

La globalité des perceptions doit se faire progressivement au cours de plusieurs séances de décrochages.

L'avion ne doit pas être systématiquement compensé jusqu'aux très basses vitesses.

Une compensation différente pourra être appliquées lors de chaque exercice de décrochage afin d'éduquer le réflexe de re-compensation lors de la procédure de sortie de décrochage.

A l'approche du décrochage l'utilisation des ailerons nécessitent une conjugaison accrue du palonnier.

En vol, il est intéressant d'utiliser des brins de laine de 30 cm de long, un près de l'emplanture, un au milieu de l'aile, le dernier en avant de l'aileron pour visualiser la désorganisation progressive de l'écoulement de l'air autour de l'aile.

NOTA : Certains types d'avions ont des procédures de sortie particulières précisées dans le manuel de vol.

ERREURS FREQUENTES

DE L'ELEVE

- Mauvais contrôle de la symétrie pendant la décélération et pendant la reprise de contrôle.
- Mauvaise détection des symptômes du décrochage.
- Effets moteurs et effets secondaires mal contrôlés.
- Ressource trop vive pouvant entraîner un décrochage secondaire.
- Difficulté à finaliser la variation d'assiette en fin de décélération pour arriver au décrochage complet.

DE L'INSTRUCTEUR

- Ne reprend pas la hauteur perdue avant un nouveau décrochage.
- Méconnaissance des procédures de sortie de vrille.

SECURITE - FACTEURS HUMAINS

L'appréhension et la soudaineté du décrochage peuvent entraîner des réactions brutales aux commandes de la part de l'élève.

C'est le premier exercice qui va conduire l'élève à sortir du domaine de vol de l'avion. Il est important de bien préparer cette leçon pour d'évidentes raisons psychologiques. Il faudra limiter le nombre d'exercices par séance en fonction de l'aisance de l'élève.

Ces exercices ne peuvent s'effectuer qu'à une hauteur minimum, l'ENAC a choisi 3000 ft. Ne pas oublier les vérifications intérieures (objets flottants, ceintures...) et les vérifications extérieures (avions, survol...).

Insister sur le fait que le décrochage est d'autant plus dangereux qu'il est soudain et qu'il se produit à faible hauteur (passage à basse hauteur avec ressource ou virage à forte inclinaison près du sol.

Insister sur le fait que le décrochage survient le plus souvent dans des situations ou charge de travail, stress et perte de conscience de la situation sont associées (conditions MTO marginales, panne moteur…).

Le risque de départ en vrille ne doit pas être négligé (mauvaise manœuvre du stagiaire, avion « tordu »…) et la procédure de sortie de vrille adaptée à l'avion exploité doit être connue.

PAGE

LAISSEE

INTENTIONNELLEMENT

BLANCHE

VOL LENT

OBJECTIF :

- Identifier les caractéristiques du vol lent.
- Savoir réagir de façon adéquate à l'approche de la limite basse du domaine de vol.
- Obtenir un contrôle précis de l'avion et de sa trajectoire en vol lent, en maitrisant la symétrie.

PREAMBULE

Cette leçon ne doit surtout pas être traité comme un simple exercice de style nécessaire au seul passage du test. Diverses compétences pilote essentielles sont en effet développées au travers de ce sujet.
Si l'acquisition d'une méthode sure et efficace pour sortir du vol lent est un des objectifs évidents de cette leçon, de trop nombreux instructeurs réduisent leur enseignement à ce seul et unique point.
Il est ainsi essentiel pour un pilote sorti du contexte formalisé de l'exercice, de savoir QUAND appliquer la méthode. Et pour se faire il faut donc s'assurer qu'il sache reconnaître en toutes occasions, et pas seulement au travers de l'unique stimulus d'une alarme sonore ou visuelle, les symptômes conduisant à l'application de la procédure de sortie.
Enfin, l'existence de situations nécessitant d'évoluer dans la plage du vol lent, impose de développer les compétences pilote afin de permettre à l'élève d'y voler en sécurité et avec précision.

Parmi les compétences à développer à l'occasion de cette leçon nous retrouverons :

- Le TEM, présent à toutes les étapes de cet enseignement.
- La conscience de situation, travaillée au travers de l'étude des caractéristiques du vol lent, et plus encore lors de l'identification du vol lent non intentionnel.
- Les compétences pilotage, développées lors de l'acquisition des techniques d'évolutions en vol lent, et dans l'application des procédures de récupération.

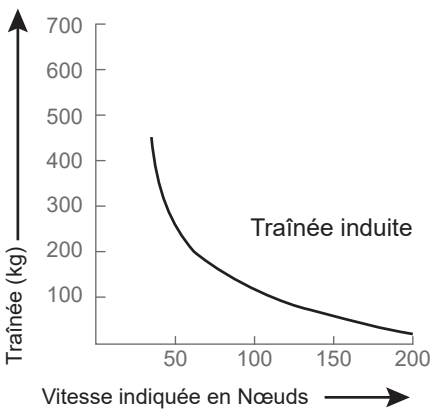
1° PREPARATION

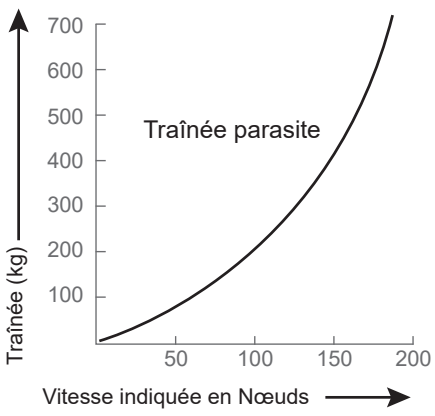
PUISSANCE NECESSAIRE AU VOL

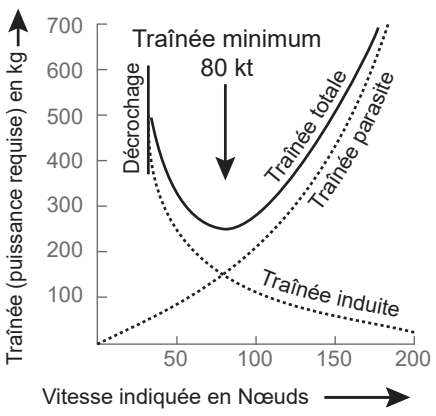
Pour générer de la vitesse, le groupe motopropulseur doit délivrer une puissance s'opposant aux forces de traînées. On en distingue 2 grandes sortes :

- La traînée induite (composante de la résultante aérodynamique parallèle au vecteur vitesse) : elle augmente avec l'incidence.
- La traînée parasite (Somme des traînées de frottement, de forme et d'interférence) : elle augmente avec la vitesse.

La somme de ces 2 traînées donne la courbe de traînée totale ci-dessous :

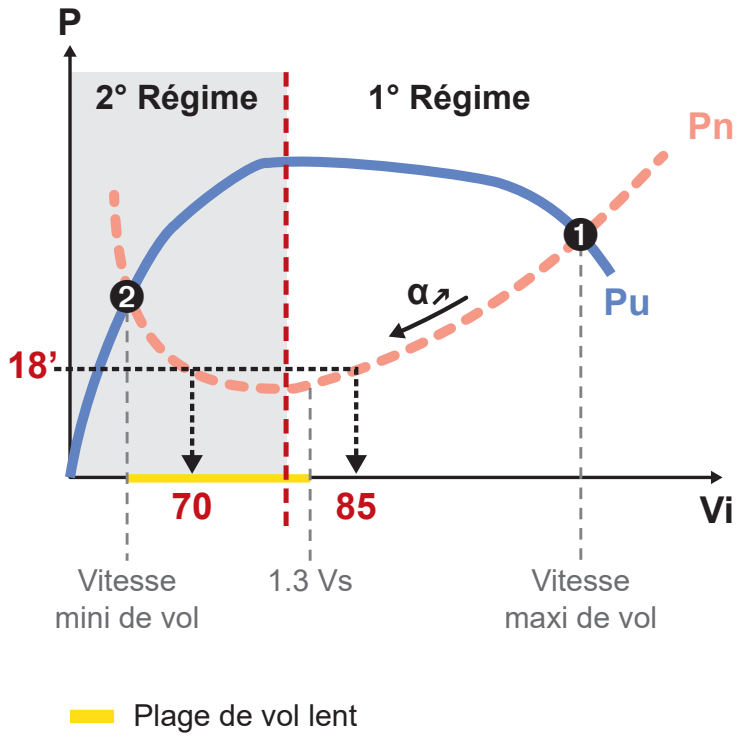






Pour une trajectoire de vol donnée, cette courbe de trainée totale correspond à la puissance nécessaire au vol (Pn).

Si à cette courbe de puissance nécessaire (Pn), on superpose la courbe de puissance que le GMP peut délivrer en fonction de la vitesse de déplacement de l'avion (Pu) : on obtient la courbe du bilan propulsif ci-dessous :



Cette superposition permet d'établir que le vol en palier est possible entre les deux points ❶ et ❷ d'intersection des deux courbes.

En-deçà du point ❷, l'avion approche du décrochage.

Au-delà du point ❶, toute augmentation de vitesse est impossible sans diminuer la pente de trajectoire.

Entre ces points, à une puissance donnée correspondent deux vitesses :

- Une dans un régime de vol stable en vitesse où Pn et Vi varient en sens inverse de l'incidence : **C'EST LE PREMIER REGIME.**
- L'autre dans un régime de vol instable en vitesse où Pn varie dans le même sens que l'incidence : Dans ce régime de vol, de faibles variations de vitesses correspondent à de fortes variations de traînées, nécessitant de fortes variations de puissance : **C'EST LE SECOND REGIME**.

La plage de vol lent se situe entre le point bas de la courbe (proche de 1.3 Vs) et la vitesse de vol mini.

EXEMPLES DE SITUATIONS IMPLICANT D'EVOLUER EN VOL LENT

- Phases transitoires de décollage et d'atterrissage.
- Montées à perfos max.
- Vol proche du plafond opérationnel.
- Certaines phases de vol N-1 sur avions multimoteur.
- Remise de gaz à la suite d'un atterrissage manqué (rebond …).

En dehors des situations de vol lent intentionnel, il convient de sortir de la plage de vol lent le plus rapidement possible.

SYMPTOMES DU VOL LENT

SYMPTOMES

- Incidences fortes (perceptibles au travers d'assiettes anormalement élevées par rapport aux pré-affichages usuels)
- Efficacité aux gouvernes, faible.
- Efforts aux commandes, faibles.



- Effets secondaires gouvernes et moteur amplifiés.
- Stabilité autour des axes, moindre.
- Avertisseur à 1.15 de Vs (5 à 10 kt au-dessus de la vitesse de décrochage).
- Apparition de buffeting sur certains avions (proche de l'incidence de décrochage).

Ces symptômes sont d'autant plus perceptibles que la vitesse est basse.
Les caractéristiques du vol lent doivent ainsi être démontrées à une vitesse permettant de manœuvrer, mais néanmoins suffisamment proche du décrochage afin que l'élève puisse percevoir au mieux ces symptômes.

ETUDE DE L'ALARME DE DÉCROCHAGE

Pour aborder cette leçon dans les meilleures conditions, il est nécessaire de savoir réagir avec méthode à l'avertisseur de décrochage

- Avant tout, l'alarme doit être clairement et systématiquement **IDENTIFIEE**. (Favoriser les termes courts tels que « stall » ou « décrochage »). Car selon les avions, plusieurs alarmes sont possibles (Alarme de train non sorti, déconnection du pilote automatique, alarme de capture d'altitude … etc). Le but et d'éviter une réaction inappropriée face à une situation mal identifiée.
- Ensuite, il faut **TRAITER** cette alarme, en la replaçant dans un contexte : (Une alarme lors de l'arrondi ou une alarme ponctuelle en montée initiale, ne déclenchera pas la même réaction qu'une alarme continue en dernier virage).

Différents traitements sont possibles selon le cas :

L'ALARME DE DÉCROCHAGE CONTINUE

Une fois identifiée, l'alarme continue ne nécessite pas vraiment d'analyse : la procédure de sortie de décrochage s'applique presque toujours immédiatement.

Les exceptions que sont les cas particuliers des vols d'instruction portant sur le décrochage ou sur l'étude des caractéristiques du vol lent seront développées plus bas.

L' ALARME DE DECROCHAGE PONCTUELLE

Face à une alarme ponctuelle et éphémère on peut retenir 2 grands cas :

1. Les situations de vol où l'avion n'est pas sensé évoluer en vol lent (un dernier virage ou une montée normale par exemple) : Dans ce cas l'avertisseur n'a pas lieu de retentir. L'alarme ne peut alors signifier qu'une intrusion involontaire dans la plage du vol lent, dû à un écart significatif des paramètres de vol (échappée de vitesse, dépassement d'inclinaison opérationnelle, facteur de charge excessif etc.) : dans ce cas le pilote doit appliquer sans délai la procédure de sortie de décrochage telle qu'étudiée en leçon 12. Il faudra ensuite systématiquement analyser les raisons qui ont menées à cette situation (mauvais circuit visuel, traînées indésirables, givrage non détecté etc.).

2. Les situations de vol lent intentionnel (rendues nécessaires par des contraintes opérationnelles telles qu'une montée à pente max face à un obstacle, ou imposées par l'instructeur pour les besoins de la formation) : Dans ce cas le pilote s'attend à potentiellement rencontrer l'alarme de décrochage. L'apparition ponctuelle de celle-ci (dans le cas d'une turbulence par exemple), doit mener à une analyse des paramètres de vol (assiette, vitesse, inclinaison, puissance, configuration) : la cohérence et la bonne tenue de ces derniers confirmeront l'aspect éphémère et ponctuel de l'alarme, qui sera alors acceptée sans traitement supplémentaire. Si par contre une déviation des paramètres de vol venait à être détectée, et quand bien même l'alarme ait cessé de retentir, le pilote doit corriger l'écart au plus vite.

CAS DE L'ALARME DE DECROCHAGE EN SITUATION D' INSTRUCTION

Pour les besoins de certaines démonstrations très spécifiques nécessaires à la formation, il peut être nécessaire pour l'instructeur d'accepter une alarme de décrochage continue sans immédiatement déclencher de manœuvre de récupération (exercice de décrochage ou d'étude des caractéristiques du vol lent par exemple …).

Dans ce cas, avant de débuter l'exercice ou la démonstration, il est primordial que l'instructeur précise systématiquement au stagiaire l'objectif recherché, et contextualise clairement l'exceptionnelle absence de réaction à l'alarme.

ETUDE DU VOL LENT

Les caractéristiques propres au vol lent deviennent imperceptibles au-delà de 1.15 de Vs.

C'est pourquoi pour les besoins de cette étude, l'instructeur évoluera à 1.1 de la Vs du jour (dont la valeur est confirmée par un décrochage préalable, faisant également office de révision de la méthode de sortie).

A cette vitesse, en fonction du réglage de l'avertisseur de décrochage, il est probable que ce dernier retentisse de façon continue. Il sera alors exceptionnellement accepté pour les besoins de cette perception.

PROCEDURES DE SORTIE DU VOL LENT

Sortie à la suite d'une approche involontaire de la limite basse :

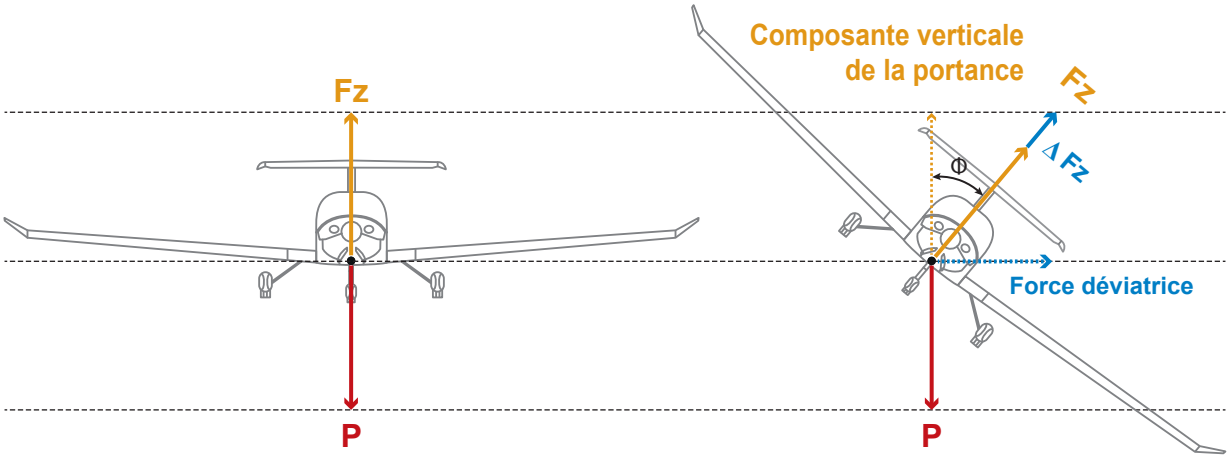
- À la perception du premier symptôme du décrochage (avertisseur de décrochage ou buffeting par exemple) appliquer la procédure de sortie du décrochage.

Sortie d'une évolution volontaire en vol lent sans perception de symptôme de décrochage *(ex : au passage d'une montée à perfos max à la montée normale une fois l'obstacle franchit) :*

- Accélérer vers le 1er régime de vol via la relation adéquate selon le cas (puissance-vitesse-incidence, ou trajectoire-vitesse).

LE FACTEUR DE CHARGE

C'est le rapport de la portance sur le poids :



Par rapport à l'équilibre des forces en vol rectiligne, pour que la composante verticale de la portance en virage équilibre le poids, la portance doit être plus importante.

Dans un virage en palier stabilisé, le facteur de charge n est supérieur à 1. Il est fonction de l'inclinaison et son expression est :

$$n = \frac{Fz}{P} = \frac{1}{\cos \Phi}$$

PILOTAGE EN VOL LENT

A pente constante, le facteur de charge augmente avec l'inclinaison.

La vitesse de décrochage augmente avec le facteur de charge.

En conséquences : en vol lent, les virages sont effectués à vitesse constante en augmentant la puissance et les inclinaisons sont à limiter.

Note : l'avion étant moins manœuvrant, en vol lent une attention toute particulière sera portée à la surveillance extérieure.

INCLINAISONS OPERATIONNELLES

Vitesse	Inclinaison opérationnelle	Marge de sécurité
1.1 Vs	10°	10 %
1.2 Vs	10°	19 %
1.3 Vs	20°	25 %
1.45 Vs	37°	30 %

Bien qu'étant dans le 1er régime les virages jusqu'à 1,45 Vs se feront à Vi constante.

Les vitesses inférieures (1.1 Vs, 1.2 Vs, 1.3 Vs, montée initiale, pente max, Vz max, approche finale) seront utilisées en respectant les inclinaisons opérationnelles.

2° PLAN DE LA LEÇON

BRIEFING	
Objectif	Identifier les caractéristiques du vol lent, savoir réagir de façon adéquate à l'identification de la limite basse du domaine de vol. Évoluer en vol lent en maîtrisant la symétrie.
Préparation	Définition du vol lent - Courbe de puissance nécessaire au vol - Facteur de charge et vitesse de décrochage en virage. Effets secondaires effets moteur. Situation conduisant à évoluer en vol lent. Avertisseur de décrochage. Procédure de sortie du décrochage.
Organisation	L'élève effectue intégralement le départ en secteur. Révision des virages à vitesse constante en palier, montée et en descente. Validation des acquis sur les basiques du décrochage et recherche de la Vi de décrochage aux conditions du jour. Recherche de la hauteur de sécurité pour les évolutions inférieures à 1.3 Vs (à la charge de l'instructeur).

LEÇON EN VOL : 1° IDENTIFICATION ET SORTIE DU VOL LENT	
Perception	*Note : la procédure étant acquise depuis la leçon précédente, la sortie de vol lent suite à une alarme de décrochage pourra être traitée directement en exercice.* A l'issue de l'exercice de validation du décrochage, déduire la plage de vol lent (de Vs à 1,3 de Vs) puis calculer 1.1, 1,2 Vs et 1,3 Vs du jour. 1) **Identification des caractéristiques du vol lent :** A partir de la vitesse d'attente en ligne droite à une hauteur de sécurité suffisante, l'instructeur fait décélérer l'avion en palier jusqu'à 1.1 de la Vs du jour. (L'instructeur prendra soin d'annoncer au préalable que l'alarme sera tolérée le cas échéant). Décrire le circuit visuel et commenter le rythme des observations et actions. **Faire constater** l'assiette, l'efficacité réduite des gouvernes, la puissance propre au 2nd régime de vol et la Vi faible Montrer un virage en vol lent, évoquer la nécessité d'adapter l'inclinaison à la vitesse de vol et l'utilisation de la technique de virage à Vi constante. Insister sur la symétrie, plus difficile à obtenir qu'en vol normal. **A l'issue de cette perception, réaccélérer afin d'effacer l'alarme si celle-ci retentissait. L'instructeur précise que l'acceptation de l'alarme continue prend fin, et que désormais toute alarme continue doit déclencher une procédure de sortie de vol lent.** 2) **Procédure de sortie :** En ligne droite aller chercher l'alarme de décrochage continue, faire noter la vitesse et rappeler la procédure de sortie décrochage, **en insistant sur la séquence : pousser sur le manche de façon adaptée jusqu'à disparition de l'alarme, compenser si nécessaire, retour à inclinaison nulle, puissance adaptée en contrant les effets moteur, puis retour sur la trajectoire de vol lent initiale.** Effectuer le même exercice en virage à 30° d'inclinaison et faire noter la nouvelle vitesse de déclenchement de l'alarme. **Montrer** la procédure de sortie. **Rappeler** la nécessité d'effectuer des virages à vitesse constante et inclinaisons limitées en vol lent.
Actions	A partir de la vitesse d'attente en ligne droite : **Guider** la décélération jusqu'à l'alarme de décrochage, identifier cette dernière puis faire appliquer immédiatement la séquence de sortie du décrochage. **Dès que l'aisance s'améliore**, faire appliquer la procédure de sortie à différentes configurations, en ligne droite et en virage.
Exercice(s)	A partir de situation de vol à vitesse d'attente en ligne droite et en virage, demander à l'élève de décélérer à différentes configurations jusqu'au déclenchement de l'alarme de décrochage. L'élève doit identifier l'alarme (annoncer « stall » par exemple) puis sortir du vol lent.

LEÇON EN VOL : 2° EVOLUTIONS EN VOL LENT	
Perception	**Rappeler** les vitesses associées à 1.1, 1.2 Vs et 1.3 ainsi que les inclinaisons opérationnelles. **Rappeler** les caractéristiques du vol lent et les procédures de sortie. *Note : Les perceptions à suivre peuvent être effectuées directement sous guidage.* Montrer comment décélérer en palier à 1.1 Vs • Affichage d'une puissance faible en contrant les effets moteurs • Variation progressive d'assiette à cabrer pour maintenir la trajectoire. • A l'approche de la vitesse cible, afficher la puissance nécessaire en contrant les effets moteurs. **Evoluer** en palier entre 1.1 et 1.2 Vs à Vi constante et inclinaisons opérationnelles : • Montrer qu'il n'existe pas de pré-affichage défini et que les règles de correction classiques ne s'appliquent pas. • Montrer que les corrections d'altitude se font par variation d'assiette de +/- 1°, et qu'afin de maintenir une vitesse constante, toute variation d'assiette doit être accompagnée d'une importante variation de puissance. (Nécessitant une correction des effets moteur) • Montrer comment effectuer les corrections de vitesse : - Sans écart d'altitude : par variation de puissance (plus importante qu'en 1er régime) associé à une variation d'assiette. - En cas d'écart d'altitude : si un transfert d'énergie est possible, montrer que la seule variation d'assiette facilite le retour aux paramètres nominaux. Sinon : action simultanée assiette/puissance.
Actions	**Guider** l'élève pour stabiliser à différentes configurations des vitesses comprises entre 1.1 et 1.2 Vs afin d'effectuer des évolutions à Vi constante, en insistant sur la conjugaison (symétrie) et sur le circuit visuel. Refaire une séquence de vol lent et guider pour un retour vers le 1er régime de vol (à partir d'une situation sans signe annonciateur du décrochage). Faire percevoir qu'aux fortes incidences une très légère anticipation de la diminution de celle-ci permet une accélération plus efficace sans modification notable de la trajectoire. Guider l'élève dans le traitement adéquat des éventuelles alarmes ponctuelles.
Exercice(s)	**Demander** des évolutions en vol lent, à différentes configurations, en ligne droite et en virage, en palier et en montée. **Demander** la détection et la sortie de la limite basse en descente en configuration approche. En cas de signe annonciateur du décrochage, l'élève réagit il de manière adéquate ?

BILAN	
Analyse	LEÇON VUE : tous les aspects de la leçon ont-ils été traités intégralement ? LEÇON ASSIMILEE : L'élève est-il capable de rechercher le vol lent, d'y évoluer en ligne droite ou en virage avec des échappées d'altitude de 100 ft max. et des variations de vitesse de moins de 5 Kt avec correction immédiate ? Réagit-il de manière adaptée à l'apparition des symptômes de l'approche du décrochage ?
Programme	Dès que cette leçon est suffisamment maîtrisée, demander à l'élève de préparer la leçon « Le plan de 5% ».

3° COMMENTAIRES

Leçon importante qui va conditionner la bonne tenue machine pendant les phases d'approche et d'atterrissage. L'instructeur peut demander des virages enchaînés pour améliorer la conjugaison.

Les évolutions avec une marge de vitesse inférieure à 1.3 Vs ne doivent s'effectuer qu'avec une hauteur minimum de sécurité et un environnement dégagé.

Ces séances mettent en évidence l'évolution de la vitesse de décrochage en fonction de l'inclinaison.

Pour un bon apprentissage, il est nécessaire de faire annoncer les vitesses et associer des inclinaisons limites à chaque vitesse stabilisée.

La maitrise de la sortie de la limite basse en configuration atterrissage est importante car elle introduit un éducatif à l'atterrissage manqué qui sera traité en leçon 17.

ERREURS FREQUENTES

DE L'ELEVE

- Action tardive de sortie malgré l'alarme de décrochage.
- Mauvaise maîtrise des effets moteurs de l'entrée, de la sortie et des évolutions en vol lent.
- Actions mal dosées en réaction à l'alarme.
- Corrections trop lentes.

DE L'INSTRUCTEUR

- Ne précise pas au stagiaire les objectifs attendus et la réaction attendue à l'apparition de l'alarme.

SECURITE ET FACTEURS HUMAINS

Une hauteur minimum d'évolutions et une sécurité extérieure (restriction de survol et autres avions en évolution) ne sont pas à négliger en cas de perte de contrôle.

Attention au stress pouvant entraîner un pilotage brutal.

Charge de travail élevée tant pout l'élève que pour l'instructeur, impliquant une surveillance anticollision moins active.

CHARGEMENT, CENTRAGE ET STABILITÉ LONGITUDINALE

OBJECTIF :

- Faire constater au cours de la progression l'influence du chargement et du centrage sur le comportement de l'avion.

1° PREPARATION

Deux cas remarquables peuvent être identifiés :

- La position du centre de gravité varie avec la répartition du chargement de l'avion.
- Le foyer, point d'application des variations de portance due a une variation d'incidence. Sa position est propre à l'avion.
- La distance comprise entre le centre de gravité et le foyer s'appelle la marge statique.

LA QUALITÉ DU PILOTAGE LONGITUDINAL DÉPEND DE LA VALEUR DE LA MARGE STATIQUE

CAS D'UNE MARGE STATIQUE FAIBLE : CENTRAGE LIMITE ARRIÈRE

La manoeuvrabilité est augmentée et l'effort aux commandes par G est faible:

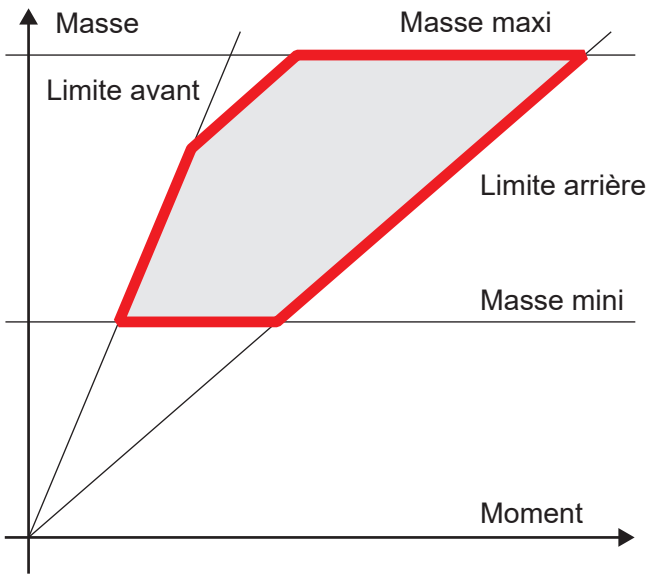
- Au décollage, risque de trop cabrer l'avion et de rester au second au second régime sans atteindre la vitesse de montée,
- À l'atterrissage, risque de trop cabrer l'avion et de faire remonter la trajectoire ou d'atteindre l'incidence de décrochage,
- En vol, risque de dépasser le facteur de charge limite ou d'atteindre l'incidence de décrochage.

CAS D'UNE MARGE STATIQUE IMPORTANTE : CENTRAGE LIMITE AVANT

La manoeuvrabilité est diminuée et l'effort aux commandes par G est important :

- Au décollage, risque de cabrer insuffisamment l'avion et de ne pas obtenir les performances de décollage et de montée,
- À l'atterrissage, risque de ne pas pouvoir arrondir suffisamment malgré la commande en butée arrière.

ENVELOPPE DE MASSE ET CENTRAGE



Le constructeur détermine une enveloppe de masse et centrage permettant de rester à l'intérieur des limitations admissibles. Ce document se trouve à l'intérieur du manuel de vol.

2° PLAN DE LA LEÇON

BRIEFING	
Objectif	Faire constater au cours de la progression l'influence du chargement et du centrage sur le comportement de l'avion.
Préparation	Rappels sur le centre de gravité, le foyer, la marge statique, le devis de masse et de centrage. Définition d'un moment.
Organisation	Leçon dissociée. Les pilotages centrage avant, centrage arrière, seront abordés au cours de départs et arrivées de secteur ou de navigations.

LEÇON EN VOL : 1° PILOTAGE EN LIMITE DE CENTRAGE AVANT	
Perception	• Au cours de la progression, effectuer des vols en situation de centrage avant en respectant les limitations publiées dans le manuel de vol de l'avion utilisé. • Lors du décollage, faites lui percevoir la difficulté à effectuer la rotation. • En palier croisière stabilisé, montrer la position du compensateur plus arrière qu'avec un centrage moyen. Montrer l'importante stabilité longitudinale. • Pour lui faire percevoir la diminution de manoeuvrabilité, demander des virages enchaînés, puis un décrochage en configuration atterrissage. • Lors de l'atterrissage, faites lui percevoir la faible efficacité de la gouverne de profondeur.

LEÇON EN VOL : 2° PILOTAGE EN LIMITE DE CENTRAGE ARRIERE	
Perception	• Au cours de la progression, effectuer des vols en situation de centrage arrière en respectant les limitations publiées dans le manuel de vol de l'avion utilisé. • Lors du décollage, faites lui percevoir la facilité à effectuer la rotation et la difficulté à stabiliser l'assiette de montée initiale. • En palier croisière stabilisé, montrer la position du compensateur plus avant qu'avec un centrage moyen. Montrer la faible stabilité longitudinale. • Pour lui faire percevoir l'augmentation de manoeuvrabilité, demander des virages enchaînés, puis un décrochage en configuration atterrissage. • Lors de l'atterrissage, faites lui percevoir la forte efficacité de la gouverne de profondeur.

BILAN	
Analyse	LEÇON ASSIMILÉE : le devis de masse et de centrage est-il pris en compte systématiquement ? Les effets attendus lors d'un centrage extrême sont-ils évoqués lors du briefing avant le vol ? Le centrage est-il pris en compte pour le pré-réglage du compensateur lors du décollage? NIVEAU CPL : le pilote prend-il en compte la charge marchande et un centrage arrière raisonnable procurant une diminution de consommation ?
Programme	Préparer la leçon « Approche et approche interrompue ».

3° COMMENTAIRES

Le pilote doit avoir conscience du comportement de son avion aux différentes masses et aux différents centrages.

ERREURS FREQUENTES

DE L'ÉLÈVE

- Mauvais réglage des compensateurs dans la phase décollage,
- Mauvaise stabilisation de l'assiette en montée initiale,
- Mauvais contrôle de l'arrondi.

SECURITE - FACTEURS HUMAINS

- Pas de prise en compte de la masse et du centrage à la préparation et dans l'exécution du vol.

APPROCHE ET APPROCHE INTERROMPUE

OBJECTIF :

- Intercepter et suivre l'axe d'approche et le plan de 5% qui conduisent au point d'aboutissement, a une Vi de référence jusqu'a la décision d'atterrir ou d'effectuer une approche interrompue.

PREAMBULE

La leçon concernant l'approche est atypique. Les différents éléments constitutifs ne peuvent évidemment pas être traités en une seule fois et la leçon présentée dans le guide est un canevas générique.

L'apprentissage de l'approche s'inscrit dans la durée et se construit vol après vol.

Après chaque leçon, à l'occasion du retour sur l'aérodrome, l'instructeur met en place la visualisation du plan de 5%, la prise et le suivi de l'axe ainsi que la gestion de la vitesse.

Il serait souhaitable que le stagiaire sache prendre et tenir l'axe AVANT d'aborder cette leçon.

Les exercices de synthèse, c'est-à-dire les circuits d'aérodrome répétés, sont entrepris lorsque l'élève est capable d'identifier et d'utiliser les informations extérieures.

NAVIGABILITE, CONDITIONS DE CERTIFICATION

L'approche : C'est une trajectoire descendante stabilisée jusqu'à une hauteur de 15 mètres avec une vitesse indiquée (Vref) d'au moins 1,3 Vso.

L'approche interrompue (API) : doit être conduite sans danger à la hauteur de 15 mètres, pour cela, la vitesse indiquée de 1,3 de Vso doit être respectée. Cette vitesse indiquée permet d'épauler un facteur de charge de 1,7 g.

Le facteur de charge lors de la procédure d'API est de l'ordre de 1,14 g.

CS 23.77 : la pente de certification de montée en configuration atterrissage doit être de 3,3 % (1,9 degrés) en conditions standard.

1° PREPARATION

DEFINITIONS

Point cible : point défini comme référence par le pilote (c'est le point d'aboutissement souhaité de la trajectoire de finale).

Point d'aboutissement de la trajectoire : projection au sol du vecteur vitesse consasté à un instant T de la finale. Il correspond au point d'immobilité apparante. Ce point est visualisable en référence à un repère cabine (RPB, distance au dessus du capot, compas …).

Dans une finale idéale, le point d'aboutissement doit être confondu avec le point cible.

Point de touché : un point de touché des roues doit être défini et visualisé par un point sol qui se situe à environ 150 m du point d'aboutissement souhaité (point cible). Ce point est un point de décision de l'application da procédure d'atterrissage manqué si le touché effectif semble s'éloigner de manière significative (atterrissage « long »).

Plancher de stabilisation :

La hauteur appelée « plancher de stabilisation » est l'expression d'un exploitant qui détermine la hauteur minimale de l'objectif de stabilisation. Par exemple l'ENAC a choisi, dans le cadre de son exploitation opérationnelle en VMC, une valeur de 100 ft pour les SEP.

La Vref (vitesse de référence) : est définie par le constructeur. C'est la vitesse a adopter en approche finale sans vent en configuration atterrissage.

(En l'absence d'indication la Vi à adopter ne doit pas être inférieure à 1,3 Vso).

Vapp (vitesse d'approche retenue en finale) : calculée par le pilote en fonction de la configuration retenue et du vent effectif (Vapp = Vref + Kve).

Objectif de stabilisation :

L'altitude appelée « objectif de stabilisation » est choisie par le pilote en fonction des menaces qu'il aura identifié telles que :

- Météorologie
- Environnement
- Trafic
- Complexité de l'approche
- Pannes avion
- Fatigue, stress, etc…

Cette altitude ne sera jamais inférieure au plancher de stabilisation.

L'objectif de stabilisation détermine la stratégie choisie pour l'approche (configuration et popint de décélération).

La stabilisation de l'approche finale doit permettre de dégager suffisamment de disponibilité pour assurer le contrôle précis de la trajectoire et un atterrissage maitrisé.

Avant l'atterrissage, il est nécessaire d'avoir une banche suffisamment longue et stabilisée pour conduire la phase d'atterrissage.

A l'objectif de stabilisation, l'approche sera interrompue si les critères de stabilisation suivant ne sont pas respectés :

Ces critères doivent être réunis au plus tard à l'objectif de stabilisation et maintenus jusqu'à l'atterrissage :

- La position de l'avion par rapport à la piste garanti un atterrissage e sécurité sur la zone de toucher des roues
- L'avion est configuré pour l'atterrissage
- La vitesse choisie pour l'approche finale est stabilisée
- La puissance affichée est cohérente avec la vitesse choisie
- La check list avant atterrissage est effectuée.

PLAN D'APPROCHE FINALE

C'est un plan sol de 5% permettant aux avions d'approcher sur une pente identique.

Les aides radioélectriques et lumineuses d'approche sont calées selon cette pente (sauf cas particuliers).

En outre, ce plan permet une bonne flexibilité autour de la trajectoire idéale.

Le plan sol de 3°/ 5% est un rapport hauteur/distance. Il est égal à une hauteur d'environ 300 ft par nautique parcouru.

Il est donc facile de reconnaître des hauteurs de passage au-dessus de repères sol dont la distance est connue par rapport au point d'aboutissement.

La vitesse verticale de descente est alors :

Vz (ft/min) = V sol (kt) x pente %

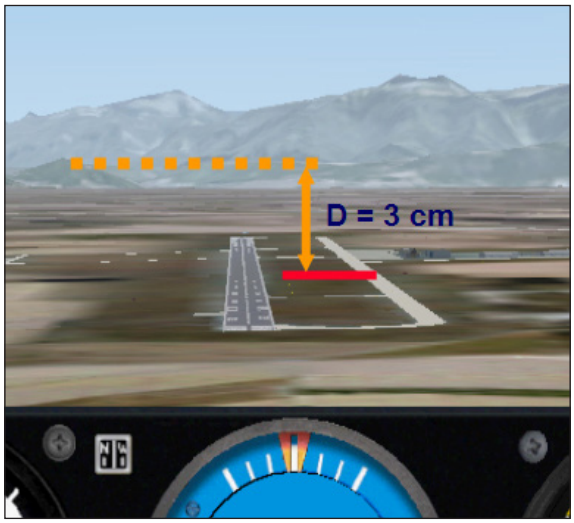
Le suivi d'un plan d'approche de 5% permet de constater :

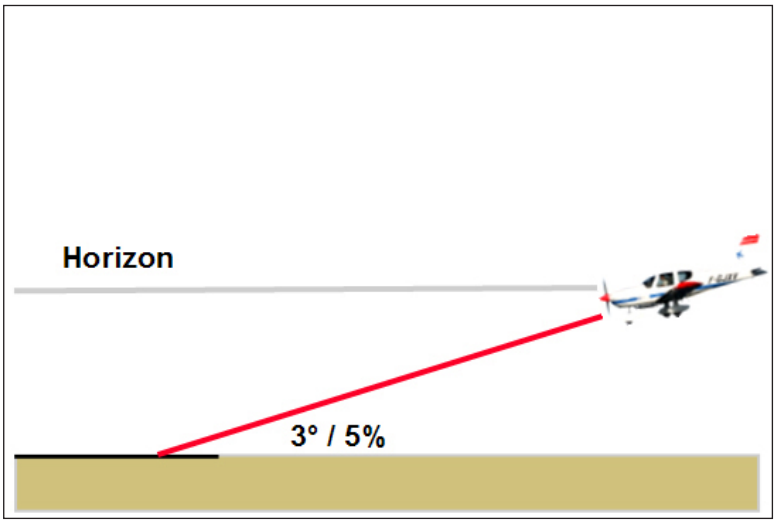
- Que le point d'aboutissement de la trajectoire est le point d'immobilité apparent (le point d'immobilité apparent est le point que l'on voit toujours sous le même angle en site et en azimut).
- Que l'angle compris entre l'horizon et le point d'aboutissement est de 3°.

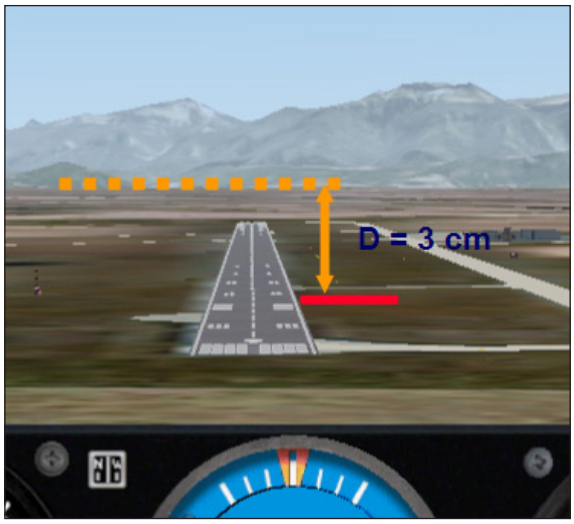
Le moyen de perception de cet angle est une distance **« D »** égale à 3 centimètres au-dessous de l'horizon, à 60 cm, soit la distance entre l'oeil et les doigts à bras tendu.

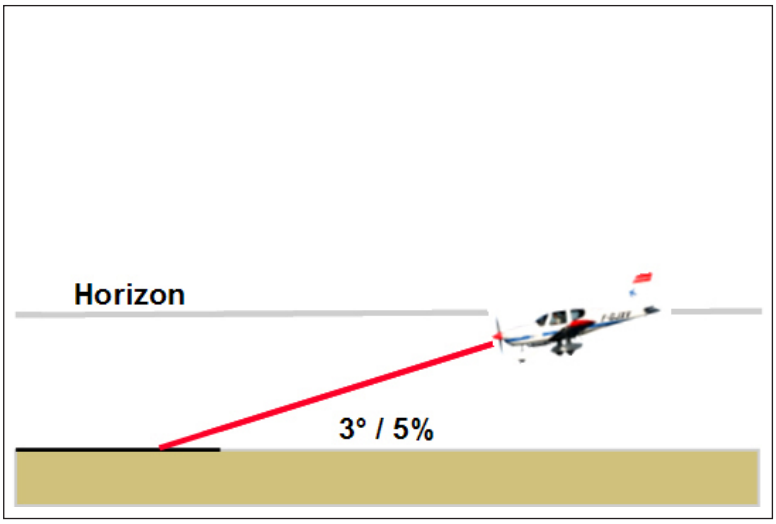
REMARQUE :
La visualisation de la perspective de la piste dépend uniquement des dimensions de celle-ci.

VISUALISATION DU PLAN SOL DE 5%

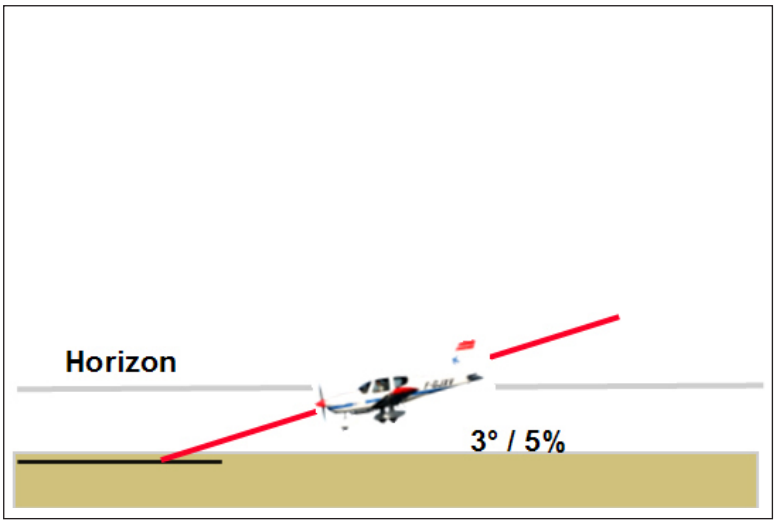








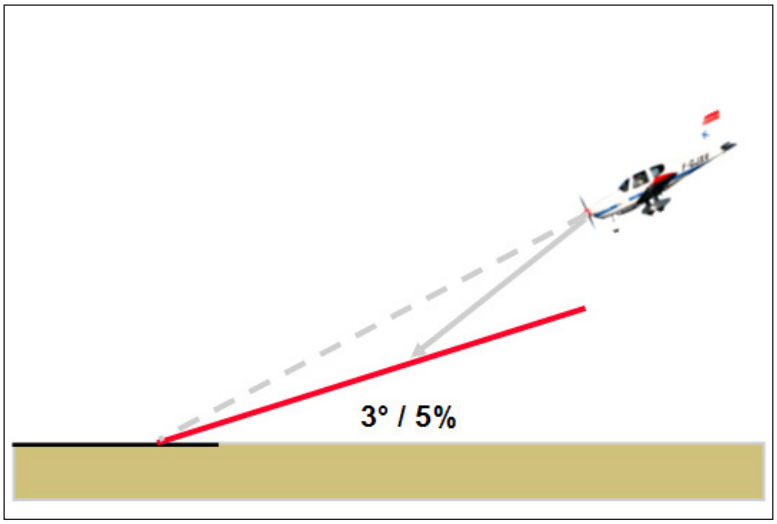




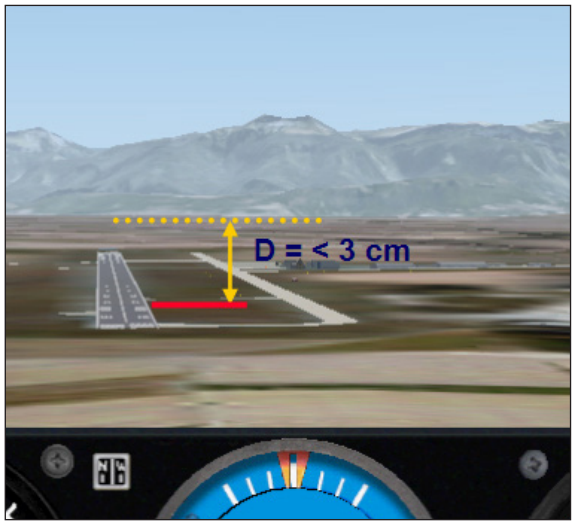
CORRECTION DU PLAN D'APPROCHE

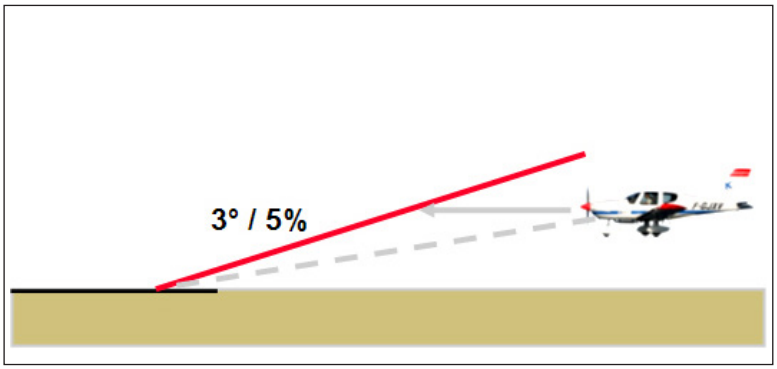
CORRECTION D'UN PLAN FORT





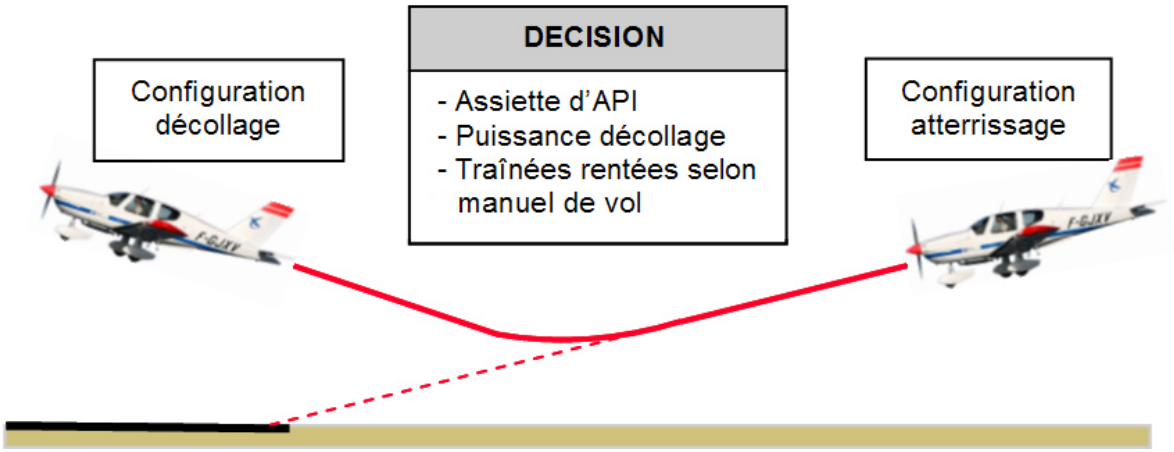
CORRECTION D'UN PLAN FAIBLE





- 1° assiette de palier pour rattraper le plan par dessous
- 2° puissance ajustée pour maintenir la vitesse constante

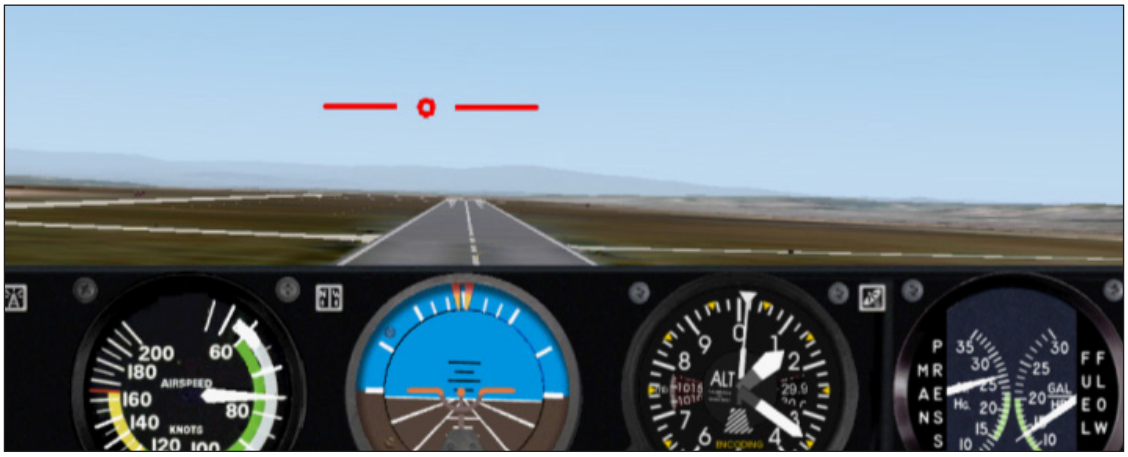
APPROCHE INTERROMPUE (API)



L'approche interrompue : La décision devrait être prise audessus ou à l'objectif de stabilisation, l'approche interrompue doit également être initiée en cas de déstabilisation de l'approche sous le plancher de stabilisation qui remettrait en question le bon déroulement de l'atterrissage.

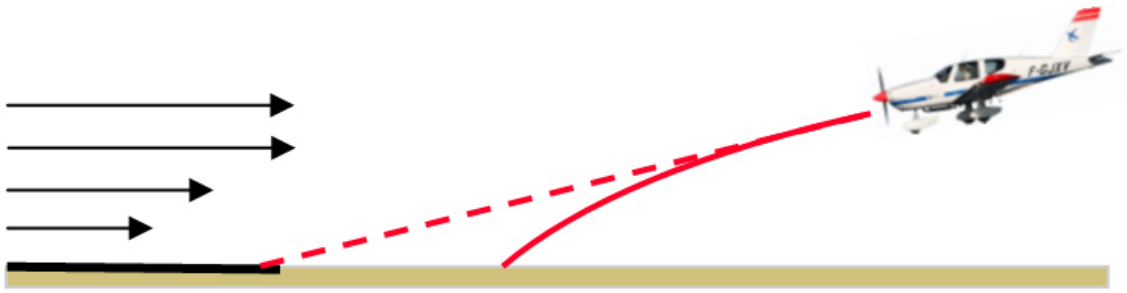
Cette phase de vol demande beaucoup de rigueur. Effectivement les effets moteur sont importants car la vitesse de l'avion est faible et la puissance moteur est maximum.

Il conviendra d'insister sur la maîtrise de ces derniers (maintient de l'assiette d'approche interrompue, contrôle sur l'axe de lacet et ceci visuellement).



Note: *on peut considérer que l'assiette d'approche interrompue sur avion léger est sensiblement égale à la moitié de l'assiette de montée.*

GRADIENT DU VENT



Le vent est en général constant sur une tranche significative d'altitude. En se rapprochant du sol, sa force diminue : c'est le gradient de vent.

Il en résulte alors une diminution de la vitesse propre de l'avion et, si le pilote n'intervient pas, une incurvation de la trajectoire vers le bas.

Pour maintenir un plan constant, le pilote va devoir faire varier l'assiette à cabrer. Il en résulte une diminution de vitesse.

Par faible gradient de vent, le fait de réajuster la puissance suffit à maintenir l'avion sur la trajectoire.

Par fort gradient de vent, il faut apporter une correction de vitesse en début de finale. Ce supplément de vitesse va permettre d'anticiper le gradient de vent et de prévenir une diminution de vitesse trop importante au cours de la finale. En courte finale, si l'avion ne subit pas de gradient de vent, **le pilote doit résorber l'excédent de vitesse avant de débuter l'arrondi.**

Pour quantifier cette correction de vitesse, il existe plusieurs méthodes. L'une d'elle consiste à appliquer la règle suivante :

Ve (kt)	< 10 kt	10 à 20 kt	> 20 kt
Kve	0 kt	5 kt	10 kt

Dans ce cas tenir compte de la vitesse sol pour déterminer le Vario en finale. **Cette valeur n'étant par ailleurs qu'une simple vérification de cohérence.**



Exemple :

Pour un avion dont la Vref est de 77 kt avec un vent effectif de 15 kt, la Vapp retenue par le pilote de de 83 kt (Vref + Kve).

Dans ces conditions le Vz attendu sur un plan de 3° est :

Vi sol (en kt) x plan (en %)

soit 68 x 5 = - 340 ft/min

2° PLAN DE LA LEÇON

BRIEFING	
Objectif	Intercepter et suivre l'axe d'approche et le plan de 5% qui conduisent au point d'aboutissement, à Vref jusqu'à la décision d'approche interrompue ou d'arrondi.
Préparation	Le plan de 5 %, l'approche interrompue, visualisation d'un plan et corrections, gradient de vent.
Note	La leçon peut être conduite en guidage verbal pure, l'élève ayant tous les « prérequis ».

LEÇON EN VOL : 1° EDUCATIFS A L'APPROCHE FINALE ET A L'APPROCHE INTERROMPUE EN SECTEUR	
Perception	A partir du palier-approche à 1.45 Vs : Faire calculer les éléments d'assiette, de Vz et de puissance correspondant à une descente sur un plan à 5%. **Montrer** la descente-approche, puis les évolutions à vitesse et Vz constantes. **Montrer** le passage à la configuration atterrissage à Vref en adaptant le vario à la vitesse. **Stabiliser la trajectoire (avion compensé).** Faire noter les paramètres moyens de pré affichages. Faire noter l'assiette représentative d'une finale sans vent. **Énoncer** la check-list « avant atterrissage ». **Montrer** l'approche interrompue. Insister sur l'ordre précis des actions (assiette-puissance en contrant les effets moteur puis rentrée des traînées conformément au manuel de vol)**. Faire noter l'assiette d'approche interrompue.**
Actions	**Guider** l'élève pour réaliser la séquence ci-dessus en organisant un TdP élargit fictif. Insister sur la précision des pré affichages, la stabilisation, la compensation et le rythme des actions.
Exercice(s)	• Demander à l'élève d'effectuer une approche complète sur un plan de 5% suivie d'une approche interrompue. • Vérifier l'exécution des check-lists.

LEÇON EN VOL :

2°- A) APPROCHES SUR AERODROMES : AXE

Perception	***Note :*** *toutes les perceptions sur aérodromes ont été diluées pendant les retours de secteur lors des vols précédant.* Se positionner en base éloignée en palier à une hauteur de 500 ft. **Montrer** la prise d'axe en assurant l'anti-abordage. En maintenant l'altitude constante, **commenter la tenue de l'axe, et l'évolution de « D ».**
Actions	**Guider** l'élève pour reproduire la séquence ci-dessus.

LEÇON EN VOL :

2°- B) APPROCHES SUR AERODROMES : PLAN

Perception	Se positionner en palier-approche à 1000 ft sur l'axe en très longue finale à 1.3 Vs, annoncer le couple Vitesse sol/Vz choisi et les pré-affichages associés. Définir et visualiser un point cible souhaité. À l'interception du plan, **montrer** le maintien de celui-ci. Montrer comment faire coïncider le vecteur vitesse (qui correspond au point d'aboutissement de la trajectoire instantanée) et le point cible, jusqu'à la décision d'approche interrompue. ***Note :*** *à Vi et configuration établies, le point sol (fixe sur le pare-brise) correspond à l'aboutissement du vecteur vitesse.* Au cours de l'approche suivante **montrer** les corrections d'un plan fort, puis d'un plan faible. Énoncer la check-list « Avant atterrissage ». Durant toute la finale, insister sur le rythme du circuit visuel : « Axe, plan, axe, plan... » en prenant soin de bien montrer comment corriger chaque écart détecté.
Actions	**Guider** l'élève pour reproduire la séquence ci-dessus. **Vérifier** la compensation. A 100 ft, guider une approche interrompue.

LEÇON EN VOL :	
2° - C) APPROCHES SUR AERODROMES : VITESSE	
Perception	Au cours des approches suivantes, ajouter les commentaires sur le contrôle de la vitesse. Énoncer la check-list « Avant atterrissage ». **Annoncer** les paramètres corrects et stables à 300 ft pour envisager l'atterrissage. Durant toute la finale, insister sur le rythme du circuit visuel : « Axe-plan-vitesse; axe-plan-vitesse... », en prenant soin de bien montrer comment corriger chaque écart détecté.
Actions	Au cours des approches suivantes, guider les corrections d'axe, de plan et de vitesse. Utiliser la méthode des transferts si nécessaire. Insister sur le contrôle des effets moteur pour maintenir le plan et l'axe. **Vérifier** la compensation. A 100 ft, guider une approche interrompue.
Exercice(s)	**Demander** à l'élève à partir de hauteurs variables, d'intercepter le plan de 5 % sur un aérodrome familier puis à l'occasion de déplacements, sur d'autres aérodromes. Lui demander d'effectuer des approches interrompues. Lui demander d'assurer l'anti-abordage.

BILAN	
Analyse	LEÇON VUE : tous les aspects de la leçon ont-ils été vus ? LEÇON ASSIMILEE : l'interception de l'axe et du plan sont-elles effectuées correctement ? Les corrections sont-elles effectuées dans le bon sens avec visualisation des écarts en plan et vitesse + 10 kt et - 5 kt ? NIVEAU CPL : se caractérise par une recherche rapide de la correction des échappées et des écarts de vitesse + 5 kt et - 0 kt.

3° COMMENTAIRES

ÉDUCATIFS DE L'APPROCHE EN SECTEUR

Il peut être utile de simuler un circuit d'aérodrome en secteur pour mettre en place les différentes procédures sans les contraintes du trafic d'aérodrome.

APPROCHES SUR AERODROME

La perception se fera sur un aérodrome familier à l'élève, les repères sol seront identifiés et serviront de confirmation de hauteur.

A ce stade de la progression, l'élève peut, sous un guidage verbal, visualiser et intercepter le plan. Choisir de préférence une journée sans vent pour effectuer les premiers exercices.

La stabilisation des éléments axe-plan-vitesse à configuration donnée suivie de l'exécution de la check-list est l'objectif premier de la finale. A défaut, à une hauteur définie (usuellement 100 ft), une remise de gaz est impérativement exécutée.

Sur les avions ayant une forte traînée en configuration atterrissage la récupération d'une vitesse insuffisante nécessite un apport de puissance et un temps de réactions importants.

Au fur et à mesure que l'élève prend de l'aisance, transférez la charge de travail en lui demandant d'effectuer les check-lists associées aux différentes phases de l'approche et de l'approche interrompue.

ERREURS FREQUENTES

DE L'ELEVE

- Correction de l'axe uniquement au palonnier,
- Conjugaison insuffisante,
- Correction de la vitesse en finale avec l'assiette,
- Modification de la puissance sans contrôle des effets moteur,
- Mauvaise visualisation du point d'aboutissement de la trajectoire.
- Circuit visuel « Axe - Plan - Vitesse » stérile : le regard passe sur chaque item mais sans analyser les données obtenues et donc sans corriger les écarts éventuels.

DE L'INSTRUCTEUR

- Anticipe la leçon sur l'atterrissage alors que les approches ne sont pas stabilisées.

SECURITE - FACTEURS HUMAINS

L'anti-abordage est primordial en prise d'axe.

Prendre en compte des avions qui pourraient avoir un plan d'approche différent (approche moteur réduit, finale à basse hauteur...).

Le numéro d'ordre dans le circuit d'aérodrome ne dispense pas de regarder dehors.

La remise de gaz n'est pas un échec. C'est au contraire une bonne décision pour se donner le temps de préparer une nouvelle approche dans de meilleures conditions.

L'instructeur ne doit pas inciter l'élève à atterrir à l'issue d'une approche non stabilisée.

L'ATTERRISSAGE

OBJECTIF :

- Amener l'avion en contact avec le sol, maintenir l'axe de piste jusqu'au contrôle de la vitesse de roulage.

PREAMBULE

La leçon concernant l'atterrissage est atypique. Les différents éléments constitutifs ne peuvent évidemment pas être traités en une seule fois et la leçon présentée dans le guide est un canevas générique.

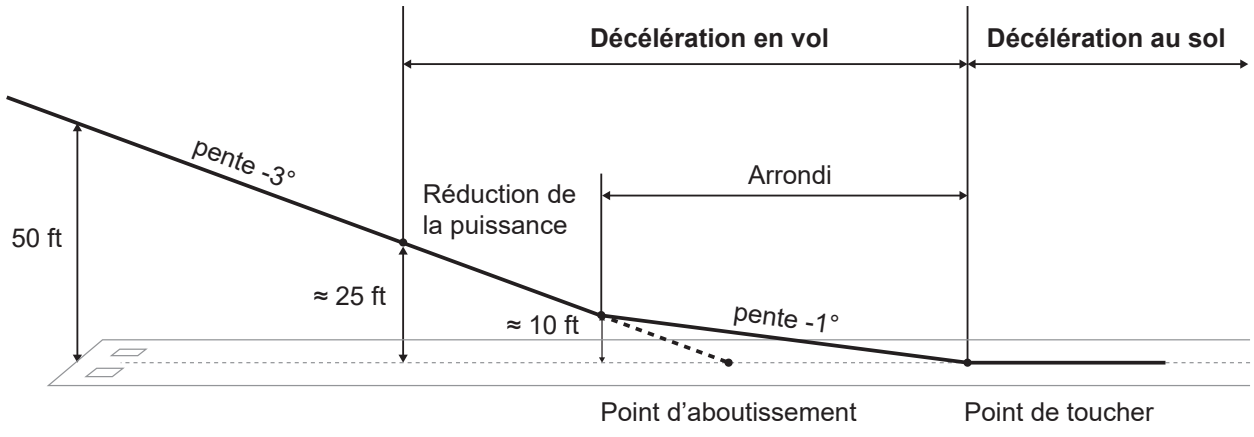
L'apprentissage de l'atterrissage s'inscrit dans la durée, il se construit vol après vol, après chaque leçon, à l'occasion du retour sur l'aérodrome, l'instructeur met en place la visualisation du point de décision de réduction de la puissance, du point de début d'arrondi, la prise d'informations visuelles pour doser la manœuvre d'arrondi et le maintien de l'axe ainsi que la gestion de la décélération au sol.

Les exercices de synthèse, c'est-à-dire les circuits d'aérodrome répétés, sont entrepris lorsque l'élève est capable d'identifier et d'utiliser les informations extérieures et lorsque les approches sont stabilisées de manière répétitive.

1° PREPARATION

LES DIFFERENTES PHASES DE L'ATTERRISSAGE

La phase d'atterrissage débute à la réduction de puissance et se termine lorsque la vitesse atteint la vitesse de roulage.



LA REDUCTION DE PUISSANCE

La trajectoire et la vitesse d'approche finale sont maintenues jusqu'au point de réduction de puissance.

Dans des conditions standards, pour la majorité des avions, la réduction de puissance débute à mi-chemin entre le passage des 50 ft et le point d'aboutissement, ce qui correspond à une hauteur d'environ 25 ft et à une distance de 150 mètres du point d'aboutissement.

A la réduction de puissance le couple piqueur est particulièrement sensible, il sera contré par une action souple à cabrer afin de maintenir l'assiette.

La vitesse va diminuer, il va être nécessaire d'augmenter progressivement l'incidence et donc l'assiette pour maintenir le plan constant.

Note : En cas d'approche avec un excédent de vitesse (Kve, rafale …), il est nécessaire d'anticiper la réduction de puissance afin de garder la précision d'atterrissage. (10 kt d'excédent de vitesse génère environ 150 mètres de distance d'atterrissage supplémentaire)

L'ARRONDI



A l'approche du sol, à une hauteur d'environ 10 ft (quand le point d'aboutissement commence à être masqué par le capot), débuter l'arrondi.

L'arrondi consiste en une variation d'assiette pour faire passer la trajectoire d'approche d'un plan de 3° à un plan de 1°.

La vitesse continue de diminuer, l'incidence doit être augmentée par variation d'assiette à cabrer jusqu'à l'obtention de l'assiette d'atterrissage (position du capot par rapport à l'horizon).

L'assiette d'atterrissage est une assiette légèrement cabrée permettant à l'avion de toucher le sol uniquement avec le train principal.

La rapidité des variations d'assiette doit être adaptée en fonction de la vitesse de rapprochement du sol.

Au cours de l'arrondi, plusieurs cas peuvent se présenter :

- Si l'avion remonte, appliquer la manœuvre d'atterrissage manqué,
- Si l'avion reste parallèle à la piste, bloquer l'assiette jusqu'à ce que l'avion se remette à descendre puis reprendre la manœuvre d'arrondi,
- En cas de rebond important, appliquer la procédure d'atterrissage manqué,
- En cas de rebond faible, bloquer l'assiette jusqu'à ce que l'avion se remette à descendre puis reprendre la Manoeuvre d'arrondi,
- **ATTENTION:** Ne jamais pousser sur le manche durant l'arrondi.

ATTERRISSAGE MANQUE

- Maintenir l'assiette constante (positive ou nulle) et l'inclinaison nulle.
- Appliquer la puissance de décollage en contrant les effets moteur.
- Effectuer une relation Vi/incidence sur une pente nulle ou légèrement positive.
- Lorsque la Vi d'approche est obtenue afficher l'assiette d'approche interrompue et poursuivre selon la procédure d'approche interrompue.

LA DECELERATION AU SOL



Après le toucher du train principal, piloter le toucher du train avant. Sur la plupart des avions SEP et MEP cela s'effectue en relâchant progressivement l'action en tangage pour accompagner le toucher du train avant :

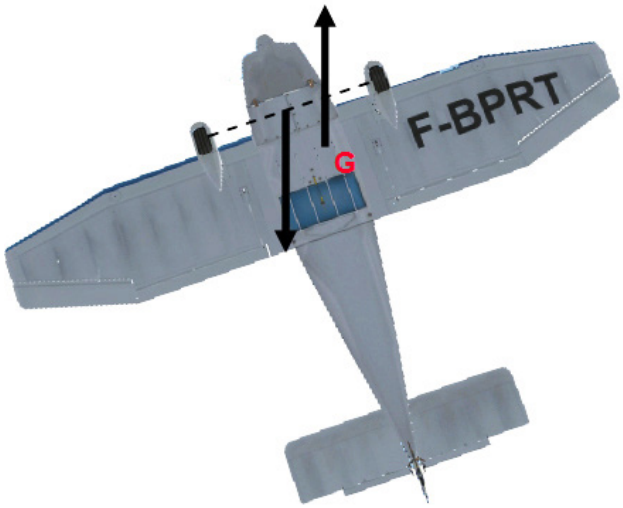
- Si la trajectoire s'écarte de l'axe de piste, chercher dans un premier temps à rester parallèle à l'axe, puis dans un deuxième temps revenir progressivement sur l'axe,
- Le freinage sera adapté en fonction de la longueur de piste disponible,
- Un freinage important n'est nécessaire que sur une piste limitative,
- L'efficacité du freinage est maximale lorsque le poids appliqué sur le train principal est maximum et que la portance est minimale donc une fois la vitesse réduite,
- Sur avion léger à hélice et train tricycle ceci est obtenu en positionnant le manche secteur neutre en début de décélération et progressivement secteur arrière au fur et à mesure de l'intensification du freinage,
- Pour éviter le blocage des roues, le freinage doit être progressif et continu,
- L'adhérence des pneumatiques est maximale sur une piste revêtue et sèche. Dans tous les autres cas le blocage des roues intervient plus tôt, il convient donc d'être attentif au dosage du freinage en début de roulement après l'atterrissage.

PRISE D'INFORMATION VISUELLE PENDANT L'ATTERRISSAGE

- En approche les informations sont prises dans l'axe de vision du pilote (vision centrale),
- A partir de la réduction de puissance, les informations sont complétées par des informations prises en vision périphérique,
- Le regard doit rester sur l'horizon afin que cette vision périphérique reste efficace.

ATTERRISSAGE AVEC UN AVION MUNI D'UNE ROULETTE DE QUEUE







Dans ce cas, l'assiette d'atterrissage doit être l'assiette « trois points ».

Ce type d'appareil est instable au roulage (tendance au « cheval de bois »). Lors de la prise de contact avec le sol, amener progressivement le manche en butée arrière pour faciliter la tenue d'axe et éviter la mise « en pylône ».

L'instabilité au roulage est due au fait que le centre de gravité est en arrière du train principal, le défaut de tenue d'axe à tendance à s'amplifier ,il est donc important de se poser sans correction de dérive.

Sur un avion à train tricycle, le centre de gravité étant en avant du train principal, l'avion est stable au roulage (tendance au cheval de bois moindre).

2° PLAN DE LA LEÇON

BRIEFING	
Objectif	Amener l'avion en contact avec le sol, maintenir l'axe de piste jusqu'au contrôle de la vitesse de roulage.
Préparation	L'atterrissage, performances et limitations.
Note	Au cours de la progression, entraînez l'élève à visualiser l'atterrissage. Cet apprentissage s'effectue au cours de séances courtes étalées dans le temps. L'atterrissage sur avion à roulette de queue fait l'objet d'un apprentissage particulier.

LEÇON EN VOL	
Perception	**Montrer** le contrôle de l'axe en visualisant un repère dans l'axe de piste. Faire noter le moment où, le pilote décide de réduire la puissance et de débuter l'arrondi, puis change de circuit visuel. **Montrer** à l'élève la variation d'assiette pour passer de la trajectoire d'approche à la trajectoire de décélération, la neutralisation temporaire de cette assiette, puis la reprise de la variation vers l'assiette d'atterrissage. Commenter le circuit visuel et la prise d'informations qui dicte le rythme de l'arrondi. Persuader l'élève qu'il faut piloter l'avion jusqu'à la fin de l'atterrissage. **Avion à roue avant :** Après le toucher de l'atterrisseur principal, faire noter le pilotage de l'assiette pour obtenir un toucher contrôlé de l'atterrisseur avant. **Avion à roulette de queue :** Après le toucher 3 points, faire noter l'action continue et progressive du manche vers la butée arrière et son maintien. **Montrer** que la maîtrise du roulage est d'autant plus aisée que le repère d'alignement est situé loin dans l'axe matérialisé ou à défaut un repère en fin de piste. **Simuler** un atterrissage manqué en secteur afin de montrer la procédure à partir de la phase arrondi, le reproduire ensuite sur piste.
Actions	**Guider** le contrôle de l'axe, la décision d'arrondi, le rythme de la variation d'assiette vers l'assiette de fin d'arrondi, puis vers l'assiette d'atterrissage, le poser de la roulette de nez et le freinage, en maintenant l'axe et en évitant le blocage des roues.
Exercice(s)	**Demander** à l'élève d'effectuer une série d'atterrissages, jusqu'à obtenir un niveau suffisant d'analyse et de dosage des actions.

BILAN	
Analyse	LEÇON VUE : les éléments de la leçon ont-t-ils tous été abordés ? LEÇON ASSIMILEE : l'élève perçoit-il la hauteur d'arrondi, les actions sont-elles déclenchées au bon moment, le dosage est-il approprié ? NIVEAU CPL : la précision est-elle suffisante (contact maîtrisé et proche du point d'aboutissement) ? Le contact a-t-il eu lieu sur l'axe de piste, le dosage du freinage est-il optimum? La sortie effectuée par la bretelle utilisable la plus proche ?
Programme	Préparer la leçon « Circuits d'aérodrome ».

3° COMMENTAIRES

A PROPOS DU « TOUCH »

Utilisé fréquemment dans le cadre de l'instruction pour optimiser le temps de vol lorsque la longueur de piste est compatible, le « *touch and go* » n'existe pas en tant qu'opération aérienne. L'approche est normalement conclue par un atterrissage ou par une approche interrompue.

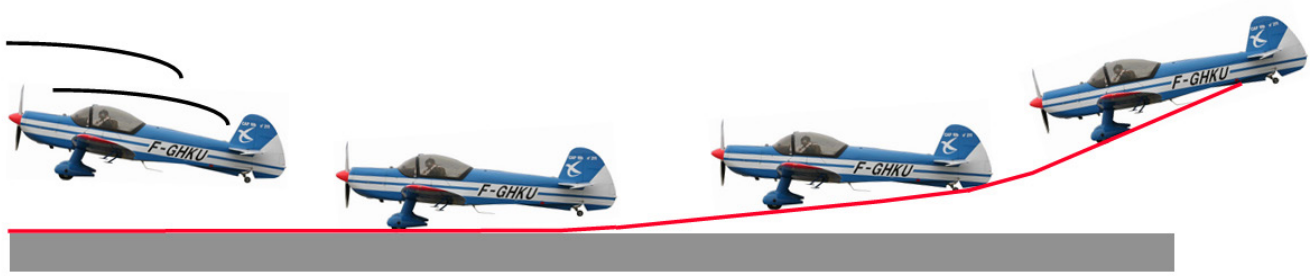
Si vous utilisez le *touch* en instruction :

- Demandez à l'élève d'assurer le roulage, à charge de l'instructeur de re-configurer l'avion en vue du nouveau décollage.
- A terme l'élève devra être capable de maitriser la totalité du « touch and go » (pilotage et prise de décision).

Une autre option est le « stop and go » :

- Si la piste est assez longue et avec l'accord du contrôle, faites un arrêt complet et demandez à l'élève de reconfigurer son avion pour un nouveau décollage.

ATTERRISSAGE DEUX POINTS AVEC UN AVION MUNI D'UNE ROULETTE DE QUEUE



La prise de contact accidentelle du train principal suite à un atterrissage deux points va créer un couple *« cabreur »* (augmentation d'incidence) d'ou une tendance au rebond. Dans ce cas, il conviendra d'appliquer la procédure décrite au paragraphe « atterrissage manqué ».

ERREURS FREQUENTES

DE L'ELEVE

- Circuit visuel inadapté,
- Rythme inadapté de la variation d'assiette.
- Assiette trop cabrée ne permettant plus de voir le bout de piste.
- Contact 3 points, avion à roulette avant, contact train principal en premier, avion à roulette arrière.
- Contact brutal de l'atterrisseur avant.
- Relâchement de l'attention après le contact de l'atterrisseur principal.
- Mauvaise gestion des priorités : radio et C/L souvent faits au détriment du pilotage et de la trajectoire.
- Refus du sol en courte.
- Poursuite d'approche non stabilisée sous le plancher de stabilisation.
- Focalisation sur la variation d'assiette au détriment de la tenue d'axe.
- Freinage involontaire.

FACTEURS HUMAINS

- Appréhension de l'atterrissage,
- Inhibition des actions à l'approche du sol,
- L'atterrissage n'est terminé que lorsque la piste est dégagée.

Il est à noter que les performances tirées du manuel de vol ont été optimisées (avion et moteur neufs, bien réglés, pilotes d'essai…) il conviendra donc d'appliquer une majoration, l'expérience montre que 20 % paraît être une valeur raisonnable.

CIRCUITS D'AÉRODROME

OBJECTIF :

- Adapter la trajectoire autour d'un aérodrome en fonction des conditions météorologiques, de trafic et d'environnement pour rejoindre le plan d'approche.

PREAMBULE

Le circuit d'aérodrome est une trajectoire normalisée permettant de garantir une approche stabilisée au plancher de stabilisation.

Cette trajectoire peut être entièrement imposée (trace sol et altitude) afin de tenir compte des contraintes environnementales ou de trafics, ou seulement définie par le sens du dernier virage.

Pour suivre un circuit d'aérodrome lorsque la trajectoire n'est pas imposée, il est nécessaire d'identifier et d'utiliser des repères extérieurs. Afin de développer la visualisation de la trajectoire, le jugement et le coup d'oeil, plusieurs types de tour de piste sont proposés. **Ces TdP sont des éducatifs standards, et au delà de leur apprentissage, il est essentiel que l'instructeur apprenne au stagiaire A IDENTIFIER les contraintes innérentes à chaque aérodrome et à chaque situation (survol d'agglomération, météorologie, obstacles, etc...) et à les prendre en compte pour CONSTRUIRE un tour de piste approprié.**

1° PREPARATION

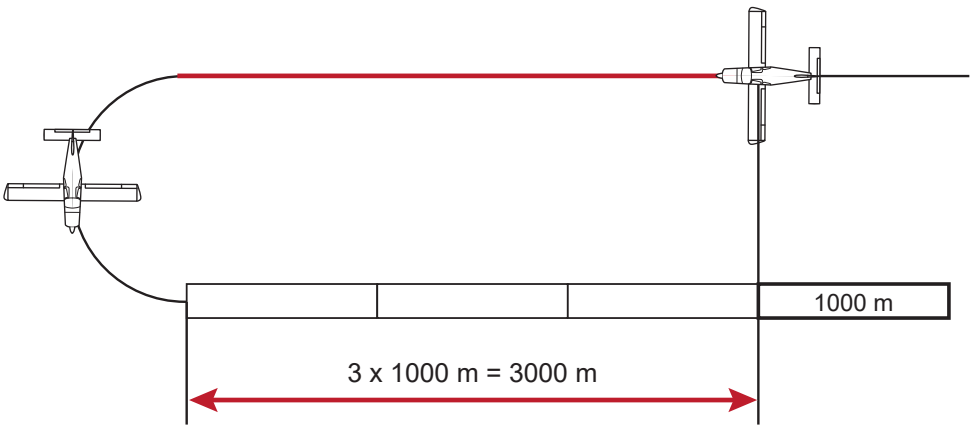
Avant de débuter, s'assurer que les leçons 10 et 11 ont été assimilées.

ELOIGNEMENT

Le plan sol est un rapport entre une hauteur et une distance. Le plan particulier de 3° représente une hauteur de 300 ft par nautique parcouru. Un avion à 500 ft en finale doit être à une distance de 1.6 Nm (3000 m) pour être dans plan de 5%.

QUANTIFICATION

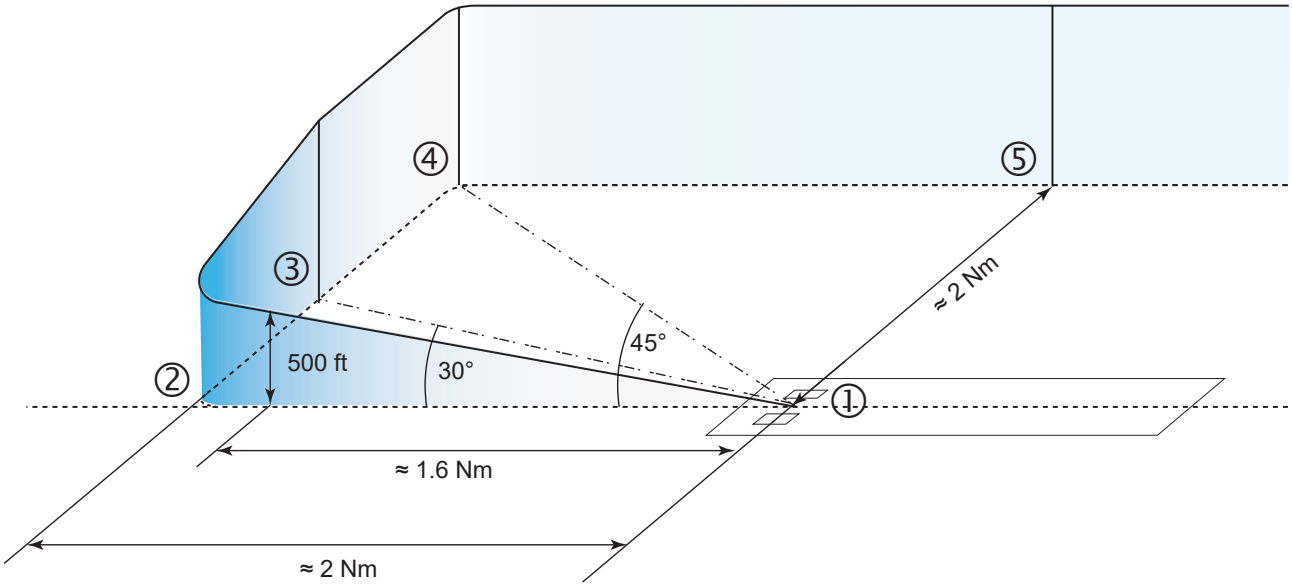
La phase d'atterrissage débute à la réduction de puissance et se termine lorsque la vitesse atteint la vitesse de roulage.



Exemple: Si l'avion se trouve en vent arrière le long d'une piste de 1000 m. le pilote va projeter 3 fois la longueur de la piste pour positionner le point de virage.

Si la visualisation de l'éloignement se fait préférentiellement à vue, elle peut être confirmée par un temps calculé à partir de la vitesse sol.

LE CIRCUIT D'AERODROME RECTANGULAIRE



En l'absence de circuit particulier publié, de contraintes d'exploitations (vitesse d'évolution élevée), ou environnementales (survol des agglomérations, météorologie ou obstacles), le tour de piste rectangulaire est le circuit de référence.

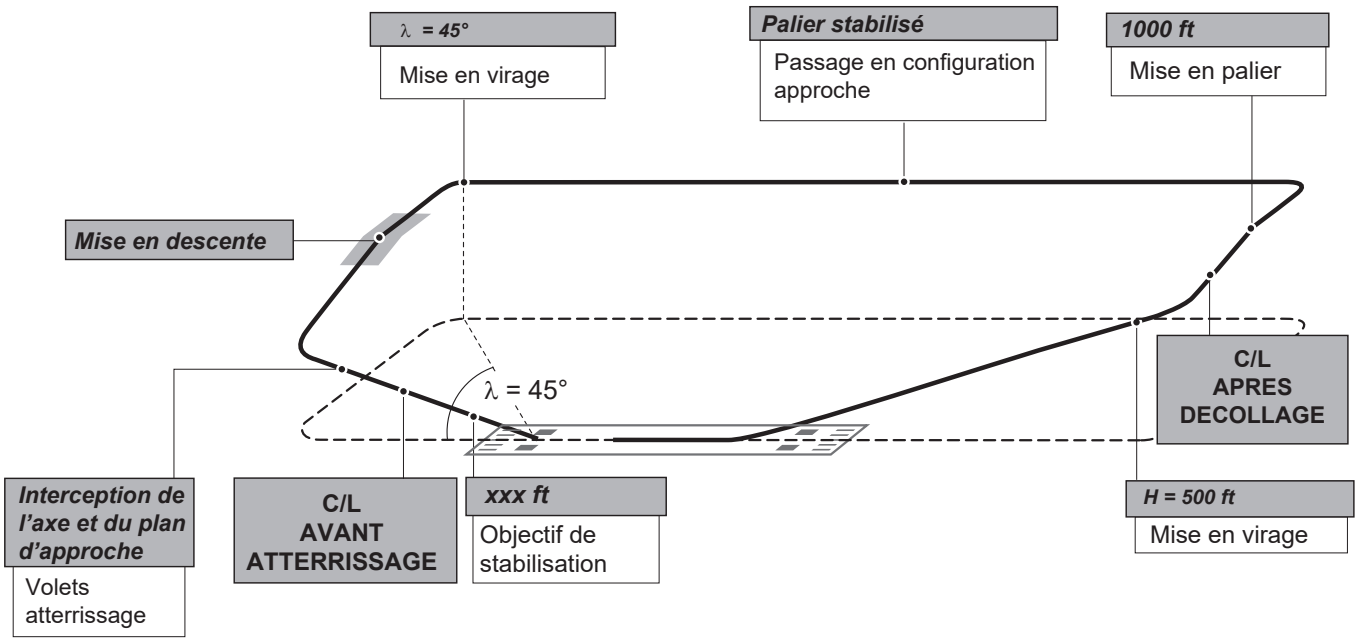
Le tour de piste rectangulaire est un enchaînement de trajectoires calibrées exécuté à une hauteur de 1000 ft AAL, qui permet de rejoindre l'axe et le plan d'approche finale de 3° de manière à ce qu'une fois établi en finale l'avion passe 1,6 Nm (3 Km) et 500 ft sol en début de finale.

La bonne réalisation d'un tour de piste est conditionnée par la visualisation de points clés de la trajectoire, l'utilisation du chronométrage peut être un outil d'aide à la quantification de l'éloignement en vent arrière. Ces points clés sont :

- Le point d'aboutissement ①,
- Le point sol de début de finale ②,
- Le point de début de descente ③,
- Le point de fin de vent arrière ④,
- Un positionnement de l'avion en vent arrière ⑤.

✪ Ce tour de piste est le plus approprié pour assurer un espacement adapté par rapport aux autres trafics dans le circuit d'aérodrome.

	BASIQUE	PERFECTIONNEMENT
OBJECTIFS	• Acquérir la visualisation d'une trajectoire parallèle à la piste. • Affiner le jugement et la décision de la mise en virage et en descente en vue de l'interception de l'axe et du plan d'approche par pilotage du dernier virage.	• Perfectionner le jugement et la décision en vue de l'interception de l'axe et du plan d'approche par pilotage du dernier virage. • Acquérir la capacité à anticiper les corrections de vent sur le segment de trajectoire à venir.



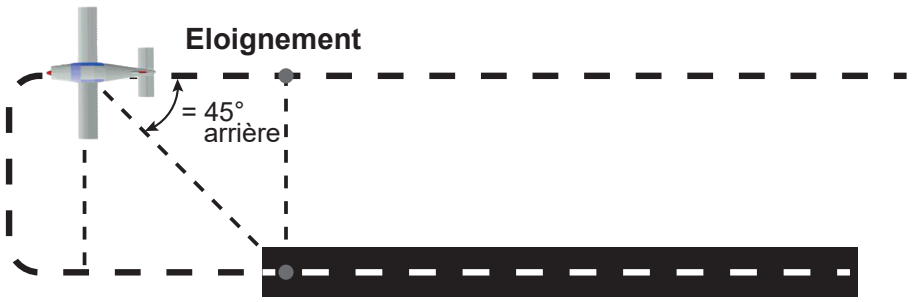
BRANCHE VENT TRAVERSIER

	BASIQUE	PERFECTIONNEMENT
OBJECTIFS	Le premier virage de 90°, exécuté après le décollage, permet de s'éloigner sur une trajectoire perpendiculaire à l'axe de la piste. Le second virage de 90° permet de se positionner sur une trajectoire parallèle à la piste.	
	• Virage en montée, • Mise en palier en cours de la branche vent traversier.	• Tenue précise des paramètres de vol (inclinaison, vitesse, …), • Prise en compte de l'effet du vent par anticipation des segments à venir.
EXECUTION	En passant 500 ft/sol et après l'extrémité de piste, virage vers la branche de vent traversier, A 1000 ft mise en palier à la vitesse d'évolution. Visualisation de l'écartement latéral de 2 Nm par rapport à l'axe de piste par projection de la longueur d'aile. Le premier virage est effectué à une inclinaison limitée à 20° pour ne pas trop dégrader le taux de montée, le deuxième virage s'effectue en palier à une inclinaison de 30°	
VENT	Maintenir une trajectoire sol perpendiculaire à l'axe de piste, en affichant une éventuelle correction de dérive,	

VENT ARRIERE

	BASIQUE	PERFECTIONNEMENT
OBJECTIFS	Réaliser un segment parallèle à l'axe de la piste suivant un écartement optimal destiné à assurer le positionnement correct de la branche d'éloignement et de l'étape de base	
	• Visualisation de l'écartement approprié par prise de repères extérieurs et tenue de cap, • Tenue d'altitude et de vitesse, • Changement de configuration en palier, • Radio	• Tenir rigoureusement les paramètres de vol prévus, • Préciser les paramètres relatifs au vent subi et les intégrer dans la gestion de la trajectoire à venir.
EXECUTION	Virage vers la vent arrière, Afficher la correction de dérive si nécessaire, Confirmer l'écartement et le point de fin de vent arrière, Corriger la trajectoire si nécessaire pour maintenir l'écartement constant, Configurer l'avion, en configuration approche le plus tôt possible: ceci permet une plus grande disponibilité au cours de l'éloignement, En vent arrière, déterminer le point sol de début de finale et l'altitude attendue en fin d'étape de base.	
VENT	L'effet du vent traversier est annulé par application de la correction de dérive évaluée au cours de la montée initiale, pour assurer un segment parallèle à l'axe de piste. Le contrôle visuel de la trajectoire parallèle à la piste permet de valider ou adapter la correction.	

ELOIGNEMENT

<table>
<tr><th></th><th>BASIQUE</th><th>PERFECTIONNEMENT</th></tr>
<tr><td rowspan="2">OBJECTIFS</td><td colspan="2">S'éloigner d'une distance suffisante pour permettre de se positionner en étape de base. La branche d'éloignement débute au travers du point d'aboutissement souhaité (point cible).</td></tr>
<tr><td>• Tenue de cap en palier par prise de repères extérieurs,
• Visualisation de l'angle sous lequel la piste est observée en fin d'éloignement,
• Acquisition des repères et du coup d'oeil.
• La tenue de trajectoire est prioritaire sur le changement de configuration et le message radio.</td><td>• Prise en compte de l'effet du vent pour assurer la qualité de l'interception de l'axe et du plan d'approche finale.
• Prise en compte de toutes les informations disponibles (chronomètre, repères extérieurs) pour affiner l'analyse de la trajectoire.</td></tr>
<tr><td>VENT</td><td colspan="2">L'effet du vent traversier est corrigé de la valeur de la dérive pour assurer une branche d'éloignement parallèle à l'axe de piste.</td></tr>
<tr><td>CONTRÔLES</td><td colspan="2">Le contrôle de l'éloignement se fait prioritairement en conservant la vue de la piste et de repères extérieurs.
A la valeur nominale de l'écartement, la piste est vue en fin d'éloignement sous un angle de 45° vers l'arrière.
 
</td></tr>
</table>

ETAPE DE BASE

<table>
<tr><th></th><th>BASIQUE</th><th>PERFECTIONNEMENT</th></tr>
<tr><td rowspan="2">OBJECTIFS</td><td colspan="2">Assurer la descente en configuration approche.

Visualiser le début du dernier virage pour assurer l'interception correcte de l'axe et du plan d'approche finale.</td></tr>
<tr><td>• Visualiser l'axe et le plan d'approche finale.
• Entraînement à l'analyse et à la prise de décision du dernier virage.</td><td>• Perfectionnement de l'analyse et de la prise de décision,
• La stabilisation de la trajectoire doit être acquise le plus tôt possible pour permettre une détection et une correction rapide et efficace des écarts.</td></tr>
<tr><td>EXECUTION</td><td colspan="2">Passant le point de fin de vent arrière virer vers l'étape de base,

Afficher la correction de dérive si nécessaire,

Visualiser le point de début de descente,

Passant ce point mise en descente (plan de 3°),

Visualisation du point d'interception de l'axe,

Virer et intercepter l'axe de la finale.</td></tr>
<tr><td>VENT</td><td colspan="2">L'effet du vent traversier est corrigé de la valeur de la dérive pour assurer la branche d'étape de base perpendiculaire à l'axe de la piste.

La mise en dernier virage sera anticipée ou retardée en fonction du vent effectif subi en étape de base.</td></tr>
</table>

APPROCHE FINALE

<table>
<tr><th></th><th>BASIQUE</th><th>PERFECTIONNEMENT</th></tr>
<tr><td rowspan="2">OBJECTIFS</td><td colspan="2">Assurer un segment stabilisé au plus tard à l'objectif de stabilisation (vitesse, configuration, axe et plan, check-list) pour aborder l'atterrissage dans de bonnes conditions et garantir un atterrissage dans la zone de touché.</td></tr>
<tr><td>• Visualisation de l'axe et du plan d'approche finale
• Entraînement à l'analyse et à la prise de décision.
• Familiarisation au transfert d'énergie pour le contrôle du plan d'approche.</td><td>• Perfectionnement de l'analyse et de la prise de décision.
• La stabilisation doit être acquise le plus tôt possible.</td></tr>
<tr><td>EXECUTION</td><td colspan="2">Configurer l'avion. Ce passage en configuration atterrissage peut intervenir durant le dernier virage pour respecter l'objectif de stabilisation (dans certaines situations de tour de pistes contraints, rien n'interdit la configuration en étape de base sous réserve d'observer les inclinaisons opérationnelles).
Afficher la correction de dérive si nécessaire.
Conduire l'approche conformément aux leçons précédentes.
Stabiliser les éléments de trajectoire (axe et plan), de configuration (traînées, vitesses) et terminer la check-list au plus tard au plancher de stabilisation.
Au plancher de stabilisation, le pilote prend la décision de poursuivre ou non l'approche finale. Cependant, à tout moment la décision de remettre les gaz peut être prise (critères de stabilisation perdus, défaut d'autorisation, obstacle sur la piste, turbulence, vent etc.).</td></tr>
<tr><td>VENT</td><td colspan="2">Une correction de dérive est appliquée pour tenir compte de l'effet du vent traversier, afin d'assurer une finale dans l'axe de piste.
La vitesse, majorée du kVe, permet de tenir compte du vent effectif.</td></tr>
<tr><td>CONTRÔLES</td><td colspan="2">Le circuit visuel du pilote se porte sur la tenue de l'axe, du plan et de la vitesse indiquée.
Les outils à la disposition du pilote sont :
• cohérence vitesse sol / vario,
• immobilité apparente du point d'aboutissement,
• aides visuelles.
En finale, les écarts d'axe sont annulés par des corrections de cap effectuées à faible inclinaison (< 20°) et adaptées à la valeur de l'écart. Au cours de ces manœuvres, l'efficacité des corrections dépend de la qualité de la coordination autour des trois axes.</td></tr>
</table>

TOUR DE PISTE ADAPTÉ

Certaines contraintes peuvent amener à adapter le circuit rectangulaire.

Ces contraintes peuvent être (liste non exhaustive) :

- Circuit publié particulier,
- Visibilité réduite,
- Obstacles,
- Nuisances,
- Plafond,
- Pannes ou incidents,
- Demande ATC ,
- Trafics environnants,
- Vol de nuit ,
- Contraintes d'espaces aériens.

En fonction des circonstances, la trajectoire pourra être raccourcie (ex: contraintes météo) ou rallongée (ex: pour permettre le traitement d'une panne).

Adaptation de l'écartement de la vent arrière

- La branche vent arrière reste parallèle à la piste,
- Le point de descente sera adapté,
- Le raccordement de l'axe de piste et de la vent arrière peut être réalisé par un virage continu à inclinaison inférieure à 25°.

Adaptation de la hauteur

La limite basse retenue est 300 AAL sol, entre 300 ft et 600 ft sol la technique du TdP basse hauteur est employée, elle est traitée au chapitre suivant. En montée initiale le 1er virage n'interviendra qu'après avoir atteint 100 ft sol et pas avant la fin de piste. En dehors d'une altitude publiée, la limite haute retenue par l'ENAC est de 1500 ft AAL.

Adaptation de l'éloignement

Dans le cas d'un tour de piste raccourci, la longueur minimum de la finale est conditionnée par la capacité d'être stabilisé à l'objectif de stabilisation. Le passage en configuration atterrissage peut intervenir durant le dernier virage pour respecter l'objectif de stabilisation.

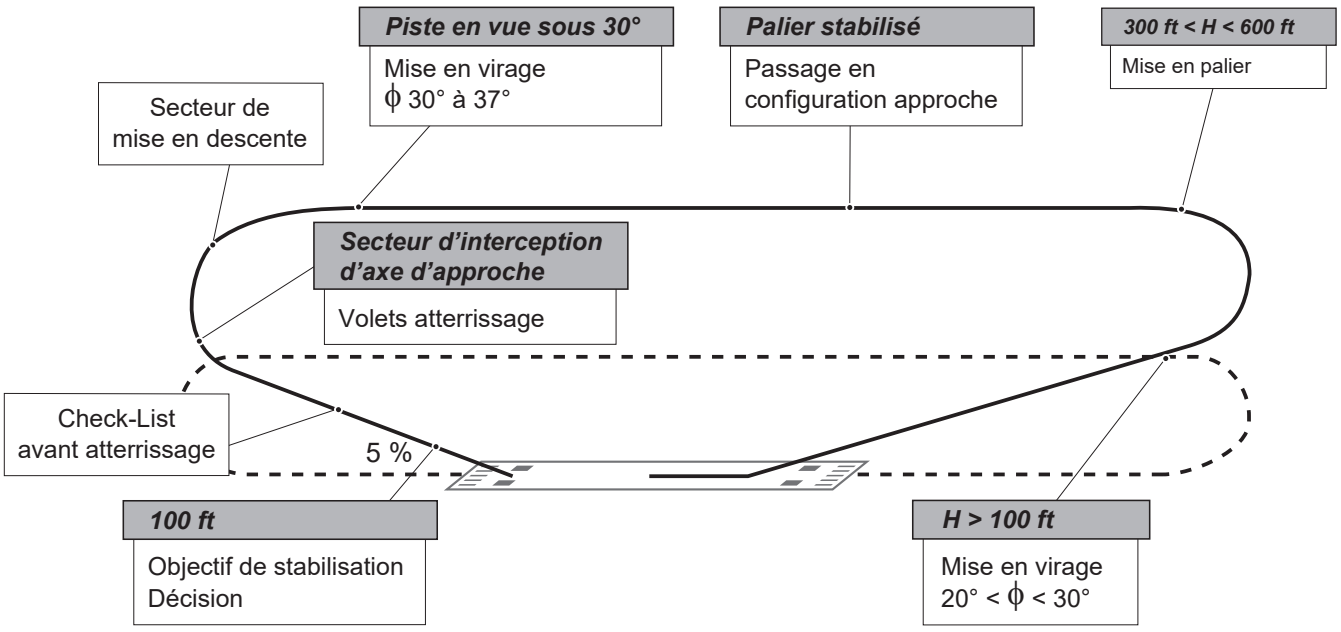
Tour de piste avec trajectoires imposées

Sur certains aérodromes un circuit de piste est publié. Ces trajectoires imposées doivent être suivies (trace sol et/ou altitude). La descente en vue de l'interception du plan d'approche sera initialisée en fonction de ces contraintes. Une attention particulière devra être portée à l'étude de la fiche d'aérodrome pour déterminer le point de mise en descente. Le plan d'approche pourra être majoré en fonction de ces contraintes.

LE CIRCUIT D'AÉRODROME A BASSE HAUTEUR

Type de circuit d'aérodrome à utiliser en cas de plafond bas, visibilité réduite, incident après décollage nécessitant un retour rapide au sol.

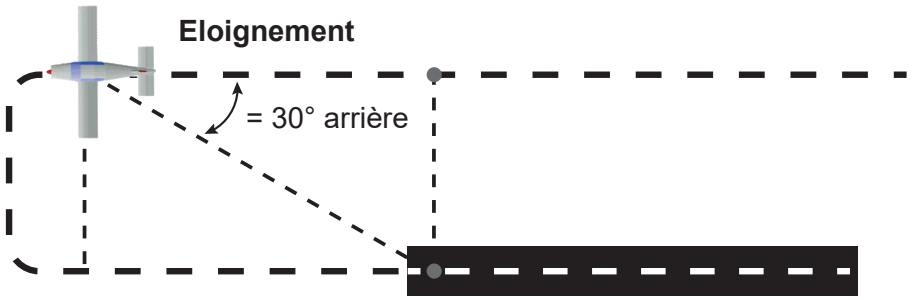
	BASIQUE	PERFECTIONNEMENT
OBJECTIFS	Développer la qualité manœuvrière, l'adresse, le coup d'œil et la vélocité.	
	• Maîtrise de la trajectoire à proximité du sol et de la piste. • Apprentissage de manœuvres dans un volume d'évolution réduit en cas de dégradation météo ou après un incident au décollage. • Anticipation et coordination des manœuvres.	• Tenir rigoureusement les paramètres de vol prévus. • Préciser les paramètres relatifs à l'anticipation et à la coordination des manœu-vres. • Perfectionner le séquencement rapide des actions.



VENT ARRIERE

	BASIQUE	PERFECTIONNEMENT
OBJECTIFS	Réaliser un segment parallèle à l'axe de la piste et à proximité de celle-ci pour assurer le positionnement correct de la branche d'éloignement et de l'approche finale.	
	• Visualisation de l'écartement approprié par prise de repères extérieurs et tenue de cap. • Tenue d'altitude et de vitesse. • Changement de configuration en palier pour les avions qui décollent volets 0°.	• Préciser les paramètres relatifs au vent subi et les intégrer dans la gestion de la trajectoire à venir.
VENT	L'effet du vent traversier sur la vent arrière est corrigé de la dérive pour assurer un segment parallèle à l'axe de piste.	

ELOIGNEMENT

	BASIQUE	PERFECTIONNEMENT
OBJECTIFS	• Tenue de cap en palier et prise de repères extérieurs. • Visualisation de l'angle sous lequel la piste est observée en fin d'éloignement. • Acquisition des repères et du coup d'oeil.	• Prise en compte de l'effet du vent pour assurer la qualité de l'interception future de l'axe et du plan. • Prise en compte de toutes les informations disponibles (repères extérieurs) pour affiner l'analyse de la trajectoire.
VENT	L'effet du vent traversier est corrigé de la valeur de la dérive pour assurer une branche d'éloignement parallèle à l'axe de piste.	
CONTRÔLES	Le contrôle de l'éloignement se fait en conservant la vue de la piste et des repères extérieurs.  Le chronométrage peut être un bon outil pédagogique pour visualiser initialement la valeur de l'éloignement, qui est de l'ordre de 30 secondes sans vent à 500 ft. • Formule de calcul du temps d'éloignement (H en ft) : H / 10 x Fb = X sec. **L'objectif final étant de réaliser un TdP sans chronométrage, par repérage au sol.**	

DERNIER VIRAGE

	BASIQUE	PERFECTIONNEMENT
OBJECTIFS	Venir intercepter le plan et l'axe d'approche finale.	
	• Tenue de virage. • Adaptation de l'inclinaison en fonction des repères extérieurs observés. • Visualisation et interception de l'axe et du plan d'approche finale.	• Prise en compte de l'effet du vent pour assurer la qualité de l'interception de l'axe et du plan d'approche finale. • prise en compte de toutes les informations disponibles (repères extérieurs) pour affiner les corrections d'assiette et d'inclinaison.
EXECUTION	L'inclinaison est choisie entre 30° et 37° en début de virage pour être diminuée au fur et à mesure de celui-ci selon la proximité de l'axe et du plan d'approche. La puissance est ajustée pour maintenir la vitesse d'évolution. • La mise en descente s'effectue en fonction de la hauteur en vent arrière et à l'interception du plan (environ à la mise en virage pour une vent arrière à 600 ft, en fin de virage pour 300 ft). • Si la mise en descente s'effectue en cours de virage, la puissance est réajustée pour maintenir la vitesse d'évolution. • La sortie des volets atterrissage intervient dans le secteur de mise en descente en respectant les limitations opérationnelles. • Adapter la vitesse à la diminution de l'inclinaison et à la sortie des volets.	
VENT	L'effet du vent est corrigé en adaptant l'inclinaison, limitée à 37°.	
CONTRÔLES	Le contrôle s'effectue visuellement en recherchant dès que possible le contact visuel avec la piste et le point d'aboutissement pour apporter les corrections nécessaires.	

APPROCHE FINALE

<table>
<tr><th></th><th>BASIQUE</th><th>PERFECTIONNEMENT</th></tr>
<tr><td rowspan="2">OBJECTIFS</td><td colspan="2">Assurer un segment stabilisé (vitesse, configuration, axe et plan, check-list terminée) à 100 ft au plus tard pour aborder l'atterrissage dans de bonnes conditions et garantir un atterrissage dans la zone de toucher.</td></tr>
<tr><td>• Visualisation de l'axe et du plan d'approche finale sous des angles différents.
• Entraînement à la rapidité de l'analyse et des décisions.
• Familiarisation au transfert d'énergie pour le contrôle du plan d'approche.</td><td>• Perfectionnement de la rapidité d'analyse et de décision.
• La stabilisation doit être acquise le plus tôt possible.</td></tr>
<tr><td>EXECUTION</td><td colspan="2">Stabiliser les éléments de trajectoire (axe et plan), de configuration (traînées, vitesse) et terminer la check-list à 100 ft au plus tard. L'approche doit être interrompue au plus tard à 100 ft si l'un des critères de stabilisation n'est pas acquis. Cependant, à tout moment, la décision de remettre les gaz peut être prise (critère de stabilisation perdu, défaut d'autorisation, obstacles sur la piste, turbulence, vent, etc.).</td></tr>
<tr><td>VENT</td><td colspan="2">Une correction de dérive est appliquée pour tenir compte de l'effet du vent traversier, afin d'assurer une finale dans l'axe de piste.

La vitesse, majorée du kVe, permet de tenir compte du vent effectif.</td></tr>
<tr><td>CONTRÔLES</td><td colspan="2">Le circuit visuel du pilote se porte sur la tenue de l'axe, du plan et de la vitesse indiquée.

Les outils à la disposition du pilote sont :
• cohérence vitesse sol/vario,
• immobilité apparente du point d'aboutissement,
• aides visuelles.

En finale, les écarts d'axe sont annulés par des corrections de cap effectuées à faible inclinaison (< 20°) et adaptées à la valeur de l'écart. Au cours de ces manœuvres, l'efficacité des corrections dépend de la qualité de la coordination.</td></tr>
</table>

2° PLAN DE LA LEÇON

BRIEFING	
Objectif	Adapter la trajectoire autour d'un aérodrome en fonction des conditions météorologiques, de trafic et d'environnement pour rejoindre le plan d'approche.
Préparation	L'approche finale, l'approche interrompue, l'atterrissage, la radiocommunication, les circuits d'aérodrome, effet du vent sur les trajectoires sol.
Organisation	Il s'agit d'une synthèse de la progression. L'élève est à un stade où il peut tout faire à l'issue de la perception. Les aspects du circuit d'aérodrome seront vus en plusieurs séances.

LEÇON EN VOL : 1° CIRCUIT D'AERODROME RECTANGULAIRE	
Perception	Effectuer un circuit rectangulaire complet en décrivant les différentes branches en intégrant l'effet du vent, les différentes tâches à accomplir ainsi que leur hiérarchisation (priorité au pilotage par rapport à la radio...). Insister sur l'écartement par rapport à la piste, l'éloignement par rapport au point d'aboutissement souhaité (point cible), la mise en descente et l'interception de l'axe, du plan en finale et de la vitesse avant l'objectif de stabilisation. A l'objectif de stabilisation annoncer la décision d'atterrissage ou d'approche interrompue.
Actions	Guider l'élève au cours de l'exécution de circuits rectangulaires. Dans un premier temps, seuls le pilotage de l'avion et la maîtrise des trajectoires sont pris en compte. L'instructeur assure la sécurité, les check-lists et la radio. Au fur et à mesure que l'aisance s'améliore l'élève prend en charge des tâches supplémentaires. Faire conclure par des touchers ou par des approches interrompues.
Exercice(s)	Demander à l'élève d'effectuer des circuits d'aérodrome en respectant la trajectoire sol. En finale, demander la stabilisation de l'axe, du plan et de la vitesse au plus tard à l'objectif de stabilisation. A l'objectif de stabilisation, faites annoncer la décision d'atterrissage ou d'approche interrompue.

LEÇON EN VOL : 2° CIRCUIT D'AERODROME A BASSE HAUTEUR	
Perception	Montrer à l'élève un circuit d'aérodrome à basse hauteur entre 300 et 600 ft. Expliquer l'intérêt de savoir exécuter ce type de circuit d'aérodrome (météo ou technique), expliquer que le premier virage s'effectue à 100 ft minimum et, au delà de l'extrémité de piste. Passer en vent arrière et intégrer la correction due au vent traversier. Montrer l'éloignement de façon à visualiser le point cible sous un angle d'environ 30° par rapport à l'axe de piste. Montrer que l'on peut décomposer le dernier virage en 3 phases: **1°** mise en virage à 37° d'inclinaison maximum à vitesse constante (nécessité d'un apport de puissance), **2°** piste en vue aller chercher le plan et l'axe. Dès que l'inclinaison est compatible avec les limitations opérationnelles, adopter la configuration atterrissage. Gérer la puissance de façon à aller chercher la VI (Vref) au plus tôt **3°** intercepter l'axe et décélérer vers la vitesse retenue pour l'atterrissage. L'avion doit être stabilisé à une hauteur minimum de 100 ft, check-list « avant atterrissage » effectuée.
Actions	Guider l'élève lors de circuits d'aérodrome à basse hauteur.
Exercice(s)	Demander à l'élève d'effectuer des circuits d'aérodrome à basse hauteur. A l'occasion de déplacements sur divers aérodromes, créer des situations fictives conduisant à une prise de décision nécessitant ce type de circuit.

BILAN	
Analyse	LEÇON ASSIMILEE, NIVEAU PPL : l'élève effectue-t-il toutes les séquences correctement ? Parvient-il à hiérarchiser les tâches et à effectuer le « bon choix » dans les priorités ? Se positionne-t-il dans le circuit en tenant compte systématiquement du vent et du trafic ? Est-il suffisamment disponible pour utiliser correctement la radio ? NIVEAU CPL : altitude en vent arrière + ou - 100 ft en correction vers l'écart nul (+ ou - 50 ft en circuit à basse hauteur). Vitesse + 5 kt - 0 kt en correction vers l'écart nul. Stabilisation sur l'axe et sur le plan à l'objectif de stabilisation au plus tard (100 ft pour le circuit à basse hauteur).
Programme	Préparer la leçon suivante : « Décrochage et retour au vol normal ».

3° COMMENTAIRES

Le circuit d'aérodrome est la synthèse de tous les apprentissages antérieurs. Les séances sont difficiles pour l'élève parce qu'elles sont à charge de travail maximum. L'instructeur augmentera graduellement cette charge de travail en fonction de l'évolution de la disponibilité de l'élève.

Cette phase d'apprentissage est éprouvante pour l'instructeur qui doit gérer de nombreux guidages de façon très dense en tenant compte du trafic et de la sécurité en général.

Attention à la saturation en fin de journée et au train rentrant lorsque la routine s'installe !

Le guidage verbal doit être concis et ne pas interférer avec des actions en cours. Ces guidages doivent intervenir entre les messages radio pour une meilleure compréhension de l'élève et éviter la fatigue auditive.

Sensibiliser l'élève sur le respect des trajectoires et des consignes publiées sur les cartes d'aérodromes.

ERREURS FREQUENTES

DE L'ELEVE

- Mauvais écartement.
- Pas de prise en compte du vent traversier dans les différents segments.
- Eloignement insuffisant.
- A la mise en descente le couple Vi/Vz est mal stabilisé.
- Mise en descente tardive.
- Mauvaise adaptation de l'inclinaison pour rejoindre l'axe.
- Sortie des volets atterrissage tardive.
- Trajectoire non stabilisée à l'objectif de stabilisation (ou 100 ft pour les circuits à basse hauteur).

SECURITE ET FACTEURS HUMAINS

Assurer l'anti-abordage tout le long du circuit et notamment avant chaque virage ou changement de segment.

L'attention doit être divisée entre le pilotage, la surveillance visuelle et auditive.

Le circuit d'aérodrome à basse hauteur est exécuté lors d'une situation d'urgence (problème technique ou météo) et ne doit pas donner lieu à des évolutions précipitées ou« acrobatiques » qui aggraveraient la situation.

PAGE

LAISSEE

INTENTIONNELLEMENT

BLANCHE

VIRAGE ENGAGÉ

OBJECTIF :

- Détecter une situation de virage engagé. Effectuer la procédure de sortie de virage engagé.

1° PREPARATION

VIRAGE ENGAGE





• Au cours d'un virage non maitrisé, il est nécessaire de détecter immédiatement toutes variations d'assiette à piquer.
En effet, l'avion peut s'engager dans une spirale « virage engagé » dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Augmentation importante de l'inclinaison.
- Augmentation de l'assiette à piquer.
- Et surtout une augmentation rapide de la vitesse.

Tout ceci risque d'entrainer une sortie du domaine de vol (dépassement de la VNE et/ou du facteur de charge limite).

Note : *en virage engagé, le vol est le plus souvent symétrique et le facteur de charge est égal ou proche de 1.*

Aussitôt le virage engagé détecté, il faut agir rapidement :

1° réduire complètement la puissance
2° annuler l'inclinaison.
3° revenir à l'assiette de palier par une ressource souple.
4° attendre la vitesse de croisière avant de remettre progressivement la puissance.

Note : *en cas de visibilité médiocre, l'indicateur de virage est une aide fiable pour aider à sortir du virage engagé.*

2° PLAN DE LA LEÇON

BRIEFING	
Objectif	Détecter une situation de virage engagé et effectuer la procédure de sortie de virage engagé.
Préparation	Révision des virages en palier et en descente, l'inclinaison, le facteur de charge.
Organisation	Débuter la perception à une hauteur minimale de sécurité (adapter l'exercice pour obtenir une sortie à 1000 ft sol minimum).

LEÇON EN VOL	
Perception	**Montrer** à l'élève les situations favorables au virage engagé et comment le reconnaître. **Montrer** l'évolution rapide des éléments: vitesse, Régime moteur, Vz, altitude et facteur de charge. **Montrer** la procédure de sortie du virage engagé.
Actions	Mettre l'avion en virage engagé puis guider l'élève dans l'application immédiate de la procédure de sortie.
Exercice(s)	Mettre l'avion en virage engagé et demander à l'élève d'appliquer la procédure de sortie.

BILAN	
Analyse	LEÇON ASSIMILEE : l'élève est-il capable d'identifier une situation de virage engagé ? Exécute-t-il les bonnes actions lors de sortie de virage engagé ? NIVEAU PPL : l'élève effectue-t-il spontanément toutes les manœuvres lorsque la situation l'exige?
Programme	Préparer la leçon:« Décollages et montées particuliers ».

3° COMMENTAIRES

La perception des difficultés de ces manœuvres sera abordée progressivement.

Les virages engagés fatiguent rapidement l'élève. Il faut donc étaler ces apprentissages sur plusieurs séances de vol et interrompre ces derniers dès le moindre signe de fatigue.

- Conduite moteur: faire attention à ne pas dépasser le régime moteur maximum.
- Étude: débuter l'exercice à la vitesse d'attente pour avoir le temps d'observer les variations, de vitesse, de régime, de vz et d'altitude.

ERREURS FREQUENTES

DE L'ELEVE

- Non respect de l'ordre des manœuvres de sortie.

DE L'INSTRUCTEUR

« Compilation » de toutes les situations UPRT et leurs procédures de sortie amenant une confusion pour le stagiaire.

SECURITE ET FACTEURS HUMAINS

Le pilote doit maîtriser ces types d'exercice car ils peuvent intervenir directement sur la sécurité des vols futurs.

Les exercices doivent être débutés à une hauteur en accord avec le manuel de sécurité de l'ATO concerné.

L'instructeur veillera à ce que la vitesse de début d'exercice permette une accélération sans dépassement des limitations avion.

PANNES EN PHASE DE DÉCOLLAGE

OBJECTIF :

- Adapter les actions de pilotage et mettre en œuvre des procédures en situation de panne pouvant se produire pendant la phase de décollage.

PREAMBULE

La leçon concernant les pannes au décollage est atypique. Les différents éléments constitutifs ne peuvent évidemment pas être traités en une seule fois et la leçon présentée dans le guide est un canevas générique.

L'apprentissage des situations anormales et d'urgence s'inscrit dans la durée, il se construit vol après vol, avant chaque leçon, à l'occasion du départ de l'aérodrome, l'instructeur sensibilise son stagiaire sur les procédures à mettre en place en cas de situation anormale pendant les phases de décollage. Il mettra l'accent sur la qualité du briefing avant décollage, sur la détection des anomalies et l'adéquation des réaction du pilote.

Les exercices de synthèse devront permettre une adaptation du stagiaire à des situations et des environnements nouveaux.

1° PREPARATION

ARRET DU DECOLLAGE AVANT LA ROTATION

C'est interrompre le décollage lorsqu'une anomalie est détectée avant la rotation. Les évènements peuvent être les suivants (liste non exhaustive) :

- Alarme visuelle, anomalie GMP, feu, vibrations, éclatement d'un pneu, collision avec un oiseau, déverrouillage de la porte, anémomètre bloqué.....ou panne moteur franche.

La décision d'arrêter le décollage sur une piste courte en cas de panne mineure doit tenir compte de la longueur de bande disponible pour le freinage.

Il convient d'adapter l'intensité du freinage à la longueur de piste disponible et à l'urgence qui a nécessité l'arrêt décollage.

Au fur et à mesure de la décélération la portance diminue et le poids appliqué sur le train principal augmente :

- à vitesse élevée le freinage doit être modéré et peut être amplifié pendant la décélération,
- le freinage doit être continu sans a-coups ni pompage.

Lorsque le poids appliqué sur le train principal est maximum :

- l'efficacité du freinage est augmentée,
- le risque de blocage de roue est réduit.

Cela est vrai lorsque la portance est minimale et que le transfert de masse vers l'avant induit par la décélération est contré par le pilote.

Sur avion léger à hélice et train tricycle ceci est obtenu en positionnant le manche secteur arrière au fur et à mesure de l'intensification du freinage.

Sur avion à train classique le positionnement du manche doit être secteur arrière dès le début dufreinage.

INCIDENT MINEUR LORS DE LA MONTEE INITIALE

Si un évènement nécessitant le retour au sol intervient lors de cette phase, alarme visuelle, anomalie GMP, panne d'anémomètre, vibrations...

La panne étant mineure, la priorité reste au pilotage de l'avion puis à la gestion de la trajectoire et à la communication.

Quand la trajectoire est sécurisée (altitude, vitesse, obstacles…), la procédure consiste à dérouler un processus décisionnel complet (FORDEC, ABDI…). Adapter alors la gestion du vol en fonction de la panne détectée (Gérer la vitesse par l'intermédiaire des préaffichages en cas de panne d'anémomètre par exemple).

PANNE MOTEUR APRES DECOLLAGE

Prendre l'assiette de descente moteur réduit.

Le changement de trajectoire pour éviter les obstacles importants, se fait en fonction de l'inclinaison permise et de la hauteur restante.

Ensuite appliquer la procédure du manuel de vol« Panne après décollage ».

Le demi-tour pour tenter de rejoindre la piste est à proscrire, la hauteur étant en général insuffisante.

2° PLAN DE LA LEÇON

BRIEFING	
Objectif	Adapter les actions de pilotage et mettre en oeuvre des procédures en situation de panne pouvant se produire pendant la phase de décollage.
Préparation	Facteur de charge en virage et vitesses d'évolution. Les différentes pannes en phase de décollage et les procédures associées.
Organisation	Exercices à conduire sur une piste longue et à répartir sur plusieurs séances de vol.

LEÇON EN VOL : 1° PANNE AVANT LA ROTATION	
Perception	**Montrer** la description de la procédure dans le manuel de vol. Lors de décollages, annoncer une panne fictive d'un système ou une panne moteur simulée et montrer la procédure d'arrêt décollage conformément au manuel de vol. Faire noter la distance totale nécessaire.
Actions	Lors de décollages, annoncer une panne fictive et guider l'élève pour la réalisation d'arrêts décollages.
Exercice(s)	Simuler ou annoncer des pannes fictives auxquelles l'élève répondra par l'exécution de la procédure complète d'arrêt décollage.

LEÇON EN VOL : 2° PANNE APRES LA ROTATION	
Perception	**Montrer** la description de la procédure « panne après décollage » dans le manuel de vol. Il peut être intéressant de simuler cette panne en secteur à une hauteur suffisante, en montée sur un axe et à la Vi de montée, pour montrer la hauteur perdue dans l'exécution du ½ tour qui serait nécessaire pour se poser à contre QFU. Lors de montées initiales, annoncer une panne fictive d'un système ou une panne moteur simulée et montrer la procédure conformément au manuel de vol. Panne mineure : montrer la gestion de la panne et le processus décisionnel. Panne moteur franche : effectuer la procédure décrite dans le manuel de vol.
Actions	**Guider** l'élève dans la réalisation de procédures « panne après décollage » lors de simulations de pannes mineures et de pannes moteur franches.
Exercice(s)	**Demander** à l'élève d'exécuter des procédures de pannes fictives mineures ou majeures lors des phases de montées initiales après décollage. Si la piste est suffisamment longue, l'instructeur peut mettre à profit une approche interrompue pour simuler une panne moteur franche. De cette façon, l'élève pourra conduire la procédure à son terme c'est à dire le retour au sol sur la piste.

BILAN	
Analyse	LEÇON ASSIMILEE : toutes les possibilités ont-elles été évaluées et les mécanismes sont-ils intégrés ? L'élève réagit-il spontanément et correctement à l'apparition d'une panne ?
Programme	**CETTE LEÇON DOIT ETRE PARFAITEMENT ASSIMILEE EN VUE DE L'ETAPE SUIVANTE : LE PREMIER VOL EN SOLO.**

3° COMMENTAIRES

Le premier vol en solo ne peut être envisagé que si l'élève est suffisamment entraîné aux pannes pouvant survenir dans la phase de décollage.

ERREURS FREQUENTES

DE L'ELEVE

- Malgré l'annonce d'une panne avant le décollage, poursuite de la phase de décollage.
- Tenter un demi-tour.
- Non respect de la vitesse d'évolution.
- Privilégier les check-lists au détriment de la trajectoire.

DE L'INSTRUCTEUR

- Mise en place d'un exercice en montée initiale sans tenir compte de l'environnement.

SECURITE ET FACTEURS HUMAINS

Lors des simulations de panne annoncer « Pour exercice... » à l'élève comme au contrôle pour éviter le déclenchement d'une procédure réelle face à une situation fictive.

La bonne connaissance des procédures et la préparation face à ces situations favorisent la maîtrise du stress et la sécurité des vols.

Les simulations doivent être organisées en tenant compte des performances (longueur de piste disponible) et de l'environnement (obstacles).

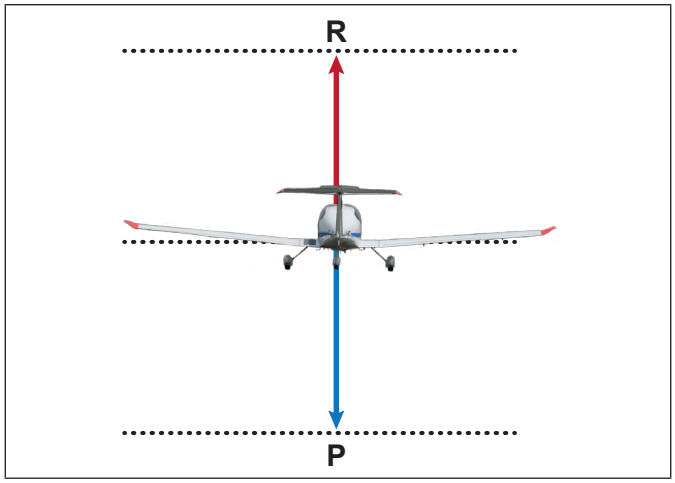
VIRAGE À GRANDE INCLINAISON

OBJECTIF :

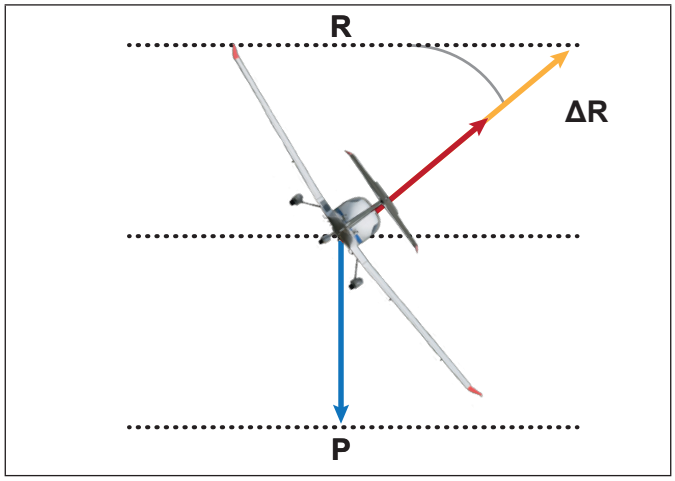
- Stabiliser des virages a 45° d'inclinaison en palier et en descente.

1° PREPARATION

VIRAGE A GRANDE INCLINAISON









Un virage est dit à grande inclinaison lorsque celle-ci est égale ou supérieure à 45°.

Ce virage sert principalement à répondre à des situations d'urgence ou à améliorer les capacités manœuvrières d'un pilote.

La marge de sécurité caractérisant les inclinaisons opérationnelles ne s'applique pas.

A ce titre il est primordial que la réalisation se fasse par visualisation des repères extérieurs, les références instrumentales ne sont qu'informatives.

En virage, la portance doit être supérieure au poids pour conserver une pente de trajectoire constante. Ce rapport Portance/poids nous donne un facteur de charge > 1 qui entraîne une augmentation de la vitesse de décrochage (voir leçon « Le vol lent »).

A 45°d'inclinaison, le facteur de charge est égal à 1,4 et la vitesse de décrochage est majorée de 19%.

A 60° d'inclinaison le facteur de charge est égal à 2 et la vitesse de décrochage est majorée de 40% (voir la leçon « Décrochage et retour au vol normal »). Faire noter les vitesses minimales d'évolution en fonction de l'inclinaison.

Le pilote doit avoir une action à cabrer pour afficher et maintenir l'assiette nécessaire au vol à pente constante. L'effort au manche est proportionnel au facteur de charge.

Par ailleurs, les couples gyroscopiques seront plus importants (voir leçon « Virages à moyenne inclinaison »).

2° PLAN DE LA LEÇON

BRIEFING	
Objectif	Stabiliser des virages à 45° d'inclinaison en palier et en descente.
Préparation	Révision des virages en palier et en descente, l'inclinaison, le facteur de charge, la vitesse de décrochage.
Organisation	Débuter la perception à une hauteur minimale de sécurité. Si l'inclinaison de référence en test FCL est limité à 45°, les éducatifs doivent intégrer des inclinaisons allant jusqu'à 60° (pour autant que l'avionique de l'avion concerné le permette) pour développer l'aisance du stagiaire.

LEÇON EN VOL : VIRAGE A GRANDE INCLINAISON EN PALIER ET EN DESCENTE	
Perception	En partant du vol en croisière, montrer les inclinaisons de 45° et 60°, l'assiette à afficher pour maintenir le palier et l'ajout de puissance qui peut être nécessaire pour se préserver du décrochage au-delà d'une certaine inclinaison (dépendant du type d'avion et de ses performances). En virage stabilisé, montrer le circuit visuel et son rythme. En sortie de virage, montrer l'anticipation, la variation d'assiette pour maintenir le palier et le retour à la puissance d'origine, le cas échéant.
Actions	**Guider** l'élève dans l'exécution de virages à 45° et à 60° d'inclinaison en palier puis en descente. Faire noter l'importance de l'effort sur la commande de profondeur. Faire noter les variations d'effort lors des corrections d'assiette. Insister sur le circuit visuel et sur la prépondérance des informations extérieures. **Guider** l'élève pour l'anticipation et la sortie du virage.
Exercice(s)	**Demander** à l'élève des virages à grande inclinaison. Demander des manœuvres à grande inclinaison sur simulation de situations d'urgence.

BILAN	
Analyse	LEÇON ASSIMILEE : l'élève est-il capable d'effectuer correctement des virages à grande inclinaison? Exécute-t-il les bonnes actions lors de sortie de virage engagé ou de décrochage ? NIVEAU PPL : l'élève effectue-t-il spontanément toutes les manoeuvres lorsque la situation l'exige ?
Programme	Préparer la leçon:« Décollages et montées particuliers ».

3° COMMENTAIRES

La perception des difficultés de ces manœuvres sera abordée progressivement.

Les virages à grande inclinaison fatiguent rapidement l'élève. Il faut donc étaler ces apprentissages sur plusieurs séances de vol et interrompre ces derniers dès le moindre signe de fatigue.

ERREURS FREQUENTES

DE L'ELEVE

- Mauvaise maîtrise de l'assiette en virage pouvant conduire au virage engagé,
- Pas d'apport de puissance,
- Mauvais contrôle de la symétrie,
- Mauvais dosage des corrections d'assiette en raison des efforts aux commandes,
- Mauvais contrôle de l'inclinaison qui induit des écarts en altitude ou en facteur de charge.

DE L'INSTRUCTEUR

- Focalise sur la parfaite réalisation d'un virage de 360° au détriment de l'efficacité opérationnelle (nécessaire dans le cadre d'un évitement).

SECURITE - FACTEURS HUMAINS

Le pilote doit maîtriser ces types d'exercice car ils peuvent intervenir directement sur la sécurité des vols futurs.

LE LÂCHER

OBJECTIF :

- Confirmer la capacité du pilote à effectuer seul a bord des évolutions aux abords d'un aérodrome.

1° PREPARATION

Cet évènement doit être abordé avec prudence et psychologie.

Le lâcher n'est pas une fin en soi, c'est une étape importante au plan de la formation du pilote et de l'individu.

Elle implique une bonne connaissance mutuelle entre l'instructeur et son l'élève

CONSIGNES POUR LE LACHER

REGLEMENTATION

- Âge requis.
- Certificat d'aptitude médicale.
- Autorisation écrite de l'instructeur habilité.
- Autorisation parentale si mineur non émancipé.

METEO

- Visibilité.
- Nébulosité.
- Vent et stabilité de la masse d'air.
- Prévision locale.

AVION

- Documents avion et manuel de vol.
- Vérification du bon fonctionnement de l'avion.
- Essence pour 2 heures minimum.
- Moyens de radionavigation réglés pour le retour sur l'aérodrome.

INFRASTRUCTURE

- Choix de l'heure.
- Trafic en circulation d'aérodrome (VFR + IFR).
- Connaissance de l'aérodrome.
- Aérodrome de secours accessible et connu.

CONSIGNE PILOTE

- Avion plus léger et centrage modifié.
- Programme complet du vol.
- Procédures d'urgence connues (panne radio volets..).
- API.
- Veille de l'instructeur à la radio.
- Collationnement des instructions.
- Gestion carburant.
- Turbulence de sillage.
- Changement de QFU.
- Atterrissage vent de travers.
- Pannes moteur.

SANTE DU PILOTE

- Prêt psychologiquement.
- Pas de traitement médical incompatible en cours.
- Pas d'activité particulière (plongée).

Liste non exhaustive laissée à l'appréciation de l'instructeur responsable de la formation.

ERREURS DE L'INSTRUCTEUR

- « Guidage » à la radio, (si la décision de laché est prise cela signifie que l'élève est apte à conduire le vol de manière autonome).
- Être influencé à la prise de décision par des éléments extérieurs (planning, volume d'heures…).

DÉCOLLAGES ET MONTÉES ADAPTÉS

OBJECTIF :

- Décoller d'une piste limitative. Décoller avec du vent traversier. Décoller sur un terrain meuble. Rejoindre au plus tôt une altitude donnée. Franchir des obstacles. Suivre une trajectoire anti-bruit.

PREAMBULE

La leçon concernant les décollages et montées adaptés est atypique. Les différents éléments constitutifs ne peuvent évidemment pas être traités en une seule fois et la leçon présentée dans le guide est un canevas générique.

L'apprentissage des différentes situations de décollage s'inscrit dans la durée, il se construit vol après vol, à l'occasion de départ d'aérodromes différents, entre autre pendant la phase de navigation, l'instructeur insistera sur l'analyse de la situation et la mise en place des réponses adéquates.

Le briefing comprenant l'analyse des menaces et la mise en œuvre des moyens d'atténuation prend ici une importance particulière

1° PREPARATION

DECOLLAGES ADAPTES

DECOLLAGE SUR PISTE LIMITATIVE

C'est le type de décollage qui est pris en compte pour déterminer les performances de décollage. (CS 23 51/53) c'est donc celui à utiliser lorsque la piste est limitative.

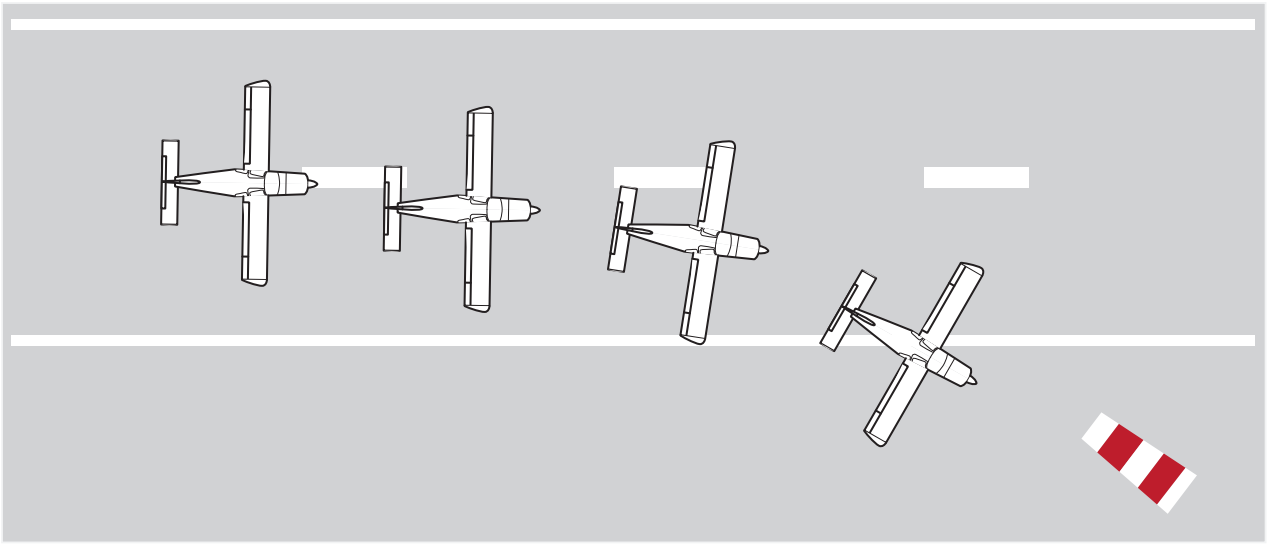
La principale différence avec le décollage normal est la mise en puissance sur freins. D'autres particularités peuvent être précisées suivant les types d'avion dans les manuels de vol respectifs (par exemple braquage des volets différent).

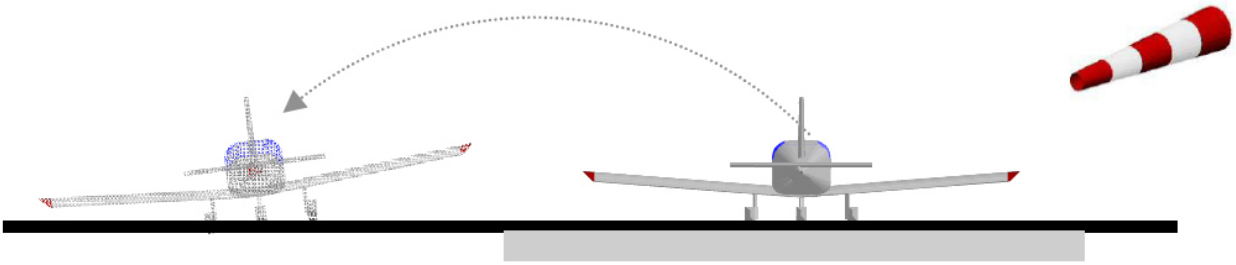
L'avion doit être aligné précisément ainsi que la roue de l'atterrisseur auxiliaire, pour conserver le maximum de longueur de piste disponible au décollage.

DECOLLAGE AVEC DU VENT TRAVERSIER

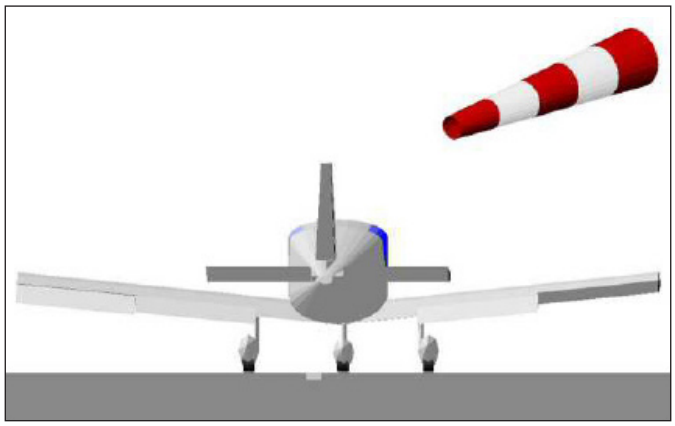
LES EFFETS

ORIENTATION DE L'AVION FACE AU VENT DU A L'EFFET DE GIROUETTE ET BASCULEMENT LATERAL DU A L'EFFET DIEDRE



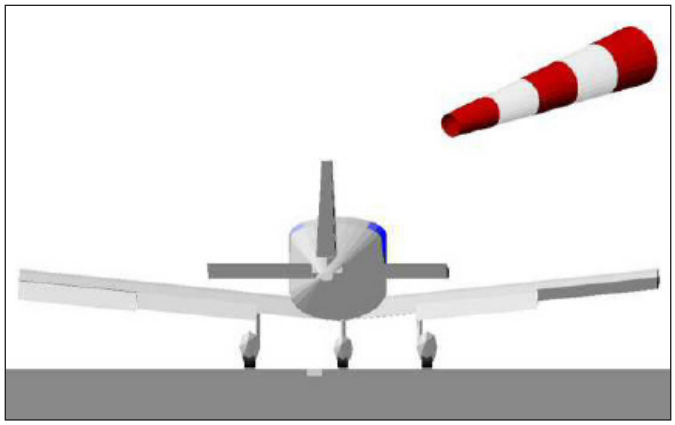


LA METHODE



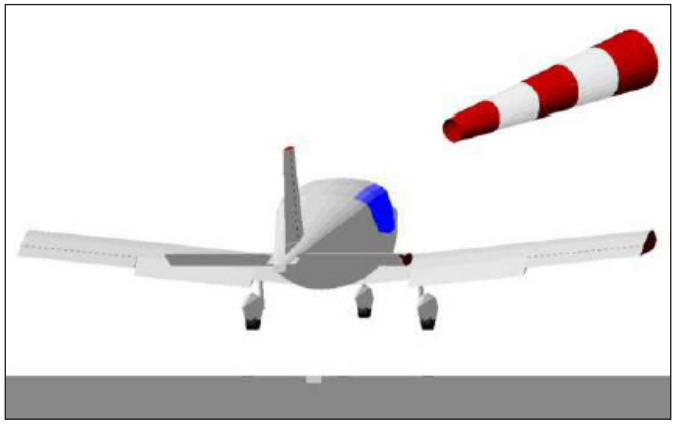
1° mise en puissance :

Pour maintenir l'axe, une action au palonnier côté opposé au vent sera nécessaire pour contrer l'effet de girouette et du manche dans le vent pour contrer l'effet dièdre.



2° accélération :

Le braquage important des gouvernes à l'alignement sur la piste doit décroître progressivement jusqu'à être faible au moment du décollage.



3° décollage :

Dès que l'avion quitte le sol, assurer le maintien de la symétrie du vol ce qui permettra à l'avion d'afficher naturellement la correction de dérive.

DECOLLAGE SUR UN TERRAIN MEUBLE

L'objectif consiste à faire décoller l'avion à la vitesse minimale de sustentation pour se dégager au plus vite de l'effet de freinage dû à l'état de la piste (boue, neige, herbe grasse).



Après alignement sur la piste, ne pas marquer d'arrêt mais appliquer la puissance de décollage immédiatement en maintenant le manche vers l'arrière pour éviter l'enlisement de l'atterrisseur avant.



Dès que la gouverne de profondeur le permet, afficher l'assiette permettant la meilleure accélération. L'avion va décoller de lui-même lorsque la vitesse sera suffisante.



Dès le décollage, prendre l'assiette permettant d'accélérer sans descendre.

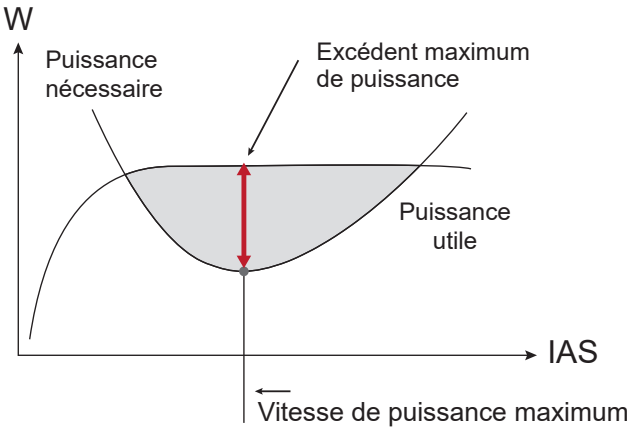


La vitesse de montée normale atteinte, poursuivre comme pour un décollage normal.

NOTA : *le manuel de vol décrit parfois la procédure qui doit être appliquée pour un décollage sur piste souple.*

MONTEES ADAPTEES

DETERMINATION THEORIQUE

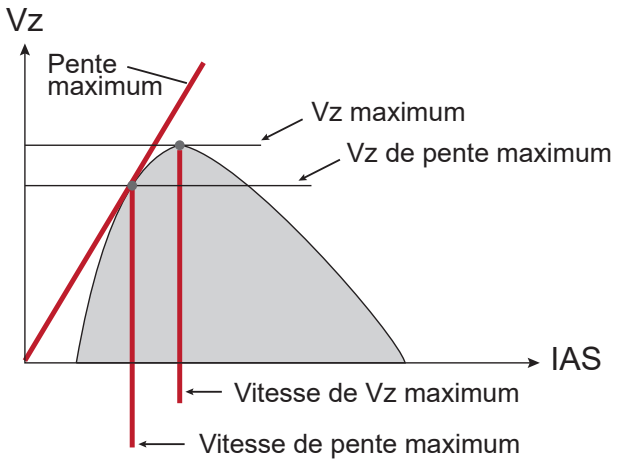


Pour une masse déterminée, la vitesse verticale de montée est proportionnelle à la différence entre la puissance utile délivrée par le moteur et la puissance nécessaire au vol en palier.

La vitesse de meilleur vario correspond à peu près à la vitesse de puissance minimum nécessaire au vol (séparation entre le premier et le second régime).

La vitesse de meilleure pente de montrée peut se représenter sur un diagramme Vi/Vz où l'on a reporté la zone d'excédent de puissance. La pente maximum se trouve sur la tangente à la zone.

DETERMINATION EXPERIMENTALE

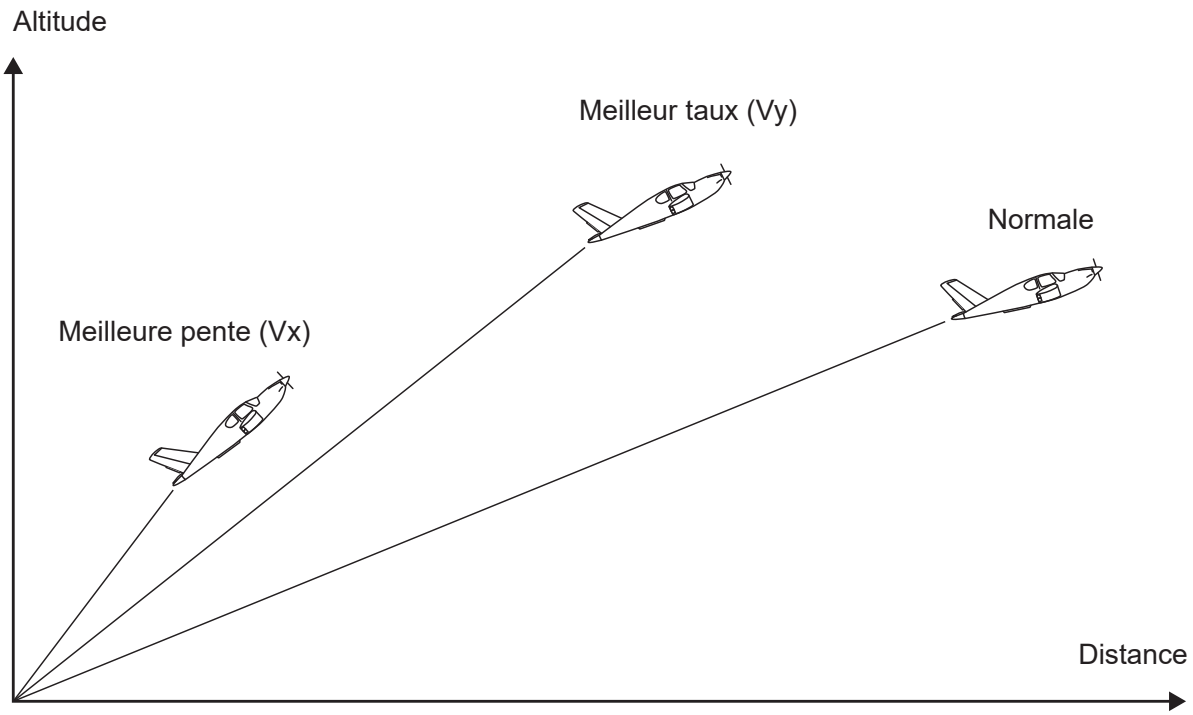


En vol on peut retrouver de façon expérimentale les vitesses caractéristiques de montée.

A la puissance maximum autorisée, noter les Vz et les Vi pour différentes assiettes.

La Vi de meilleure Vz apparaît directement avec la Vz maximum. La Vi de meilleure pente apparaît avec le rapport Vz/Vi maximum.

TYPES DE MONTEES COMPAREES



MONTÉE À VZ MAXIMUM

Dans ce cas, par rapport à la montée standard, le gain de Vz est de l'ordre de 30% pour une diminution de vitesse de l'ordre de 20%. Le moteur fonctionnant à la puissance maximum continue, la consommation est nettement plus importante et le refroidissement est un peu moins efficace. Le pilote doit surveiller les limitations de température.

Elle peut être utilisée pour atteindre une altitude de travail en secteur le plus rapidement possible, ou pour libérer ou croiser un niveau de vol pour séparer des trafics.

MONTÉE À PENTE MAXIMUM

Dans ce cas, la Vz est sensiblement égale à la Vz de la montée normale. La Vi est inférieure à la montée à Vz maximum. Le gain de pente de montée vient essentiellement de la Vi de montée qui est plus faible. Le gain de pente par rapport à la montée à Vz maximum est faible pour un moteur qui consomme beaucoup et qui chauffe encore plus. Ce type de montée est à utiliser momentanément pour se dégager d'un obstacle.

La vitesse de montée étant proche de celle du décrochage, les virages doivent se faire à très faible inclinaison et ce type de montée est à éviter en atmosphère turbulente.

Sur beaucoup d'avions, la visibilité vers l'avant est fortement réduite et demande des précautions particulières pour l'anti-abordage, voire l'anticollision.

Certification : CS 23 65 la pente de montée conditions standards à la masse maxi décollage ne doit pas être inférieur à 8.3% à une VI pas inférieur à 1.2 vs1.

PRECAUTIONS :

Cette montée à vitesse faible, en général à faible hauteur, avec une puissance élevée délivrée par le moteur nécessite quelques précautions :

- La vigilance sur la tenue de vitesse doit être accrue durant cette phase de vol, particulièrement en atmosphère turbulente en raison de la marge réduite par rapport à la vitesse de décrochage.
- Le maintien de la symétrie du vol demande plus d'amplitude aux palonniers à cause de la vitesse faible et de la puissance élevée.
- Les paramètres moteur doivent être surveillés. En effet, l'assiette cabrée est importante et empêche le refroidissement correct du moteur.
- La montée à meilleure pente ne doit pas être prolongée inutilement.
- Une fois le ou les obstacles franchis, accélérer à la vitesse de montée normale en prenant l'assiette de montée initiale, puis réduire vers la puissance de montée.
- L'inclinaison doit être modérée compte tenu de la marge réduite par rapport à Vs.

2° PLAN DE LA LEÇON

BRIEFING	
Objectif	Décoller sur une piste limitative. Décoller avec du vent traversier. Décoller sur un terrain meuble. Rejoindre au plus tôt une altitude donnée. Franchir des obstacles. Suivre une trajectoire sol anti-bruit.
Préparation	L'excédent de puissance, les différents types de montées et de décollage, les vitesses d'évolution. Calcul des performances. Les différents types de montées.
Organisation	Distribuer l'apprentissage à l'occasion de déplacements courts sur des aérodromes nécessitant des procédures particulières ou au cours de simulations de situations particulières.

LEÇON EN VOL : 1° DECOLLAGE SUR PISTE LIMITATIVE	
Perception	**Demander** la distance de piste utilisable au décollage. **Demander** la détermination de la distance de décollage nécessaire. Faire déduire le type de décollage requis.
Actions	**Guider** l'élève pour la réalisation de l'alignement sur les premiers mètres de piste. Faire afficher la puissance de décollage en tenant l'avion immobilisé. Faire annoncer la vérification des paramètres moteurs. Faire lâcher les freins en guidant la tenue de trajectoire.
Exercice(s)	**Demander** d'effectuer des décollages sur pistes limitatives.

LEÇON EN VOL : 2° LE DECOLLAGE AVEC DU VENT TRAVERSIER	
Perception	**Demander** d'évaluer la force du vent traversier avant de décoller. Montrer un décollage vent traversier. Montrer le soulèvement de l'aile au vent, l'effet girouette, ainsi que les actions sur les commandes pour contrer ces deux phénomènes.
Actions	**Guider** la réalisation de décollages avec du vent traversier. Insister sur l'évolution de la position des commandes pendant l'accélération et à la rotation.
Exercice(s)	**Demander** à l'élève d'effectuer des décollages avec du vent traversier.

LEÇON EN VOL : 3° LE DECOLLAGE SUR TERRAIN MEUBLE	
Perception	Sur un aérodrome avec un terrain meuble, sensibiliser l'élève sur l'état de la piste et lui faire déduire le type de décollage approprié.
Actions	**Guider** l'alignement, l'accélération, la rotation et la montée initiale. Insister sur l'action de la gouverne de profondeur lors de l'accélération au sol et le pilotage de l'assiette lors de l'accélération en vol.
Exercice(s)	**Demander** à l'élève d'effectuer des décollages sur terrain meuble.

LEÇON EN VOL : 4° MONTEE A VZ MAXIMUN	
Perception	Lors d'une montée normale annoncer le type de montée choisi, puis adopter la vitesse de montée à taux maximum. **Montrer** l'amélioration du taux de montée, l'assiette plus cabrée, la visibilité plus réduite vers l'avant et, éventuellement, l'augmentation de la température culasse si l'avion est équipé d'un indicateur.
Actions	**Guider** l'élève lors d'une montée à taux maximum.
Exercice(s)	**Demander** pour exercice ou lorsque la situation le nécessite des montées à taux maximum.

LEÇON EN VOL : 5° MONTEE A PENTE MAXIMUM	
Perception	Lors d'une montée normale Annoncer le type de montée choisie, puis adopter la vitesse de montée à pente maximum. **Montrer** l'amélioration de la pente de montée, l'assiette plus cabrée, la visibilité plus réduite vers l'avant et, éventuellement, l'augmentation de la température culasse si l'avion est équipé d'un indicateur.
Actions	**Guider** l'élève lors d'une montée à pente maximum. Insister sur l'instabilité de la vitesse due au second régime.
Exercice(s)	**Demander** pour exercice ou lorsque la situation le nécessite des montées à pente maximum.

LEÇON EN VOL : 6° TRAJECTOIRE ANTI-BRUIT	
Perception	Sur un aérodrome avec une procédure anti-bruit, montrer la description de la trajectoire sur la carte d'aérodrome dans les consignes particulières.
Actions	**Guider** l'élève pour réaliser la trajectoire anti-bruit (imposée ou décidée par le pilote). L'aider à choisir la trajectoire si celle-ci n'est pas publiée.
Exercice(s)	**Demander** à l'élève de réaliser des décollages suivis de trajectoires anti-bruit pour exercice ou lorsque la situation l'exige au cours des voyages.

BILAN	
Analyse	LEÇON ASSIMILEE : l'élève identifie t il la nécessité de décollages adaptés ? Connaît-il les différents types de décollage et de montées ? Les applique-t-il de façon satisfaisante ? Prend-il la décision d'appliquer ces procédures lorsque la situation l'exige ?
Programme	Préparer la leçon « Approches et atterrissage adaptés ». Préparer l'étude des procédures d'urgence et de secours.

3° COMMENTAIRES

PISTES LIMITATIVES

Il est à noter que les performances tirées du manuel de vol ont été optimisées (avion et moteur neufs, bien réglés, pilotes d'essai…) il conviendra donc d'appliquer une majoration (l'ENAC a par exemple choisi une valeur de 20%).

Lorsque la distance de décollage calculée est proche de la longueur de piste utilisable, elle est considérée comme limitative. En fonction de l'environnement et des conditions du jour le pilote peut être amener à modifier son chargement.

ERREURS FREQUENTES

DE L'ELEVE

- Préparation du départ trop succincte ou inexistante,
- Choix du type de décollage et de montée inapproprié,
- Trajectoire anti-bruit mal respectée,
- Mauvaise position des commandes au décollage avec du vent traversier,
- Bourrage sur la roue avant sur une piste meuble,
- Mauvais contrôle de l'assiette pendant la phase d'accélération.
- Mauvaise prise en compte de l'environnement.

SECURITE ET FACTEURS HUMAINS

Les décollages et montées adaptés donnent l'occasion à l'instructeur de développer l'initiative et la responsabilité de l'élève pilote relativement au problème d'environnement et de nuisances.

La méconnaissance des performances de décollage liée à des situations inhabituelles (température, état de la piste...) sont à l'origine de nombreux accidents graves, car elle est souvent associée à des attitudes dangereuses comme l'invulnérabilité (ça va passer!) ou la négligence (pas de calcul de performance).

Certains aérodromes possèdent des trajectoires anti-bruit. Elles s'exécutent pour atteindre l'altitude maximum avant de survoler des zones sensibles. Elles peuvent être accompagnées de trajectoires sol spécifiées avec des virages imposés à certains points sol ou à certaines altitudes.

Ces trajectoires relèvent autant du domaine réglementaire que du domaine du savoir-être. L'attitude de l'instructeur face aux nuisances aura valeur d'exemple pour l'élève.

APPROCHES ET ATTERRISSAGES ADAPTÉS

OBJECTIF :

- Atterrir avec du vent traversier. Atterrir sur un terrain meuble. Atterrir volets 0°. Suivre une trajectoire anti-bruit.

PREAMBULE

Tout comme la leçon précédente, l'organisation de cette formation est atypique. Les différents éléments constitutifs ne peuvent évidemment pas être traités en une seule fois et la leçon présentée dans le guide est un canevas générique.

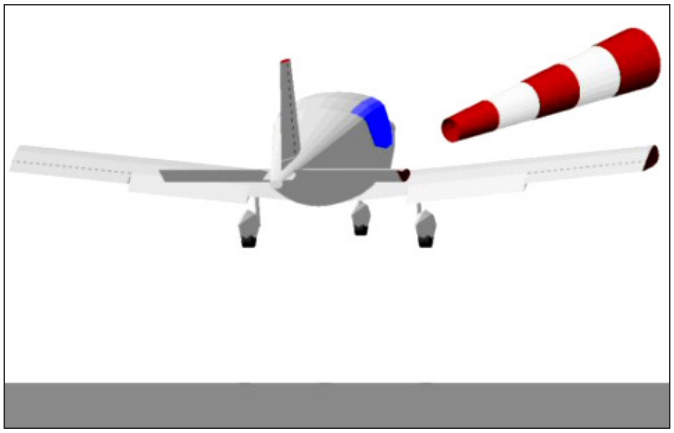
L'apprentissage des différentes situations d'approche et d'atterrissage s'inscrit dans la durée, il se construit vol après vol, à l'occasion des arrivées sur des aérodromes différents, entre autre pendant la phase de navigation, l'instructeur insistera sur l'analyse de la situation et la mise en place des réponses adéquates.

Le briefing comprenant l'analyse des menaces et la mise en œuvre des moyens d'atténuation prend ici une importance particulière.

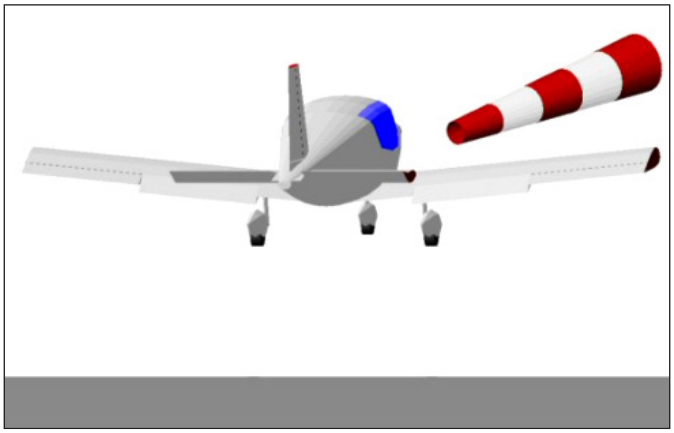
1° PREPARATION

ATTERRISSAGE AVEC VENT TRAVERSIER

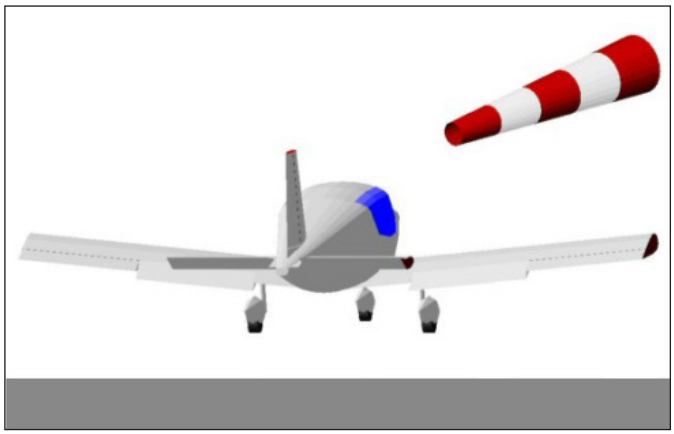
AVEC DECRABAGE AVANT LE CONTACT AVEC LA PISTE



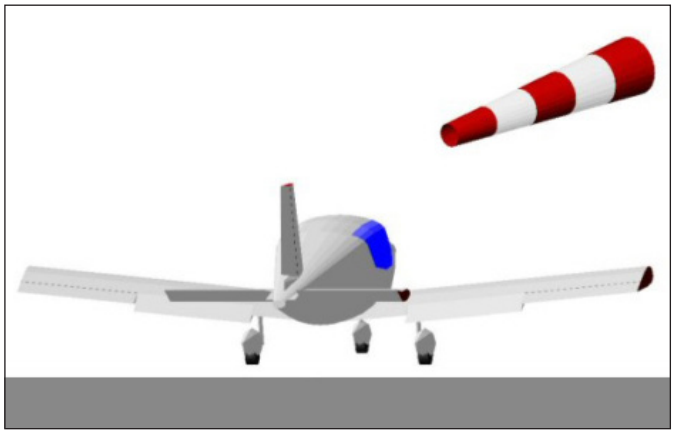
Le pilote aborde la phase d'atterrissage, il maintient la correction de dérive en vol symétrique à inclinaison nulle et il réduit progressivement et totalement la puissance en contrant l'effet piqueur.



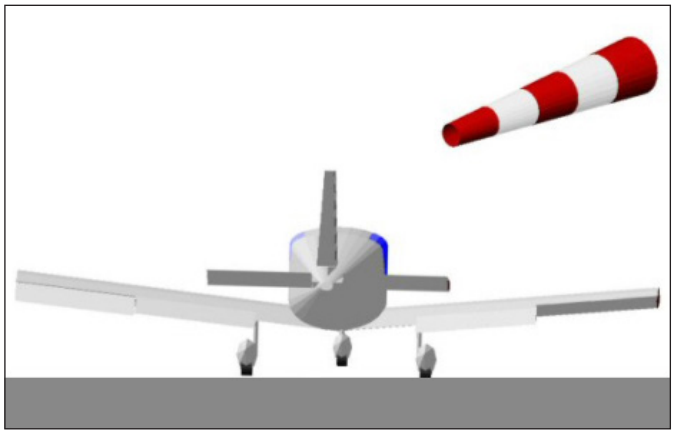
Le pilote effectue l'arrondi, il maintient la correction de dérive en vol symétrique à inclinaison nulle.



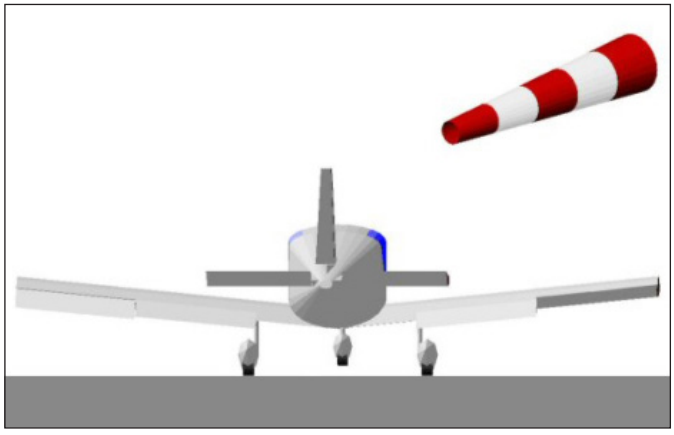
L'arrondi est terminé, le pilote maintient un léger taux de descente.



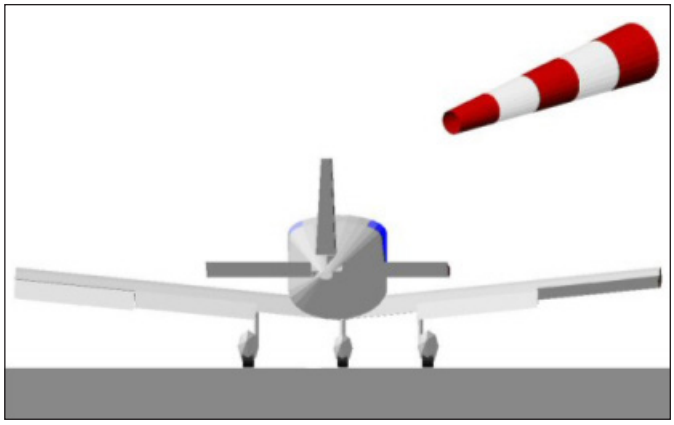
Le pilote augmente l'assiette à cabrer de l'avion pour empêcher l'augmentation du taux de descente et commencer à décraber l'avion en empêchant qu'il s'incline sous le vent.



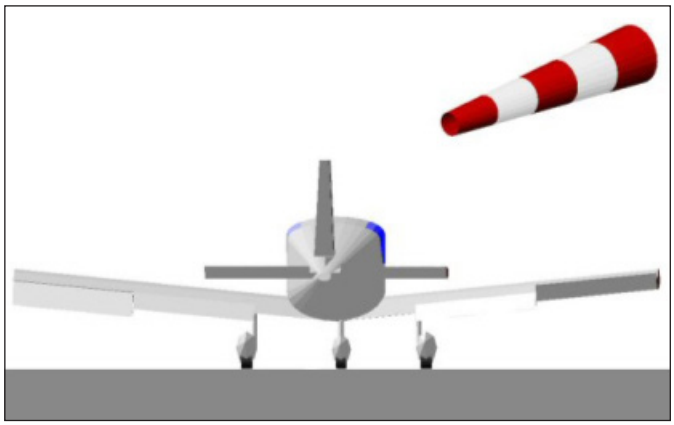
Le pilote continue à maintenir le taux de descente en supprimant l'angle de correction de dérive et en mettant une légère inclinaison au vent, jusqu'au contact de l'avion avec la piste.



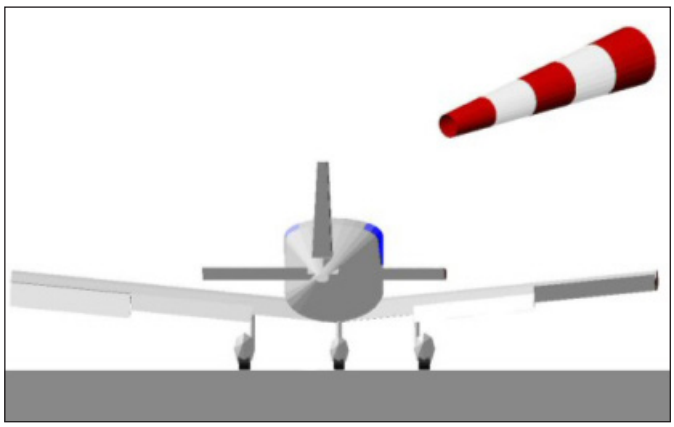
L'atterrisseur principal est au sol, l'avion décélère, le pilote augmente le braquage des ailerons dans le vent puis fait descendre progressivement l'atterrisseur avant vers le sol.



L'atterrisseur avant est au sol, le pilote peut commencer à freiner modérément...



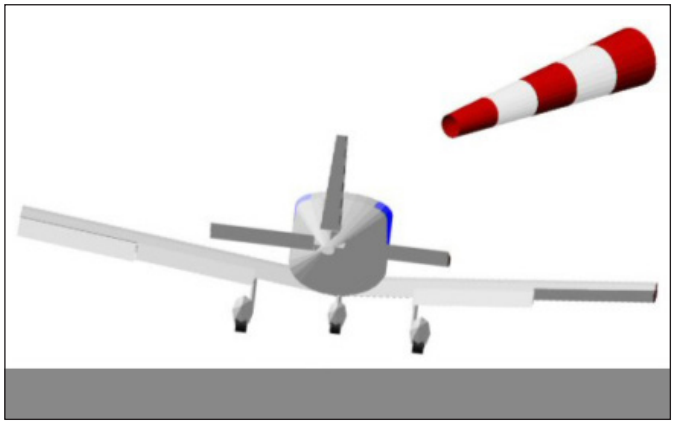
… Puis mettre la gouverne à cabrer s'il veut pouvoir freiner efficacement.



La vitesse de roulage obtenue, il positionne la gouverne de profondeur en fonction des spécifications propre à l'avion.

AVEC CORRECTION DE DERIVE PAR INCLINAISON COTE AU VENT

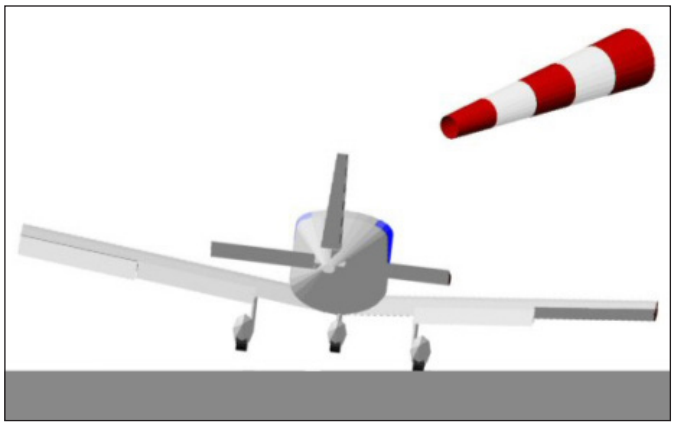
Note : *cette méthode est un bon outil pédagogique permettant de décomposer des actions, l'arrondi étant conduit avec un avion déjà décrabé en amont.*



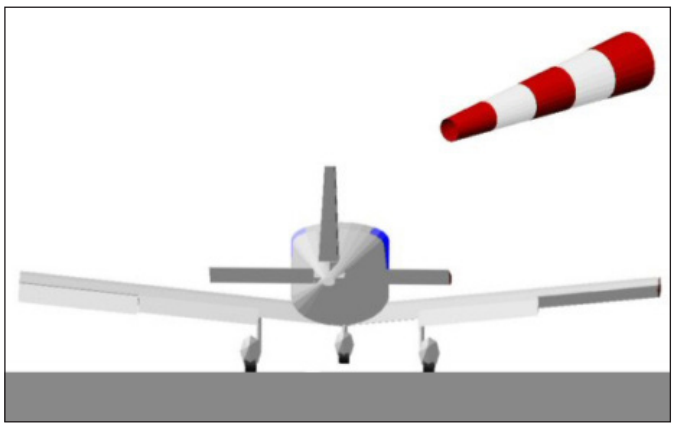
Le pilote aborde la phase d'atterrissage avec l'avion déjà décrabé.

Ainsi, en amont, durant la finale, l'axe de l'avion est maintenu confondu avec la trajectoire sol par une action appropiée au palonnier.

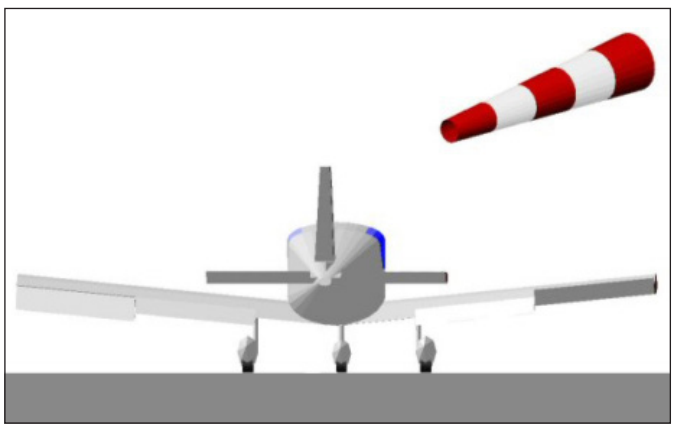
L'axe de piste est conservé en dosant l'inclinaison du côté au vent pour neutraliser la dérive.



Le pilote effectue l'arrondi et l'atterrissage dans les mêmes conditions et prend contact avec le sol par la roue au vent…



… puis avec la roue sous le vent…



… puis le pilote pose la roue avant.

ATTERRISSAGE SUR TERRAIN MEUBLE



Si la procédure n'est pas décrite dans le Manuel de Vol, procéder de la manière suivante :

- Effectuer une approche normale à 1,3 Vso,
- Volets braqués au maximum,
- L'objectif est de toucher le sol à la vitesse la plus faible possible,
- Conserver la roue avant en l'air le plus longtemps possible,
- Maintenir la gouverne de profondeur à cabrer pendant le roulage et ne pas laisser l'avion s'immobilise de lui-même au risque d'enlisement,
- Au freinage, tenir compte de l'adhérence des roues.

ATTERRISSAGE AVEC FORT VENT DE FACE



Avec un avion à train classique, la position 3 points est caractérisée par une incidence élevée. Par fort vent de face, l'avion risque de « courir » au-dessus de la piste et de refuser l'atterrissage. Une solution consiste à effectuer un atterrissage en ligne de vol en prenant contact avec l'atterrisseur principal, puis ensuite en contrôlant le toucher de la roulette de queue.

ATTERISSAGE VOLETS 0°

Déterminer que les performances d'atterrissage de l'avion sont compatibles avec la longueur de piste. En l'absence de critères de performances, vous pouvez majorer les distances avec volets atterrissage de 50%.

Les vitesses sont calculées par rapport à la configuration volets 0°, 1.45 Vs en évolutions, et 1.3 Vs en finale.

L'avion volets 0° est plus fin et décélère difficilement. Il faut donc prévoir une finale suffisamment longue pour avoir le temps de stabiliser l'avion avant l'objectif de stabilisation.

L'avion est plus cabré qu'avec les volets atterrissage d'où une difficulté de perception de la hauteur à l'arrondi.

L'assiette d'approche étant proche de l'assiette d'atterrissage, la variation d'assiette à l'arrondi sera plus faible.

L'assiette d'atterrissage est maintenue plus longtemps avant que l'avion ne prenne contact avec la piste.

L'application des freins doit être progressive.

ATTERISSAGE SUR PISTE LIMITATIVE

C'est le type d'atterrissage qui est pris en compte pour déterminer les performances d'atterrissage. C'est donc celui à utiliser lorsque la piste est limitative. L'approche finale s'effectue à Vref.

Il est à noter que les performances tirées du manuel de vol ont été optimisées (avion et moteur neufs, bien réglés, pilotes d'essai…) il conviendra donc d'appliquer une majoration, (par exemple l'ENAC a choisi une marge de 20% dans le cadre de son exploitation).

2° PLAN DE LA LEÇON

BRIEFING	
Objectif	Atterrir avec du vent traversier. Atterrir sur un terrain meuble. Atterrir volets 0°. Atterrir sur piste limitative. Suivre une trajectoire anti-bruit.
Préparation	Atterrissage avec du vent traversier. Vitesses de sécurité suivant les configurations. Performances d'atterrissage.
Organisation	Effectuer les séances en fonction des besoins et de la météorologie (vent traversier).

LEÇON EN VOL : 1° ATTERRISSAGE VENT DE TRAVERS	
Perception	**Montrer** à l'élève une approche vent de travers. **Montrer** la correction de dérive sur l'axe et amener l'avion jusqu'à la hauteur de l'arrondi. Après l'arrondi lorsque l'avion approche du contact, **montrer** le décrabage pour ramener l'axe longitudinal de l'avion parallèle à l'axe de piste. **Montrer** comment contrer le roulis induit lors de cette manoeuvre et si nécessaire incliner légèrement du côté au vent. *Note : la méthode « aile basse dans le vent » durant la finale peut s'avérer être un bon outil pédagogique pour faire percevoir les actions aux commandes pendant la phase de décélération à l'arrondi. Le stagiaire pourra ainsi se concentrer sur la phase finale de l'atterrissage sans avoir à réaliser un décrabage près du sol.* **Avion à roue avant:** Après le contact de l'atterrisseur principal avec la piste, montrer comment poser l'atterrisseur avant. **Montrer** comment maintenir l'axe de piste en contrant l'effet de girouette, et **montrer** le braquage progressif des ailerons au fur et à mesure de la décélération, pour lutter contre le soulèvement de l'aile au vent. **Avion à roulette de queue:** **Montrer** la nécessite de rechercher le contact 3 points et de l'action du manche vers l'arrière afin de maintenir au sol la roulette arrière pour un meilleur contrôle de l'axe, **montrer** le braquage progressif des ailerons au fur et à mesure de la décélération, pour lutter contre le soulèvement de l'aile au vent.
Actions	**Guider** l'élève lors d'approches et d'atterrissages avec du vent traversier. **Guider** l'élève lors du roulage, le sensibiliser à la difficulté de maintenir l'axe et au danger de la sortie de piste en cas d'inattention.
Exercice(s)	**Demander** à l'élève d'effectuer des approches et des atterrissages avec du vent traversier de plus en plus fort jusqu'aux limites de l'avion employé au fur et à mesure que l'habileté augmente.

LEÇON EN VOL : 2° ATTERRISSAGE SUR TERRAIN MEUBLE	
Perception	Après avoir effectué une approche normale volets atterrissage, montrer comment toucher le sol à la vitesse la plus faible. **Montrer** comment conserver la roue avant en l'air le plus longtemps possible. **Montrer** comment empêcher l'enlisement pendant le roulage et l'immobilisation pour le stationnement.
Actions	**Guider** l'élève lors d'atterrissages sur piste meuble. Guider l'élève lors du roulage pour éviter l'enlisement.
Exercice(s)	**Demander** a l'élève d'effectuer des atterrissages sur piste meuble. **Demander** d'effectuer le roulage vers le stationnement sans s'enliser.

LEÇON EN VOL : 3° ATTERRISSAGE VOLETS 0°	
Perception	Déterminer si les performances d'atterrissage volets 0° sont compatibles avec la longueur de piste. Déterminer la vitesse d'évolution et la vitesse en finale. **Montrer** l'intérêt d'une finale plus longue pour stabiliser l'avion à l'objectif de stabilisation. **Montrer** la visibilité réduite vers l'avant et la perception de la hauteur d'arrondi. **Montrer** l'assiette d'atterrissage et la distance d'arrondi plus longue avant le contact avec la piste (ce qui pourra nécessiter de modifier le point cible et le point de réduction de puissance). **Montrer** l'application progressive du freinage.
Actions	**Guider** l'élève lors d'atterrissages volets 0° jusqu'au contrôle de la vitesse de roulage.
Exercice(s)	**Demander** a l'élève d'effectuer des atterrissages volets 0°.

LEÇON EN VOL : 4° ATTERRISSAGE SUR PISTE LIMITATIVE	
Perception	Déterminer la distance de piste utilisable à l'atterrissage. Déterminer la distance nécessaire à l'atterrissage. **Montrer** la nécessité d'être précis.
Actions	**Guider** l'élève lors d'atterrissages sur piste limitative. Insister sur le point d'aboutissement le plus prêt du seuil de piste, la précision de la vitesse en approche finale et le freinage avec efficacité maximale jusqu'à l'arrêt complet.
Exercice(s)	**Demander** d'effectuer avec précision des atterrissages sur piste limitative.

LEÇON EN VOL : 5° TRAJECTOIRES ANTI-BRUIT	
Perception	Sur un aérodrome avec une procédure anti-bruit, montrer la description de la trajectoire sur la carte d'aérodrome dans les consignes particulières.
Actions	**Guider** l'élève lors la trajectoire anti-bruit (imposée ou décidée par le pilote). L'aider à choisir la trajectoire si celle-ci n'est pas publiée.
Exercice(s)	**Demander** à l'élève de réaliser des suivis de trajectoires anti-bruit pour exercice ou lorsque la situation l'exige au cours des voyages.

BILAN	
Analyse	NIVEAU PPL : la précision est-elle suffisante ? Tient-il compte des limitations de piste? Sait-il atterrir volets 0° et sur piste meuble ? Les trajectoires anti-bruit sont elles appliquées spontanément? Est-il capable de déterminer ses propres limites ? NIVEAU CPL : Sait-il atterrir avec la force maximum du vent traversier autorisé par le manuel de vol ? Prend-il les décisions adaptées à chaque situation ?
Programme	Préparer la leçon « Atterrissage de précaution ».

3° COMMENTAIRES

L'atterrissage par vent traversier est une leçon difficile. La restitution correcte risque de ne pas venir rapidement.

Lors de sa progression, l'élève sera confronté à d'autres sortes d'approches et atterrissages particuliers.

ERREURS FREQUENTES

DE L'ELEVE

- Décrabage mal dosé ou/et prononcé au mauvais moment,
- Mauvais maintien de l'axe au freinage,
- Relâchement de l'attention du pilote après le contact avec la piste,
- Positionnement de la gouverne de profondeur et/ou des ailerons lors du roulage,
- Impatience dû pilote à toucher la piste lors d'un atterrissage volets 0°,
- Vitesse inférieure à Vref avant l'arrondi,
- Blocage des roues du à un freinage excessif,
- Pas de prise en compte des trajectoires anti-bruit.

SECURITE ET FACTEURS HUMAINS

L'approche et l'atterrissage particuliers demandent une concentration importante du pilote alors que ses capacités à faire face sont réduites, (turbulence, rafales, piste limitative, inconnu, appréhension de rater, stress...).

Certains aérodromes possèdent des trajectoires anti-bruit. Les utiliser systématiquement et scrupuleusement. Sensibiliser l'élève sur les nuisances sonores et l'évitement du survol des zones habitées: c'est le domaine du comportement du pilote.

PAGE

LAISSEE

INTENTIONNELLEMENT

BLANCHE

ATTERRISSAGE DE PRECAUTION

OBJECTIF :

- Conduire un atterrissage hors aérodrome accessible.

1° PREPARATION

POURQUOI REALISER UN ATTERRISSAGE DE PRECAUTION ?

L'atterrissage de précaution doit être envisagé lorsque l'aérodrome de destination, de dégagement et de déroutement ne sont plus accessibles.

Les raisons peuvent être :

- une dégradation météo, un manque de carburant, un problème mécanique, le crépuscule....

Dans la majorité des cas, le laps de temps disponible pour la prise de décision est court. L'entraînement est nécessaire pour que cette procédure puisse être exécutée avec le maximum de sécurité et d'efficacité.

Le processus décisionnel :

Des moyens mnémotechniques existent pour aider à structurer l'analyse et la prise de décision, l'un d'entre eux est représenté par l'acronyme FORDEC :

- **Faits** = analyse objective de la situation
- **Options** = détermination des différentes solutions possibles
- **Risques** = associés à chaque option
- **Décision** = choix d'une option
- **Exécution** = mise en œuvre de l'option choisie
- **Contrôle** = du résultat de l'exécution ce qui renvoie à l'analyse de nouveaux faits et à une éventuelle nouvelle prise de décision.

COMMENT CHOISIR SON TERRAIN ?

Dans le processus de prise de décision, le pilote peut avoir à sa disposition plusieurs options :

- Terrain de secours (en principe ne répondant pas aux critères techniques ou réglementaires d'accessibilité) piste courte, en pente ; usage restreint ; ad privé ; base ULM ; terrain militaire.
- Terrain désaffecté (pouvant présenter le danger d'obstacles peu visibles).
- Surface non préparée.

Le choix dépend de la longueur, du dégagement de l'approche (lignes, obstacles..), de la pente, du vent, de la proximité d'habitations (secours).

Le moyen mnémotechnique **« VERDO »** représente une aide pour structurer les actions :

- **V Vent ?**

  Déterminer la direction et la force du vent à l'aide des éléments suivants :

  - GPS,
  - Cartes des vents,
  - Observation : fumées, mouvements des cultures céréalières, pièces d'eau stables au vent risées sous le vent,…).

- **E état de surface?**

  Si le choix est possible, préférer dans l'ordre:

  - terrains à surface dure (ex chantier d'autoroute),
  - surfaces agricoles :
    1 - les chaumes.
    2 - les terrains labourés hersés.
    3 - les cultures fourragères.
    4 - les cultures céréalières.
    5 - les terrains labourés non hersés.
    6 - les cultures hautes.

- **R relief ?**

  Il faut se poser dans l'axe de la pente montante en évitant le dévers latéral.
  Attention au relief :

  - pouvant gêner la finale (forte pente imposée en approche),
  - pouvant pénaliser une remise de gaz.

• **D dimensions ?**

La longueur du terrain peut s'estimer en chronométrant le temps mis pour parcourir la zone choisie :

Vitesse sol	Distance en mètres seconde
100 kt	50
120 kt	60

Ceci permet de comparer la distance estimée aux performances d'atterrissage de l'avion.

• **O obstacles ?**

Eviter les champs en fond de vallée ou bordés de végétations hautes (risque d'interférences avec une portée de ligne électrique).

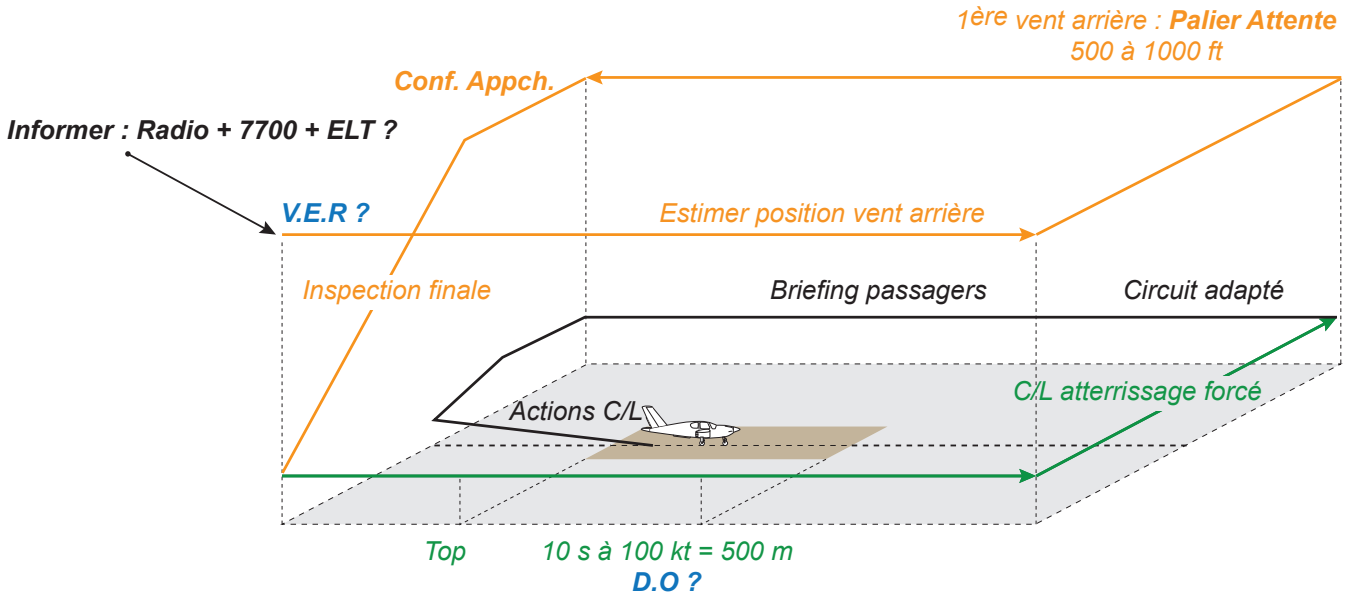
Eviter un champ avec des obstacles élevés en courte finale (influence sur la distance d'atterrissage).

Eviter un champ avec des obstacles élevés en fin de champ (influence sur l'API).

Note : s'il est pertinent de choisir un champ proche des habitations et/ou voies de circulation en cas réel, il faudra veiller au respect de la règlementation pendant les phases d'exercices.

COMMENT PROCEDER ?

B/ Reconnaissance haute et basse



MESSAGE RADIO

Dès la décision d'interrompre le vol, avertir un organisme quelconque si la portée VHF le permet. Afficher 7700 au code transpondeur et mettre la balise de détresse sur « manuel » (attention l'activation de la balise de détresse pourrait perturber les communications VHF, cette action interviendra donc après le dernier message radio).

PHASES DE RECONNAISSANCE

RECONNAISSANCE HAUTE :

Effectuée si possible à une hauteur de 1000 à 1500 ft sol.

Pendant cette phase le pilote déterminera les éléments VER (du VERDO), il évaluera la présence d'autres zones favorables à proximité si, après analyse, la surface initialement choisie lui paraissait inadéquate.

Cette reconnaissance doit être, si possible, conduite suivant une trajectoire identique à la reconnaissance en intégration sur un aérodrome en auto-info (similitude avec une procédure pratiquée couramment).

A la verticale du champ, dans le sens prévu d'atterrissage, le pilote identifiera des repères sol lui permettant de matérialiser et de construire le tour de piste adapté (penser à faire noter l'orientation magnétique de l'axe d'atterrissage à cette occasion).

RECONNAISSANCE BASSE :

A l'issue d'un premier TdP adapté, effectuer un passage en configuration approche à une hauteur comprise entre 300 et 500 ft (500 ft en vol d'instruction) évaluée à vue.

Lorsque cette hauteur est identifiée, prendre une référence altimétrique qui représentera le plancher d'évolution pendant la reconnaissance basse. La trajectoire est décalée latéralement par rapport au sens de l'atterrissage pour vérifier que les critères de choix du terrain sont satisfaisants et compatibles avec un atterrissage.

Confirmation des éléments VER et évaluation des éléments DO (du VERDO).

Si la décision d'atterrir est prise, poursuivre pour un dernier circuit adapté (si possible, remonter un peu pour effectuer ce circuit pour s'affranchir au mieux des obstacles et du relief).

CIRCUIT ADAPTE ET ATTERRISSAGE

Les évolutions doivent être conduites en tenant compte à priori, d'une mauvaise visibilité. Utiliser les repères naturels sélectionnés lors de la reconnaissance pour ne pas perdre le terrain de vue. Pour les avions à train escamotable, le manuel de vol ou d'exploitation prescrit la configuration d'atterrissage hors aérodrome ou laisse le choix au pilote en fonction de l'état du sol.

Lors de la vent arrière avant atterrissage, effectuer la check-list atterrissage forcé avec moteur.

Préparer les passagers.

Déterminer un point d'aboutissement de la trajectoire en fonction de la zone de toucher des roues prévue. L'approche finale s'effectue à Vref.

Ne pas hésiter à effectuer une approche interrompue suivi d'un autre circuit, si la stabilisation et la précision de la finale ne sont pas suffisantes (d'où l'importance de la recherche des obstacles et reliefs dans la trajectoire de remise de gaz).

Le contact des roues doit se faire à la vitesse minimum.

Maintenir ensuite l'avion cabré ou freiner énergiquement en fonction de l'état du sol.

PREVENIR

Après l'atterrissage contacter une autorité civile ou militaire (mairie, gendarmerie ...).

Organiser la garde de l'avion et les secours.

Un décollage ne peut-être effectué qu'avec l'accord de l'autorité compétente.

2° PLAN DE LA LEÇON

BRIEFING	
Objectif	Conduire un atterrissage hors aérodrome.
Préparation	Rappels sur la réglementation (survols, coucher du soleil..), les vitesse d'évolution, les différentes surfaces utilisables, l'aspect Facteurs Humains de la prise décision, description de la procédure.
Organisation	Départ en secteur pour effectuer la leçon. A ce niveau de la progression, la perception peut s'effectuer par guidage verbal exclusivement.

LEÇON EN VOL	
Perception	Pendant la mise en place en secteur, montrer les différentes surfaces évoquées lors du briefing. Montrer les critères à prendre en compte pour le choix d'un terrain favorable. Rappeler les raisons qui peuvent amener le pilote à décider un atterrissage de précaution. Choisir un champ propice et simuler le message radio. Procéder aux phases de reconnaissance et décider de l'atterrissage. Passer en vent arrière et effectuer la check-list « atterrissage forcé », qui peut-être lue si le temps le permet. Visualiser le point de toucher et le point d'aboutissement souhaite (point cible). En finale stabilisée, terminer la check-list « atterrissage forcé » (de mémoire) et insister sur la précision de la finale. Noter que les passagers éventuels peuvent être mis à contribution pour tenir et/ou lire les C/L. A 150 ft minimums, effectuer l'approche interrompue.
Actions	**Guider** l'élève lors de simulation d'atterrissage de précaution sur le même terrain ou sur un autre qu'il aura choisi. **Guider** l'élève lors de la procédure. Insister sur la reconnaissance, l'aspect décisionnel, l'écartement en vent arrière, le choix du point de toucher et du point cible, la check-list et insister sur la précision de la finale. A 150 ft minimums, l'instructeur demande l'approche interrompue.
Exercice(s)	Demander un ou plusieurs simulacres d'atterrissage de précaution sur des terrains non reconnus d'avance. Le renforcement de ce savoir-faire s'effectue à l'occasion des navigations.

BILAN	
Analyse	NIVEAU PPL : la manoeuvre est-elle effectuée avec un niveau de sécurité satisfaisant? Le choix du terrain est-il judicieux ? Les phases de reconnaissance et d'approches sont-elles conduites de façon optimale ? La check-list est-elle bien restituée ?
Programme	Préparer la leçon « Vol moteur réduit ».

3° COMMENTAIRES

L'élève a beaucoup de difficulté à choisir un terrain car les critères sont nombreux et varié et il doit décider sous la pression temporelle. Il faut l'aider à prendre en compte tous les aspects qui l'amènent à décider et insister sur le fait que, sans précipitation, la procédure est facilement réalisable en moins de 15 minutes.

ERREURS FREQUENTES

DE L'ELEVE

- Pas de prise en compte de la globalité des critères de choix,
- Décision précipitée,
- Trajectoire inadaptée ou non stabilisée,
- Perte de la vue du terrain,
- Oubli du message ou de la checklist.
- Circuit trop court par crainte de perdre le champ de vue, entraînant un plan fort et une vitesse excessive en finale.

DE L'INSTRUCTEUR

- Induit une pression temporelle irréaliste qui dégrade la performance du stagiaire.
- Laisse l'élève choisir un champ qui conduira à des évolutions proches des habitations ou dans un environnement « hostile » (lignes à haute tension, antennes, relief etc …).
- Développe un scénario « catastrophe » irréaliste (proximité de la nuit + faible autonomie + panne de pression d'huile +…).

SECURITE ET FACTEURS HUMAINS

Ce type d'exercice influe directement sur la sécurité du vol dans un contexte de situation dégradée et de pression temporelle. L'aisance et le maintien des compétences sont indispensables pour augmenter la confiance et diminuer le stress.

Insister sur le fait que l'on ne fait bien que ce que l'on pratique régulièrement, d'où la nécessité d'effectuer des circuits d'aérodrome, les plus semblables possible de ceux que l'on réalise habituellement.

Prendre la décision avant qu'il ne soit trop tard.

LE VOL MOTEUR RÉDUIT

OBJECTIF :

- Visualiser, construire et maîtriser les trajectoires moteur réduit en vue de l'atterrissage en panne moteur.

1° PREPARATION

Le travail moteur réduit permet de développer la visualisation, le coup d'œil, le jugement et la prise de décision dans la conception des trajectoires.

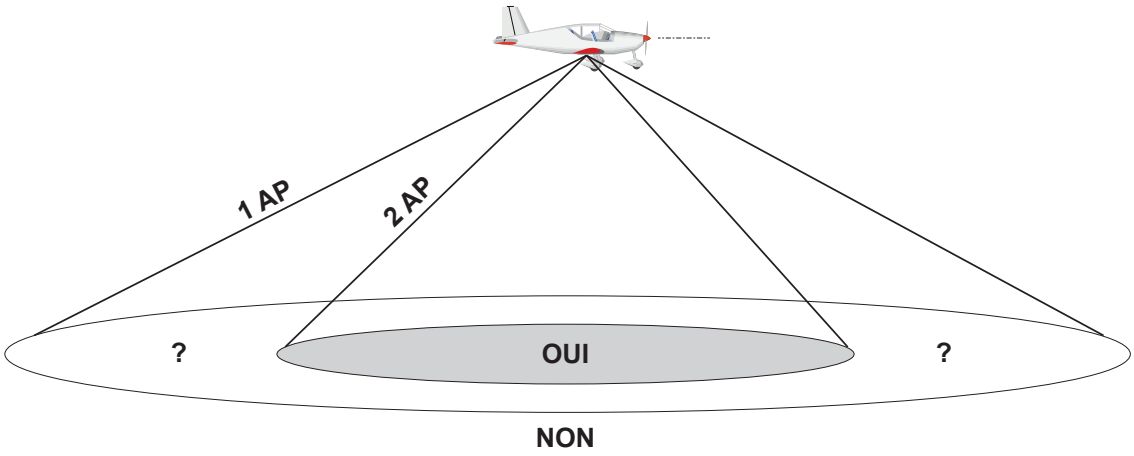
Cette compétence trajectoire sera utilisée en particulier dans le cas d'atterrissage forcé sans moteur.

Les compétence conscience de situation et prise de décision seront également développées lors de cet enseignement, et leur enseignement prend une part tout aussi importante que la compétence pilotage menant à poser dans la zone ciblée.

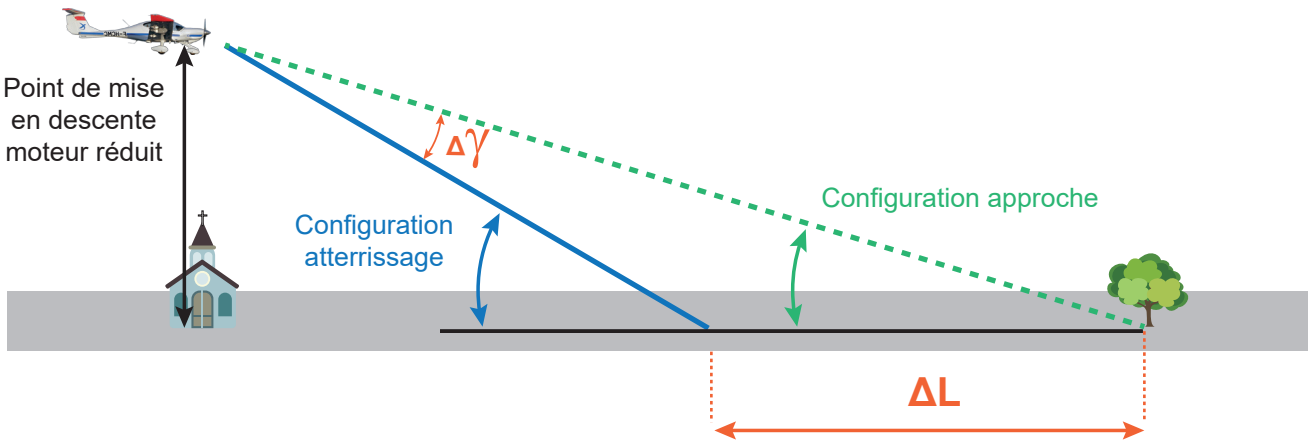
Aussi il conviendra que le stagiaire soit capable de détecter tout au long de la manœuvre si celle-ci sera ou non un succès. Si ce n'est pas le cas, on attendra du stagiaire qu'il s'en rende compte au plus tôt, **accepte la situation** et sache décider de conduire une approche interrompue.

Cette dernière doit être suivie par une analyse des raisons de l'échec, et dans la mesure du possible, de la mise en place de moyens de remédiations pour l'exercice suivant.

ZONES D'ACCESSIBILITE



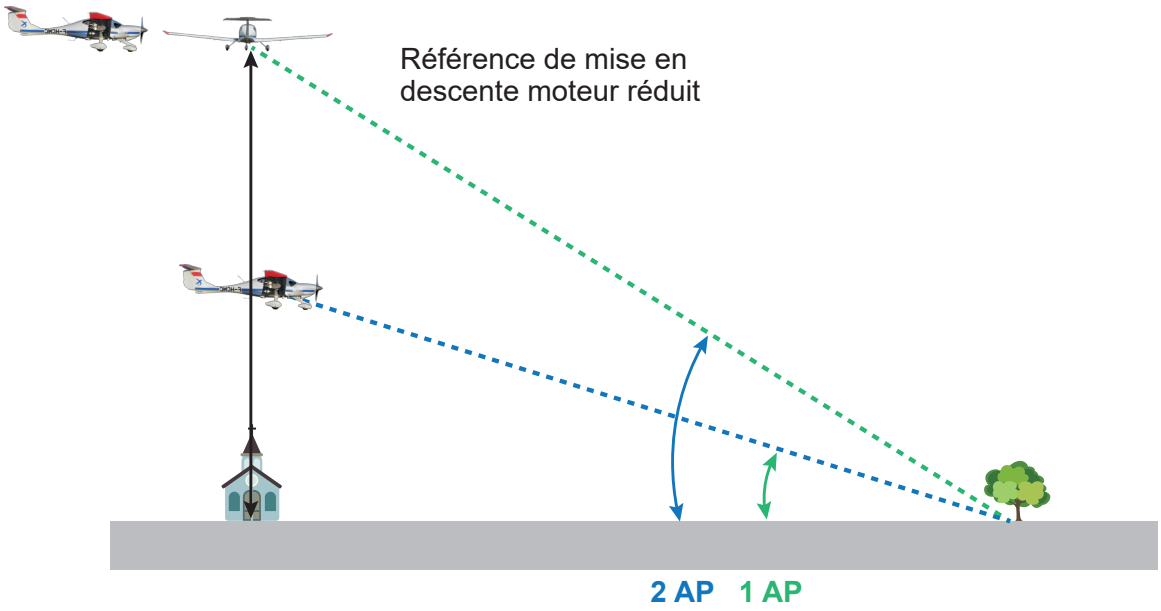
COMMENT PROCEDER ?



La détermination de l'angle simple de plané s'effectue dans les conditions de la finale : une première fois en configuration approche à 1,3 Vs1 + 5 kt , puis une seconde fois en configuration atterrissage à 1,3 Vs0 + 5 kt , et ce afin de visualiser la différence de pente entre les 2 configurations. La majoration de 5 kt permet de tenir compte du redressement de la trajectoire plus important lors de l'arrondi.

Lors des 2 démonstrations, visualiser le point d'aboutissement réel au sol en déterminant la zone d'immobilité apparente.

Noter le ΔL matérialisant la différence de pente entre la configuration approche et atterrissage.



Refaire un passage à 500 ft (de face, de coté D/G, par l'arrière) afin de matérialiser le cône 1 AP, puis à 1000 ft pour matérialiser le cône 2 AP (prendre des repères sur l'avion).

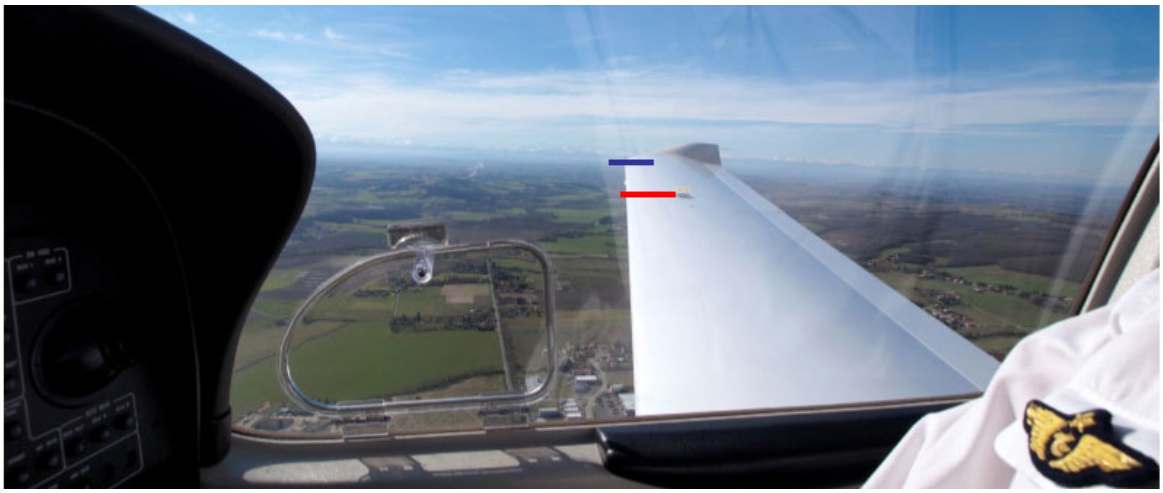
EXEMPLE D'IDENTIFICATION DES REPERES CELLULE :

- en rouge : 2 angles de plané (2 AP)
- en bleu : 1 angle de plané (1 AP)

Visualisation travers gauche



Visualisation travers droit



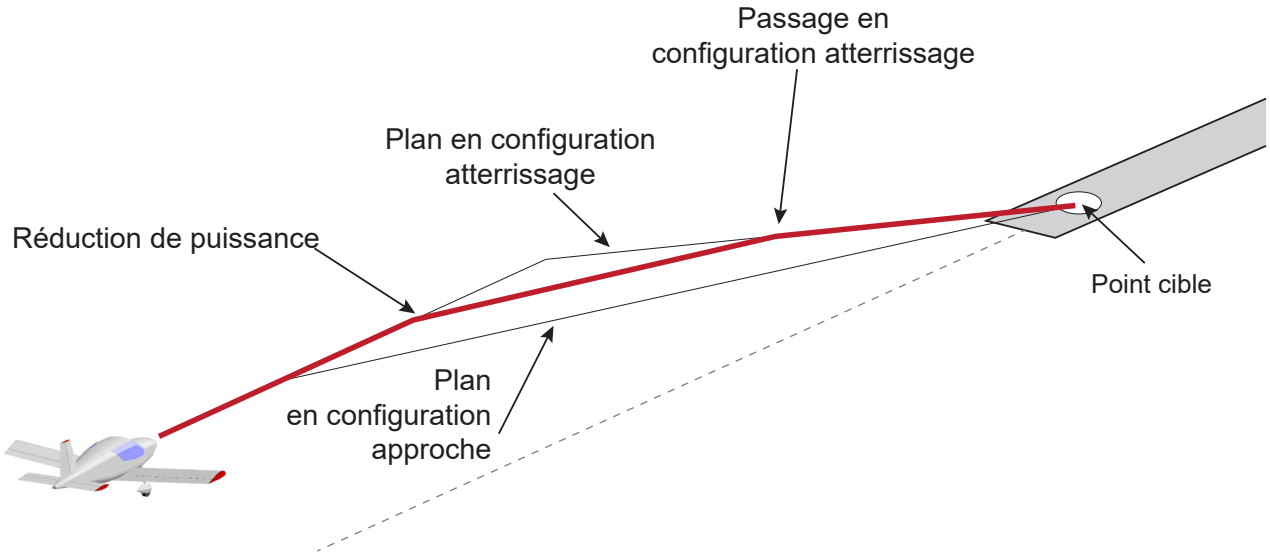
Visualisation avant



Visualisation arrière (seul l'angle 2 AP est considéré)



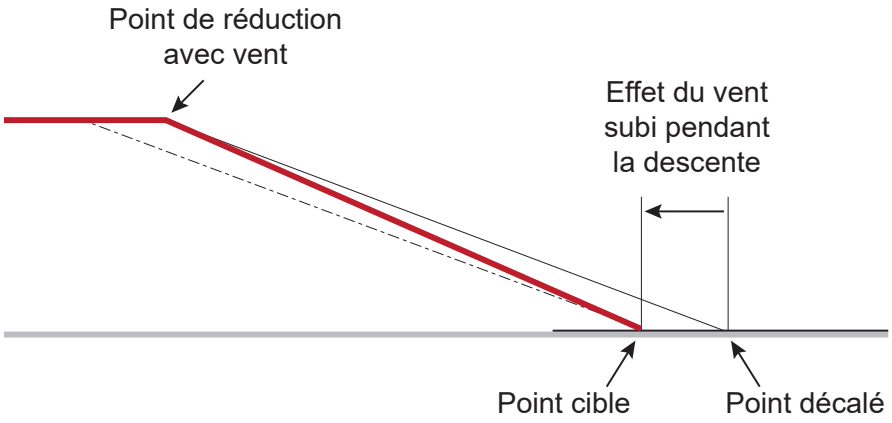
PRISE DE TERRAIN MOTEUR REDUIT DANS L'AXE



La trajectoire à adopter doit être comprise en **un plan minimum** obtenu en configuration approche et un **plan maximum** obtenu en configuration atterrissage. La méthode consiste à adopter une trajectoire suivant un plan en configuration **approche décalée (ΔL)** de façon à avoir un excédent d'altitude, puis de résorber cet excédent lorsqu'il est nettement perceptible, en adoptant la configuration atterrissage.

La précision d'atterrissage est déterminée par l'instant où l'on passe en configuration atterrissage.

CORRECTION DU VENT EFFECTIF



La finesse sol est modifiée par le vent effectif, prendre un point décalé en conséquence.

CORRECTIONS

Si le pilote se voit dans un plan trop fort, il peut anticiper la sortie des volets atterrissage.

Si le pilote se voit dans un plan trop faible, il doit effectuer une approche interrompue et **cela au plus tard à 100 ft.**

L'objectif de cet exercice est de mette en évidence la difficulté d'apprécier les éléments aérologiques et leurs prises en compte ainsi que la faible marge de correction possible.

Il est important de montrer que cette trajectoire ne peut être envisagée avec de solides garanties de succès que sur de courtes distances pour conserver une précision acceptable.

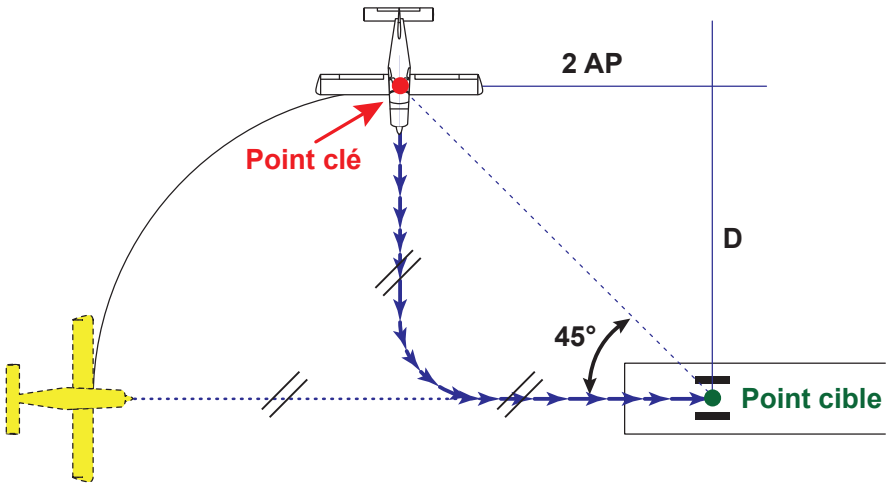
Pour des distances plus importantes, il devient donc nécessaire de développer d'autre trajectoires qui permettront d'augmenter les possibilités de correction.

PRISE DE TERRAIN MOTEUR REDUIT EN « L » (PTL)

La prise de terrain en « L » est une trajectoire moteur réduit qui débute sur une trajectoire perpendiculaire à la finale. C'est un exercice qui permet la mise en place des corrections à partir du point clé et permettant d'affiner la trajectoire pour obtenir un point d'aboutissement maitrisé.

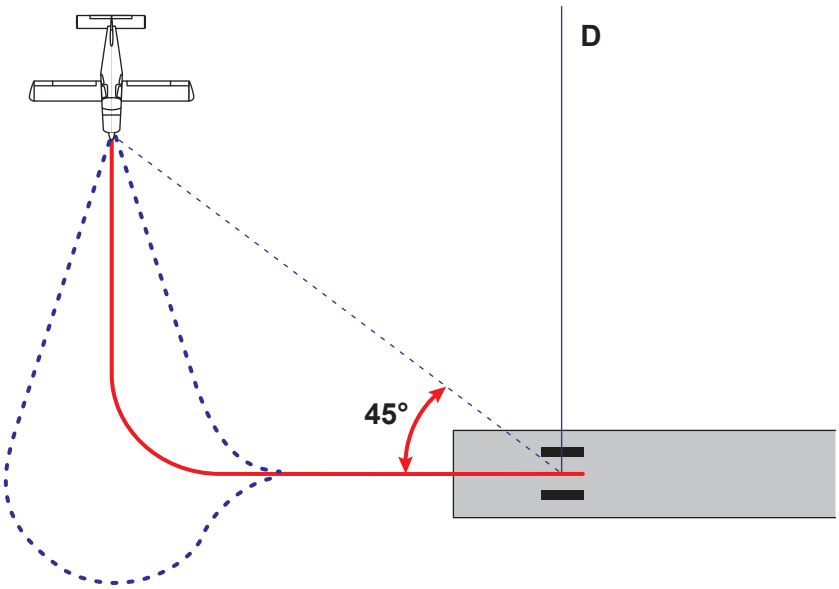
Le point clé se visualise par rapport à la droite D.
Celle-ci est perpendiculaire à l'axe de piste et trouve son origine au point cible.
Le point clé est le point où l'avion est situé sous 2 AP par rapport à la droite D et sous un angle de 45° par rapport à celle-ci ainsi qu'à l'axe de piste.

La PTL est constituée de deux branches égales base / finale.
C'est l'équivalent d'une branche finale repliée à 90° sur son milieu.
Le fait d'avoir une finale plus courte permet de subir moins longtemps les effets de vent et de l'aérologie.



L'étape de base va permettre au pilote de visualiser latéralement l'évolution de l'angle double vers l'angle simple de plané.

Cette branche sous 90° permet également d'effectuer des corrections de trajectoire. En tout point de l'évolution il est possible de l'écourter ou de la rallonger



La descente débute au point clé.

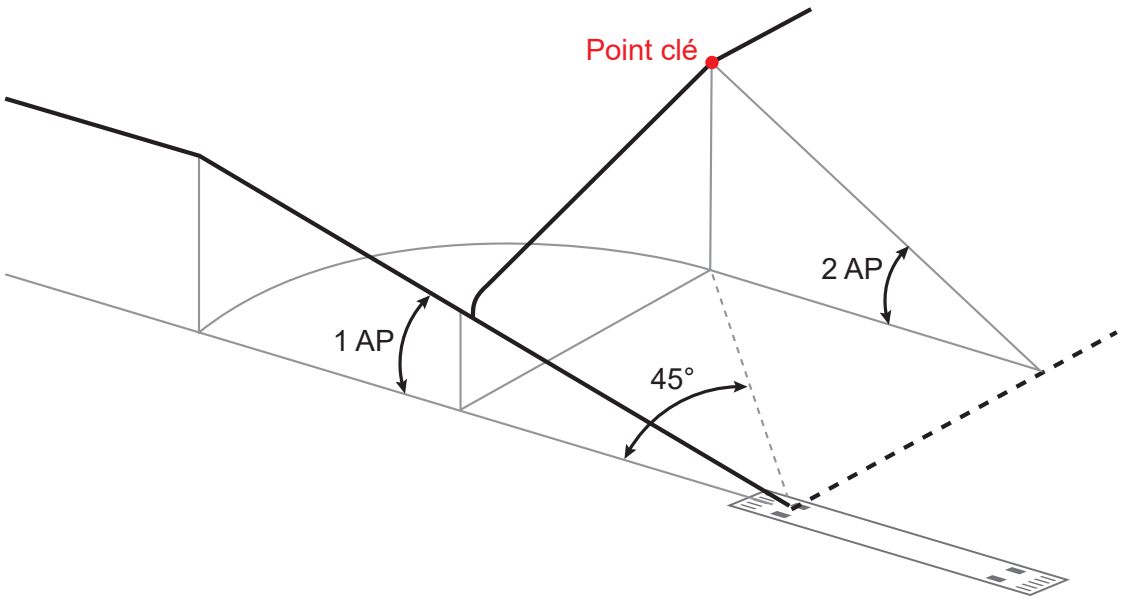
Au fur et à mesure de la descente, l'angle sous lequel la droite D est visualisée diminuera de 2 AP vers 1 AP.

En fonction de la vitesse à laquelle cet angle évolue, la trajectoire pourra être soit rallongée (avion trop haut), soit raccourcie (avion trop bas) de façon à arriver en finale dans l'axe sous 1 AP.

Lorsque l'on approche de l'angle simple de plané, on passe en finale.

Vérifier que la trajectoire aboutisse au point cible. Il sera possible d'utiliser les volets atterrissage pour ajuster la trajectoire.

Le point clé est à la base de toutes les évolutions moteur réduit.



CORRECTIONS DU VENT

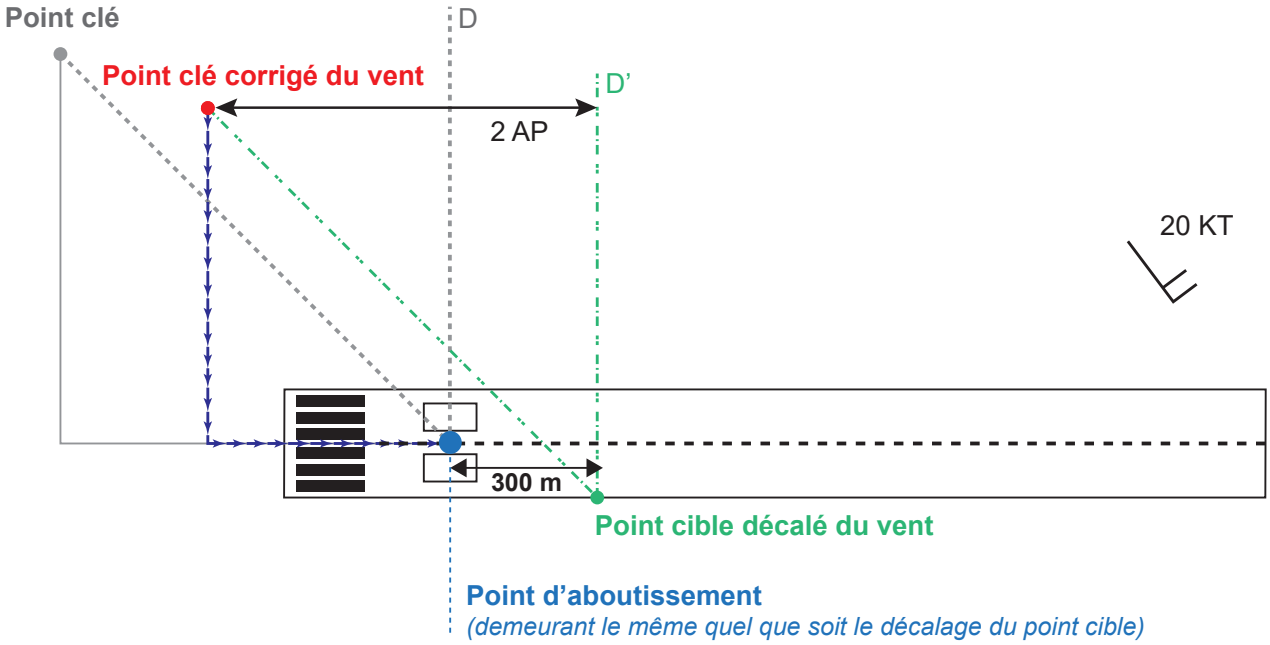
La correction des effets du vent se fait en décalant au vent le point cible **(mais les points d'aboutissement et de toucher demeurent les mêmes)**.

L'effet de vent effectif sera corrigé en le décalant dans l'axe de piste de 20 m par kt.

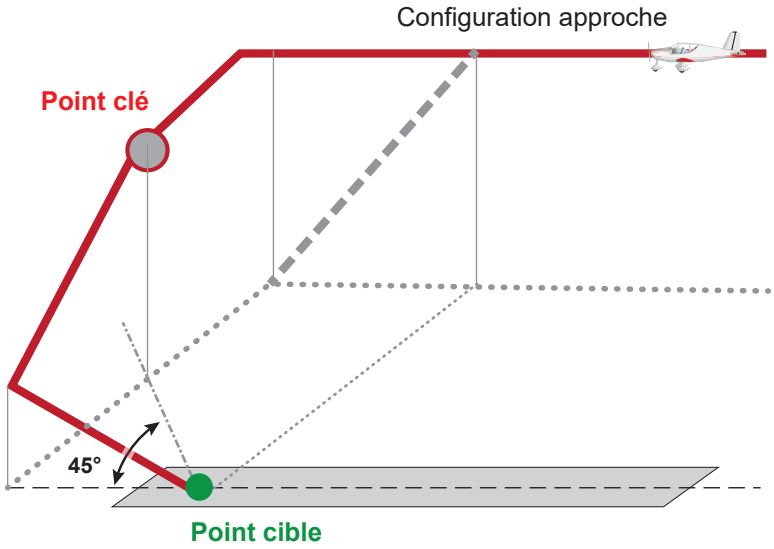
L'effet de vent traversier lors de l'interception d'axe sera corrigé en décalant le point cible latéralement vers le bord de la piste.

A partir du point clé, c'est l'analyse de la trajectoire qui permettra d'apporter les corrections nécessaires en convergeant ou en divergeant.

La droite « **D'** » ayant pour origine le point cible décalé devra toujours être visualisée sous un angle de 2 AP au point clé et en diminution vers 1 AP travers le point décalé.



REALISATION



Se positionner en vent arrière à 1000/1300 ft de façon à visualiser l'axe de piste sous un angle inférieur à l'angle double de plané.

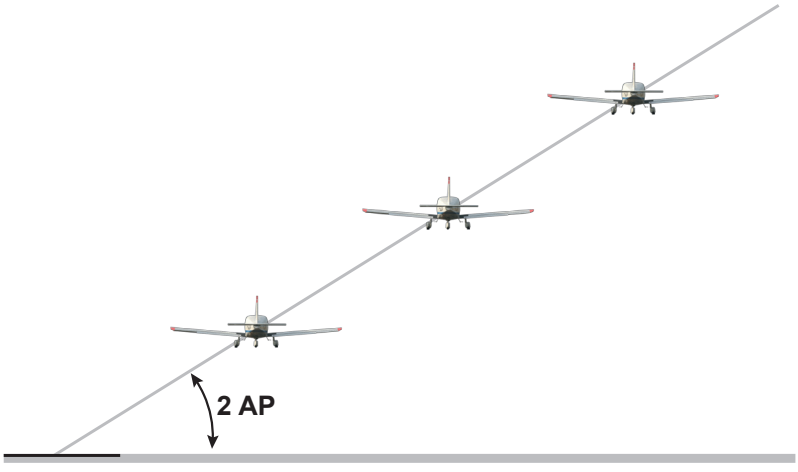
Travers du **point cible** *(décalé du vent si nécessaire)* visualiser par l'avant l'angle double de plané pour déterminer un point sol. Prendre des repères sol pour matérialiser la perpendiculaire au point cible.

Ensuite effectuer le segment de base sur ce point sol.

Visualiser l'angle double de plané travers et corriger éventuellement. Lorsque le point cible est vu sous 45° par rapport à l'axe de piste, réduire la puissance et maintenir 1.45 Vs1.

Visualiser l'évolution de l'angle double vers l'angle simple de plané, puis passer en finale par un virage à 30° d'inclinaison et poursuivre comme pour la prise de terrain moteur réduit dans l'axe.

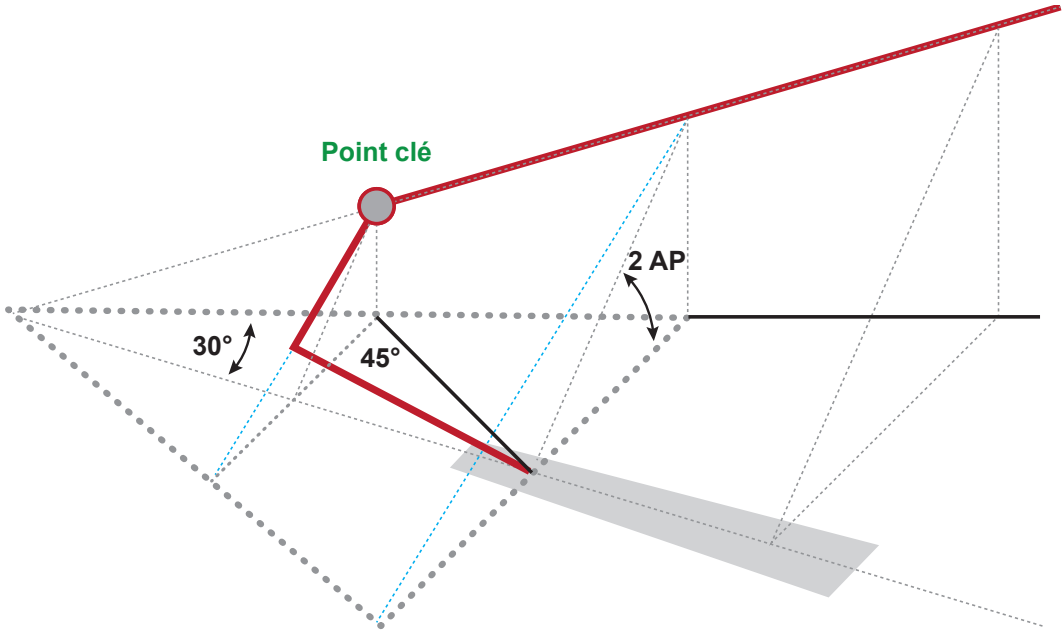
PRISE DE TERRAIN MOTEUR REDUIT PAR ENCADREMENT A PARTIR DE LA VENT ARRIERE (PTE)



Pour rejoindre le point **clé** de la PTL, placer l'avion de telle façon qu'au cours de la descente il se situe en permanence sur une trajectoire telle que l'axe de la piste soit toujours visualisé sous l'angle double de plané.

Afin que la visualisation soit constante, la trajectoire devra être convergente de 30° par rapport à l'axe de piste (la projection au sol de cette trajectoire représente un demi triangle équilatéral).

RÉALISATION



Débuter l'exercice à partir de la vent arrière en palier-approche à environ 1500 /2000 ft sous un angle légèrement supérieur à l'angle double de plané par rapport à l'axe de piste .

Réduire la puissance en maintenant la vitesse d'évolutions de 1.45 Vs1 en restant en trajectoire parallèle à la piste et, lorsque les 2 AP travers sont atteints, converger vers la piste sous un angle de 30° de façon à conserver l'angle double de plané pendant la descente.

Dès que le point clé est atteint, passer en étape de base par un virage à 30° d'inclinaison et poursuivre en PTL.

CORRECTIONS

Corriger la convergence de ± 30°en fonction de la visualisation de l'angle double de plané pendant la descente en vent arrière. La dérive doit être systématiquement corrigée.

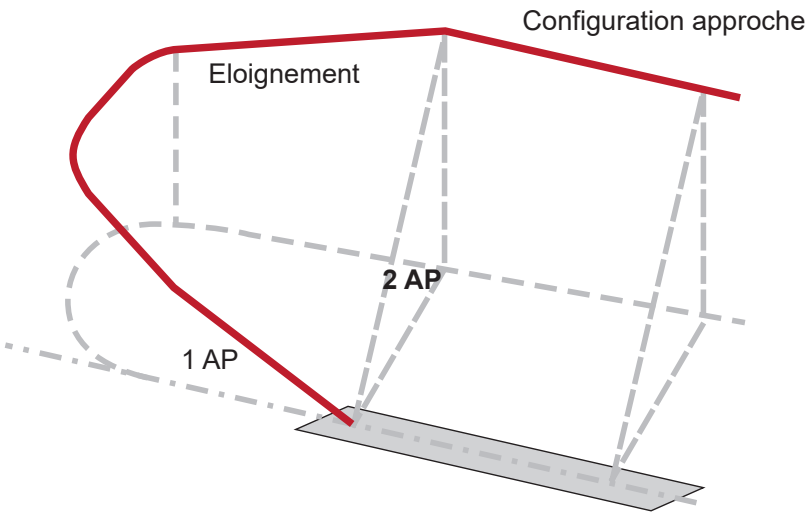
Le dosage des corrections doit être suffisant pour garantir un retour sur la trajectoire nominale avant d'arriver au point clé.

PRISE DE TERRAIN MOTEUR REDUIT EN « U » (PTU)

Cette manœuvre ne doit surtout pas être présenté comme un exercice de style sur lequel l'instructeur s'acharnerait durant toute une séance.

C'est une manœuvre permettant de travailler la précision du pilotage et la symétrie du vol, mais aussi de développer la conscience de situation ainsi que la prise de décision. En effet, le stagiaire devra être capable de déterminer par lui-même quand la manœuvre ne peut plus aboutir dans le respect des inclinaisons opérationnelles, et le cas échéant prendre la décision de conduire une approche interrompue.

La PTU peut s'avérer utile dans le cas où le segment de base de la PTL n'est plus possible, car les 2 virages à 30° d'inclinaison se rejoignent pour ne former qu'un unique virage continu. C'est la limite basse de la PTE.



Se positionner en vent arrière en palier approche 1.45 vs1 sous l'angle double de plané par rapport à l'axe de piste (ou un axe parralèle décalé du vent si nécessaire) et à une hauteur fonction des performance de plané de l'avion (c'est à dire la perte de hauteur nécessaire pour effectuer un 1/2 tour moteur réduit + marge de 1/3 soit 1000 ft pour le TB 10).

Début d'éloignement :
Il s'effectue par le travers du point cible (décalé si nécessaire) en supprimant la traction du moteur et en maintenant 1.45 vs1.

Début du virage vers le segment final :
Il s'effectue après un éloignement équivalent au 1/2 rayon du virage vers le segment final.

Segment final :
Ajuster la sortie des volets atterrissage en fonction du plan
La trajectoire doit être stabilisée (axe plan vitesse ailes horizontales) à 100 ft mini sinon effectuer une approche interrompue.

PANNE MOTEUR VERTICALE (EXERCICE DE SYNTHESE)

En croisière survoler perpendiculairement la piste à une hauteur d'environ 2000/2500 ft.

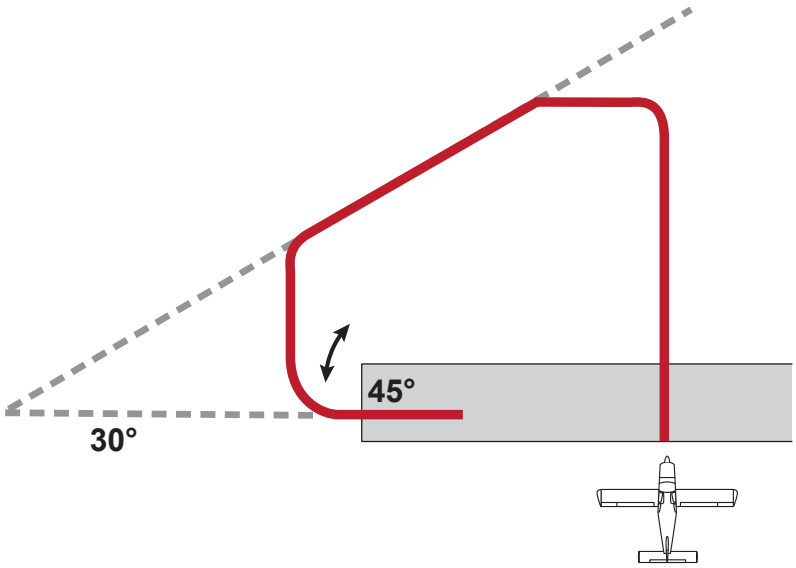
Coupant la piste (idéalement à une distance d'environ 1000 m en aval du point cible) réduire la puissance.

Maintenir le palier jusqu'à la vitesse d'évolution, compenser, puis rejoindre la trajectoire de la PTE par un virage à 30° d'inclinaison.

Une fois l'angle double de plané assuré, passer en configuration approche.

NOTA :

- *Ordre de grandeur des angles de planés sur les avions légers.*
- *Volets 0° ~ 6° .*
- *Volets atterrissage ~ 8°.*



OBJECTIF DE STABILISATION

Tous les exercices décrits ci-dessus sont des éducatifs à la panne moteur en vol. Il convient de ne pas chercher la « réussite à tout prix » ce qui pourrait mettre en cause la sécurité lors de l'approche du sol.

L'approche finale est stabilisée quand :

- **L'avion est sur l'axe.**
- **L'angle de plané permet de toucher sur la zone cible.**
- **La configuration est établie et l'avion compensé.**
- **La vitesse indiquée retenue est stable.**
- **La check list « AVANT ATTERRISSAGE » est terminée.**

Si un seul de ces critères n'est pas obtenu au plus tard à une hauteur de **100 ft**, la procédure d'**approche interrompue** doit être appliquée sans délai.

2° PLAN DE LA LEÇON

BRIEFING	
Objectif	Visualiser et maîtriser les trajectoires moteur réduit en vue de l'atterrissage en panne moteur.
Préparation	Évolution du facteur de charge en virage et en ressource. Vitesse d'évolution moteur réduit. Finesse maximum.
Organisation	Etudier et rechercher l'angle simple et l'angle double de plané. L'élève exécute entièrement le vol sous guidage verbal. La leçon est à étudier en plusieurs vols.

LEÇON EN VOL : VISUALISATION DES ANGLES DE PLANE	
Perception	Se présenter à la verticale d'un repère par vent calme à une hauteur de 500 ft sol minimum, en phase de palier-approche. Réduire totalement la puissance et descendre à 1,3Vs1 + 5kt, visualiser le point d'aboutissement sur le sol en déterminant la zone d'immobilité apparente. Refaire de même en configuration atterrissage à Vref + 5 kt. Remonter à la verticale du repère à 500 ft sol, maintenir le palier et visualiser l'angle simple de plané par l'avant et par le travers (par rapport au point sol obtenu en configuration approche). Remonter au-dessus du repère à une hauteur double, maintenir le palier et visualiser l'angle double de plané par l'avant, par le travers et par l'arrière (Prendre un repère sur l'aile ou sur la vitre latérale pour les avions à aile haute). Montrer que, la moindre inclinaison « pollue » la visualisation des repères d'angle de plané par le travers.

LEÇON EN VOL : PRISE DE TERRAIN MOTEUR REDUIT DANS L'AXE	
Perception	De retour dans l'axe de piste, montrer l'exercice « Prise de terrain moteur réduit dans l'axe » tel qu'il est décrit dans les préalables. Insister sur l'ordre des actions : **assiette puissance stabilisation compensation.**
Actions	**Demander** de revenir sur l'axe, et guider la réalisation de l'exercice avec les corrections associées.
Exercice(s)	**Demander** la réalisation de l'exercice avec les corrections associées.

LEÇON EN VOL : PRISE DE TERRAIN MOTEUR REDUIT EN « L »	
Perception	A partir de la vent arrière, montrer l'exercice « Prise de terrain moteur réduit en L » tel qu'il est décrit dans la préparation.
Actions	**Demander** de revenir en vent arrière et guider la réalisation de l'exercice avec les corrections associées.
Exercice(s)	**Demander** la réalisation de l'exercice avec les corrections associées.

LEÇON EN VOL : PRISE DE TERRAIN MOTEUR REDUIT PAR ENCADREMENT	
Perception	A partir de la vent arrière, montrer l'exercice « Prise de terrain moteur réduit par encadrement » tel qu'il est décrit dans les préalables.
Actions	**Demander** de revenir en vent arrière, et guider la réalisation de l'exercice avec les corrections associées.
Exercice(s)	**Demander** la réalisation de l'exercice avec les corrections associées.

LEÇON EN VOL : PRISE DE TERRAIN MOTEUR REDUIT EN « U »	
Perception	A partir du segment vent arrière, montrer l'exercice « Prise de terrain moteur réduit en U » tel qu'il est décrit dans les préalables.
Actions	**Demander** de revenir en vent arrière, et guider la réalisation de l'exercice avec les corrections associées.
Exercice(s)	**Demander l**a réalisation de l'exercice avec les corrections associées.

LEÇON EN VOL : PANNE DE MOTEUR VERTICALE	
Perception	A partir de la verticale d'un aérodrome, montrer l'exercice « Panne moteur verticale » tel qu'il est décrit dans les préalables.
Actions	**Demander** de revenir à la verticale de l'aérodrome et guider la réalisation de l'exercice avec les corrections associées.
Exercice(s)	**Demander** la réalisation de l'exercice avec les corrections associées. Sur le terrain habituel puis sur des terrains se rapprochant de plus en plus d'un champ utilisable dans le cadre de la panne en campagne.

BILAN	
Analyse	L'élève visualise-t-il bien les angles de plané ? Effectue-t-il les corrections appropriées? Tient-il compte de l'effet du vent ? La précision recherchée sur le point d'aboutissement est-elle suffisante ? Tient-il correctement les vitesses adaptées aux différents segments ?
Programme	Préparer la leçon suivante : « Procédures de secours et d'urgence ».

3° COMMENTAIRES

La visualisation des angles de plané peut s'effectuer hors aérodrome ou sur un aérodrome en fonction du trafic.

Les virages sont à effectuer à 30° d'inclinaison pour donner le maximum de temps à la visualisation à inclinaison nulle.

La vitesse d'évolution doit être de 1.45 Vs1. La vitesse en finale doit être de 1.3 Vs1 ou Vref pour des raison de performance à l'atterrissage.

On ajoute + 5 kt pour tenir compte du redressement de la trajectoire plus important à l'arrondi.

Au point habituel de réduction des gaz, « casser » la pente pour rejoindre un plan sensiblement à 3° ce qui résorbera les 5 kts et amènera l'avion dans une situation connue pour l'arrondi.

La sortie des volets atterrissage permettant d'impacter avec un minimum d'énergie, ne doit intervenir qu'après l'analyse en finale et au plus tard pour garantir une stabilisation à 100 ft.

Les messages radio sont assurés par l'instructeur dans les perceptions et les actions, et par l'élève dans les exercices.

ERREURS FREQUENTES

DE L'ELEVE

- Stabilité incorrecte des vitesses due à l'**absence de compensation** fine.
- Focalisation sur la précision de la zone d'atterrissage en dégradant les paramètres de vol (Vi, symétrie, assiette, inclinaison).
- Inclinaison résiduelle en raison d'une focalisation sur la piste faussant la visualisation (absence de circuit visuel structuré).
- Sortie des volets atterrissage en finale sans analyse préalable.
- En segment de base l'élève est focalisé par le point d'aboutissement et néglige les autres avions en circuit.
- Déstabilise la finale en cherchant à amener le point d'aboutissement sur le point cible sans considérer les paramètres de vol.

DE L'INSTRUCTEUR

- Ne prépare pas assez ses démonstrations.
- Fait débuter un exercice sans un positionnement correct.
- Ne laisse pas l'élève en autonomie complète en phase exercice (et ne peut donc pas avoir une analyse objective de la performance).

SECURITE ET FACTEURS HUMAINS

La disponibilité de l'élève et de l'instructeur doit être importante. Ce type de leçon est impossible si le trafic en circuit est dense.

En vol moteur réduit la trajectoire est plus courte sur un plan plus fort par rapport aux autres circuits avec moteur. La rapidité de la descente, le manque de visibilité par en dessous font qu'il faut une vigilance accrue pour éviter l'abordage.

PAGE

LAISSEE

INTENTIONNELLEMENT

BLANCHE

LA VRILLE

OBJECTIF :

- Détecter les situations favorables à la vrille et l'éviter.

1° PREPARATION

DEFINITION

C'est la chute d'un avion suivant une trajectoire hélicoïdale au cours de laquelle l'incidence de décrochage est dépassée, le dérapage et les vitesses angulaires autour des trois axes peuvent être importants. C'est la conséquence d'un décrochage dissymétrique.



TECHNIQUE ECOLE DE MISE EN VRILLE VENTRE STABILISEE

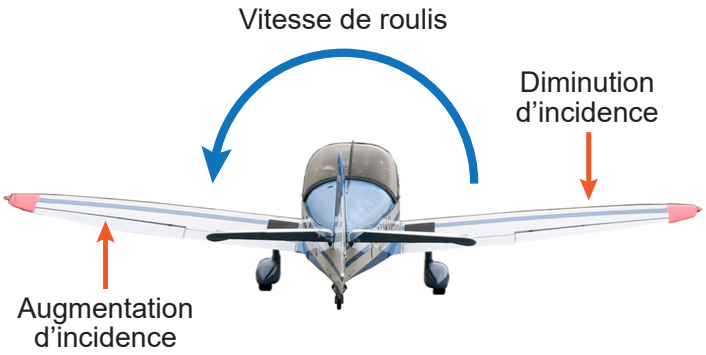
Après avoir choisi le sens de rotation en lacet de la vrille à exécuter :

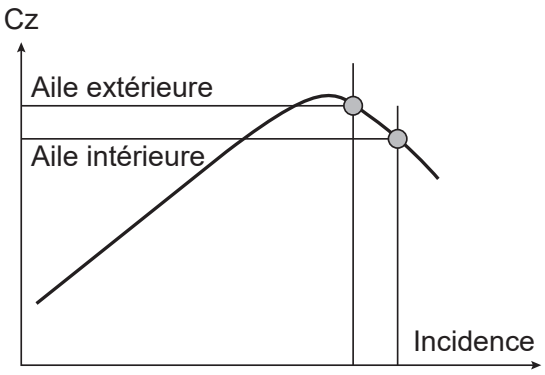
- Commencer une diminution de vitesse comme pour un décrochage,
- 5 km/h avant celui-ci mettre simultanément le manche en butée arrière centré et le palonnier à fond du côté de la rotation choisie.

CONSEQUENCES

Aux fortes incidences, la vitesse en lacet associée à un dérapage opposé, provoque :

- Une accélération de l'aile extérieure, donc une portance plus grande par rapport à l'aile intérieure d'où le roulis dans le sens du lacet.
- Un dérapage extérieur qui par effet dièdre induit un roulis dans le sens du lacet.





SORTIE VRILLE VENTRE

Sur les avions légers l'arrêt de vrille le plus rapide est toujours obtenu avec le palonnier opposé au sens de rotation. La position de la gouverne de profondeur dépend du masque aérodynamique qu'elle provoque sur la gouverne de direction. Les ailerons sont à positionner au neutre dans un but de simplification. Si la vrille s'engage avec de la puissance, la première action est de réduire totalement les gaz. La procédure de sortie de vrille à appliquer pour chaque avion est décrite dans son manuel de vol. A l'issue de la sortie de vrille repositionner les commandes au neutre.

Sur le Cap 10, la gouverne de profondeur est à positionner à cabrer.

CIRCONSTANCES DANS LESQUELLES UNE VRILLE PEUT SE PRODUIRE

La vrille est la conséquence d'une incidence proche du décrochage et d'une dissymétrie. On peut rencontrer cette situation dans les cas suivants :

- Dernier virage en circuit d'aérodrome en corrigeant la prise d'axe au palonnier.
- Demi-tour à basse hauteur en région montagneuse par exemple.
- Références visuelles dégradées, passage en IMC.
- Centrage arrière hors limite.

2° PLAN DE LA LEÇON

BRIEFING	
Objectif	Détecter les situations favorables à la vrille et l'éviter.
Préparation	La vrille, le vol lent, le décrochage, le facteur de charge en ressource, les problèmes de centrage et la symétrie du vol.
Organisation	L'étude de cette leçon sera abordée progressivement sur un avion autorisé vrille. Arrêter systématiquement la leçon si l'élève montre des signes d'indisposition.

LEÇON EN VOL : 1° IDENTIFICATION ET SORTIE DE LA VRILLE	
Perception	**Montrer** à l'élève les circonstances réelles dans lesquelles une vrille intempestive peut se produire. **Montrer** un décrochage dissymétrique à partir du vol lent et le départ en vrille qui en découle. Entre 1,3 et 1,45 de Vs, effectuer un virage serré dissymétrique à 45° d'inclinaison jusqu'au départ en vrille. Simuler un alignement sur axe à faible vitesse, moyenne inclinaison et en dérapage extérieur (Cas d'un mauvais alignement lors d'un dernier virage). Laisser s'engager la vrille. Dès que le phénomène est identifié, appliquer les consignes de sortie de vrille conformément au manuel de vol. Faire constater la hauteur perdue.
Actions	Provoquer des situations de vrille, **demander** à l'élève d'appliquer les consignes de sortie.

LEÇON EN VOL : 2° EVITEMENT DE LA VRILLE	
Perception	**Montrer** un décrochage dissymétrique à partir du vol lent. **Montrer** que si l'on revient aux petits angles d'incidence et de dérapage dès l'apparition du roulis au décrochage, la vrille est évitée.
Actions	**Guider** l'élève dans l'exécution et la récupération d'un décrochage dissymétrique.

BILAN	
Analyse	LEÇON ASSIMILEE : toutes les possibilités ont-elles été étudiées? L'élève applique-t-il les procédures de sortie de vrille conformément au manuel de vol ? NIVEAU PPL : l'élève identifie-t-il les situations favorables au départ en vrille et applique-t-il spontanément une procédure adaptée ?
Programme	Préparer l'étude des « Procédures d'urgence et de secours ».

3° COMMENTAIRES

Ne pas effectuer ce type de séance sans un solide briefing précédé d'un apport théorique substantiel ! La perception de ces manoeuvres sera abordée progressivement. Ne pas oublier de montrer qu'en général, si le pilote lâche les commandes lors de l'amorce de vrille volontaire sur un avion correctement centré, cette dernière s'arrête sans manoeuvre particulière (Consulter le manuel de vol de l'avion).

Dans le cas d'une vrille stabilisée, il est impératif de maintenir les actions de sortie de vrille jusqu'à l'arrêt de celle-ci et de les annuler pour ne pas engager la vrille dans l'autre sens.

ERREURS FREQUENTES

DE L'ELEVE

- Ne connaît pas la procédure de sortie de vrille de l'avion.
- Met du manche à l'opposé de la vrille d'où l'aplatissement.
- Veut arrêter la rotation avec le manche.
- Ne maintient pas les actions de sortie de vrille jusqu'à l'arrêt de celle-ci.
- Ne remet pas les commandes au neutre à l'arrêt de la rotation.
- Ressource brutale en sortie de vrille.

SECURITE ET FACTEURS HUMAINS

C'est un phénomène que tout pilote doit pouvoir identifier et éviter.

PAGE

LAISSEE

INTENTIONNELLEMENT

BLANCHE

PROCÉDURES ANORMALES ET D'URGENCE

OBJECTIF :

- Identifier une situation dégradée et appliquer la procédure adaptée.

1° PREPARATION

PREAMBULE

Dans toute situation les priorités s'organisent de la manière suivante :

- **PILOTAGE :**

  Piloter l'avion reste la priorité absolue en situation anormale ou d'urgence, cet item signifie la conservation ou la récupération du contrôle de l'avion en terme d'attitude, de vitesse et de trajectoire instantanée. Le pilote ne doit pas se précipiter sur la résolution d'un problème au détriment de la maitrise de l'aéronef.

- **TRAJECTOIRE :**

  La trajectoire future doit être conçue pour faciliter la gestion de l'événement en terme d'espace (prendre une option qui diminue la proximité des risques vis-à-vis du relief, des zones, des trafics, de la météo …) et de temps (limiter la pression temporelle, et déterminer le temps raisonnablement nécessaire pour traiter l'évènement). Ceci comprend les choix qui résulteront de l'application du processus décisionnel (nouvelle trajectoire, déroutement, IVV etc…).

- **COMMUNICATION :**

  L'analyse de l'événement doit être formalisée en interne (équipage) et en externe (ATC) afin de partager la conscience de la situation et le projet d'action. Ceci comprend, en particulier, les communications avec les services de contrôle afin d'obtenir toute l'assistance nécessaire.

  Cette communication externe, si elle est nécessaire, doit être effectuée sans délais inutile afin de sensibiliser rapidement le contrôle (message d'urgence ou de détresse) et doit être complétée après réalisation du processus décisionnel, le cas échéant.

Tout en respectant ces priorités les situations sont traitées en observant les principes suivants :

PROCEDURES ANORMALES

Les situations conduisant à la mise en oeuvre d'une procédure anormale n'ont pas un caractère d'urgence (l'ensemble des paramètres de vol sont maitrisés et vont continuer à l'être à court et moyen terme). Leur traitement se fait de façon méthodique et complète, le facteur temps n'ayant que peu d'influence.

Demander à l'élève de vérifier les conditions de fonctionnement du système incriminé :

- Commandes positionnées.
- Alimentation vérifiée.
- Protection vérifiée.
- Signalisation vérifiée.

Une fois les conditions de fonctionnement vérifiées et si le problème n'est pas résolu, rechercher dans le document d'exploitation (check-list tirée du manuel de vol) la procédure adaptée en lisant chaque item avec sa réponse.

Les procédures anormales sont décrites dans le manuel de vol

Mettre en évidence le circuit visuel propre à maintenir la trajectoire nominale (comme décrit au préambule).

A la fin de la procédure, effectuer un bilan sur l'état de performance du système incriminé et des conséquences éventuelles sur les autres systèmes (en utilisant un processus décisionnel structuré, FORDEC, ABDI…). Il en résulte une décision qui va impacter la suite du vol (poursuite vers la destination, déroutement, IVV…).

PROCEDURES D'URGENCE

Contrairement aux procédures anormales, le facteur temps joue un rôle essentiel dans une situation dynamique nécessitant des choix et l'exécution de procédures immédiats.

Avant toute action s'assurer du contrôle de l'avion et confirmer l'identification de la situation.

MESURES CONSERVATOIRES :

Contrôle de la trajectoire et actions mémorisées - impératif de temps- pour tenter de réduire la panne (procédure décrite dans le manuel de vol et reprise en général sur les check-lists) ce qui a pour effet de :

- Soit de retrouver une situation de fonctionnement normal ou faiblement dégradée et dans ce cas une check-list complémentaire est à exécuter (bilan, décision, info à la CA.), dans cette situation le traitement de la procédure d'urgence est terminé à ce stade et les actions suivantes relèvent des procédures normales ou anormales.
- Soit de minimiser les risques encourus mais obligeant le pilote à conduire un atterrissage forcé.

La procédure d'atterrissage forcé comprend trois points :

1° ASSURER LA SURVIE

Choisir une zone favorable comprise dans un cône inférieur à l'angle de plané de l'avion puis la rejoindre à finesse maximum. Affiner le choix du terrain en fonction des critères suivants (utilisation du VERDO vu à l'IVV):

Bien que les critères soient identiques à ceux décrits dans la leçon sur l'IVV, les possibilités d'évolution et la pression temporelle amèneront l'équipage vers un choix forcément plus limité.

- Longueur de la zone d'accueil, axe constitué d'un ou plusieurs champs successifs.
- Dégagement, relief, obstacles (lignes électriques), penser à l'approche interrompue lors des exercices d'entraînement.
- Pente si elle est décelable (tout atterrissage dans le sens descendant est à éviter si possible).
- Vent, force et direction.
- Nature du sol. Préférer dans l'ordre :
  - Les chaumes.
  - Les champs labourés hersés.
  - Les cultures fourragères.
  - Les cultures de céréales.
  - Les champs labourés non hersés.
  - Les cultures hautes: maïs, tournesol, tabac...

Eviter les plans d'eau.

La forêt : Mieux vaut se poser sur la cime des arbres que dans une clairière trop étroite.

Décider d'une stratégie d'évolution pour rejoindre le point d'aboutissement en faisant appel aux exercices d'entraînement moteur réduit. Se raccrocher à quelque chose de connu, de préférence une étape de base qui permet la meilleure perception du rapport hauteur /distance de l'avion par rapport au point d'aboutissement. **Adopter une vitesse de sécurité (1,45 Vs) lors des évolutions.**

2° ALERTER

Si le temps le permet car cet aspect ne doit jamais prendre la priorité sur la précision de pilotage en basse altitude. Prendre les mesures suivantes:

- Message de détresse,
- Transpondeur 7700,
- Balise de détresse sur « manuel ».

3° MINIMISER LES RISQUES

Lorsque l'atterrissage forcé est proche, prendre des dispositions de nature:

- A limiter les risques d'incendie par la fermeture du carburant et l'arrêt de l'alimentation générale.
- A limiter les conséquences du choc pour les personnes à bord: position adéquate, protection avec des vêtements, lunettes ôtées, ceintures serrées.
- A donner l'ordre d'évacuation pour éviter les effets de panique.

2° PLAN DE LA LEÇON

BRIEFING	
Objectif	Identifier une situation dégradée et appliquer la procédure adaptée.
Préparation	Identification et classement de ces situations inhabituelles et leur traitement adapté (actions, check-list, manuel de vol et manuel d'exploitation).
Organisation	Cet apprentissage doit être étalé sur plusieurs leçons afin de familiariser graduellement l'élève avec les situations de secours et d'urgence.

LEÇON EN VOL : 1° PROCEDURES ANORMALES	
Perception	Indiquer à l'élève différentes conditions anormales de fonctionnement d'un système : • Signal visuel: alarme lumineuse ambre, drapeau sur instrument, paramètres de vol ou moteur... • Signal auditif: avertisseur de train non sorti ... • Signal olfactif: fuite de carburant ... **Montrer** les procédures permettant de maîtriser les différentes situations. Insister sur la hiérarchisation des tâches : Pilotage, Trajectoire, Communications...
Actions	**Guider** l'élève pour détecter et traiter différentes situations anormales. L'aider dans la gestion des priorités en insistant sur la maitrise de la trajectoire. Guider l'utilisation d'un processus décisionnel.
Exercices	**Provoquer** des situations anormales qui amèneront l'élève à les détecter et à mettre en oeuvre les procédures adéquates.

LEÇON EN VOL : 2° PROCEDURES D'URGENCE	
Perception	Indiquer à l'élève différentes situations d'urgence : • Signal visuel : indicateur lumineux rouge, fumée, flammes... • Signal auditif: bruits anormaux, perte de puissance... • Signal olfactif: odeur d'incendie. **Montrer** les mesures conservatoires pour tenter de réduire l'événement, évaluer les dommages, puis décider de la procédure à adopter.
Actions	**Guider** l'élève pour détecter et traiter différentes situations d'urgence. **Guider** le choix des priorités jusqu'à la simulation d'atterrissage forcé.
Exercices	**Provoquer** des situations d'urgence qui amèneront l'élève à appliquer les procédures associées tout en établissant un classement judicieux dans la hiérarchie des tâches à accomplir.

BILAN	
Analyse	L'élève est-il capable de restituer correctement les procédures anormales et d'urgence lorsqu'elles sont nécessaires ? L'élève exécute-t-il de façon spontanée les procédures anormales et d'urgence en réponse aux situations générées par l'instructeur ?
Programme	Cet entraînement s'effectue au cours de leçons « normales ». Pas de préparation particulière.

3° COMMENTAIRES

Ces situations sont déclenchées au cours de vols d'entraînement normaux sur annonce précise par l'instructeur.

La progression se fera en commençant par les situations anormales et se poursuivra par le traitement des situations d'urgence.

Lorsque l'évènement est déclenché lors d'une phase à forte charge de travail, (approche, décollage...) les actions normales relatives à cette phase sont traitées en priorité (trajectoire).

A l'issue de chaque entraînement, faire le point sur le niveau de restitution, prévoir les étapes à venir et évaluer avant le vol le niveau de mémorisation des actions à entreprendre en situation d'urgence.

ERREURS FREQUENTES

DE L'ELEVE

- Pas de vérification périodiques,
- Procédures anormales ou d'urgence non connues ou incomplètes,
- Priorité au traitement de la panne au détriment de la trajectoire,
- Changements répétitifs de choix du champ pendant l'évolution amenant à perdre l'accessibilité de toute surface adéquate.

SECURITE ET FACTEURS HUMAINS

Une bonne préparation et un entraînement régulier sont le meilleur gage de maîtrise et de sécurité des vols.

PAGE

LAISSEE

INTENTIONNELLEMENT

BLANCHE

VIRAGE À FORTE INCLINAISON EN DESCENTE MOTEUR RÉDUIT

OBJECTIF :

- Garder la maîtrise de l'avion lors d'une descente dans un espace restreint (passage dans un trou de la couche nuageuse).

1° PREPARATION

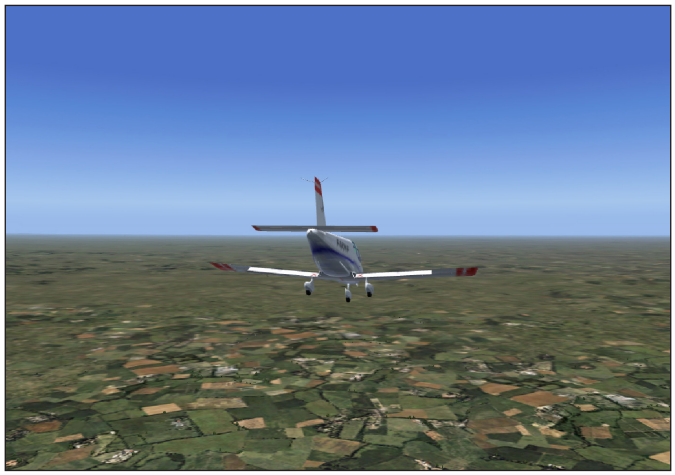
VIRAGE A FORTE INCLINAISON EN DESCENTE MOTEUR REDUIT

PHASE PREPARATOIRE :





Préparer l'avion pour la descente : avion stabilisé en configuration atterrissage à 1.45 Vs0 en palier ou en légère descente.





CONTROLE DE LA DESCENTE :

Stabilisation du virage à 45° d'inclinaison à Vi stable. Contrairement à un changement de cap, on installe l'avion sur une spirale stabilisée qui n'est pas une phase transitoire, on s'autorisera donc à compenser pour améliorer le maintien des paramètres et éviter le risque non négligeable de départ en virage engagé.



- L'effort en tangage est maintenu durant toute la réalisation du virage afin de conserver la vitesse stable.
- La visibilité pouvant être réduite dans les situations réelles conduisant à exécuter cette manoeuvre, l'horizon artificiel est largement utilisé pour controler l'assiette et l'inclinaison.
- L'altimètre est utilisé pour anticiper l'approche d'une éventuelle altitude de sécurité.
- La puissance étant constante (tout réduit), un écart de vitesse doit immédiatement être corrigé par une variation d'assiette ET le cas échéant, un retour à l'inclinaison cible.

  Tout dépassement des 45° d'inclinaison engendrera une augmentation sensible du taux de chute qui se traduira par une augmentation rapide de la vitesse. Dans ce cas, une action seule en assiette sans retour à l'inclinaison initiale peut conduire au virage engagé.

APRES PASSAGE SOUS LA COUCHE NUAGEUSE :





Passage en palier croisière (en appliquant la procédure de remise de gaz tout en conservant une trajectoire de palier).

Note : *une attention particulière doit être portée sur le contrôle de la vitesse : risque de dépassement de la VFE si la rentrée des trainées est tardive ou risque d'approche du décrochage si la remise en puissance est délayée ou inadéquate.*

2° PLAN DE LA LEÇON

BRIEFING	
Objectif	Garder la maîtrise de l'avion lors d'une descente dans un espace restreint.
Préparation	Révision de l'inclinaison, du facteur de charge, de la vitesse de décrochage et de la conduite du vol VFR au dessus de la couche.
Organisation	Débuter la perception à une hauteur minimale de sécurité. Si la perception est réellement effectuée au dessus de la couche , s'assurer du plafond disponible sous la couche.

LEÇON EN VOL : VIRAGE A FORTE INCLINAISON EN DESCENTE MOTEUR REDUIT	
Perception	Mettre en place un scénario réaliste. Montrer le processus de prise de décision : • recherche des informations météo. • Evaluation du plafond sous la couche. • Evaluation de l'espace nécessaire pour une descente en spirale. Montrer la préparation de l'avion pour la descente. Montrer la mise en descente. Montrer la mise en virage, faire observer : la vitesse stable, le vario stable, le circuit visuel qui passe par l'horizon artificiel, insister sur la compensation. En sortie de virage, montrer le retour au palier croisière.
Actions	**Guider** l'élève dans l'exécution de virage à forte inclinaison en descente moteur réduit. Faire noter l'importance de la compensation. Insister sur le circuit visuel. Faire noter que l'information « horizon naturel » ne sera pas nécessairement disponible en cas réel. **Guider** l'élève pour le retour au vol en palier croisière.
Exercice(s)	**Demander** à l'élève de réaliser des virages à forte inclinaison moteur réduit, à partir d'un scénario réaliste.

BILAN	
Analyse	LEÇON ASSIMILEE : l'élève est-il capable d'effectuer correctement des virages à forte inclinaison en descente moteur réduit ? L'élève est il capable de dérouler un processus de prise de décision complet ?

3° COMMENTAIRES

La perception des difficultés de ces manoeuvres sera abordée progressivement.

La proximité de la Vfe en évolution demande de porter une attention particulière à la stabilisation de la vitesse.

Pour les besoins du contrôle de compétence, le candidat devra démontrer sa capacité à évoluer à 45° d'inclinaison. En situation réelle, l'inclinaison pourra être adaptée (en diminution) en fonction de la taille du secteur d'évolution possible.

La leçon sera abordée sur un aspect TEM (Threat and Error Management) en insistant sur le processus de prise de décision.

Faire appliquer une méthode de prise de décision (FORDEC, ABDI…).

Note : insister sur la menace que représente une descente dans un trou de la couche nuageuse :

- Relief proche de la couche.

- Trafic en transit sous la couche.

- Sortie du domaine de vol avion.

- Perte de références extérieures et de contrôle durant le virage.

Cette procédure n'est pas la seule à pouvoir être appliquée, d'autres solutions peuvent exister en fonction de la situation. Le processus de prise de décision revêt ici une importance particulière.

ERREURS FREQUENTES

DE L'ELEVE

- Mauvaise maîtrise de l'assiette en virage,
- Mauvais contrôle de la vitesse,
- Mauvais contrôle de la symétrie,
- Mauvais dosage des corrections d'assiette.
- Compensation négligée.
- Oubli de la C/L après décollage dans la séquence de passage en palier croisière.

SECURITE ET FACTEURS HUMAINS

Cette manœuvre doit être considérée comme une procédure anormale.

L'ESTIME ÉLÉMENTAIRE

OBJECTIF :

- Déterminer en fonction du vent le cap a prendre pour suivre une route et le temps nécessaire pour rejoindre un point sol donné. Choisir une altitude ou un niveau de vol.

1° PREPARATION

QUAND PRATIQUER L'ESTIME ?

Lorsque l'on cherche à joindre deux points par le trajet le plus direct : la ligne droite.

DETERMINATION DES ELEMENTS DE L'ESTIME SANS VENT

CALCUL DE LA ROUTE MAGNÉTIQUE

Route magnétique = Route vraie - Déclinaison (négative pour ouest).

CALCUL DU TEMPS SANS VENT

Facteur de base (Fb) = 60/Vp

Temps sans vent = Distance x Fb

CHOIX DU NIVEAU OU DE L'ALTITUDE

3 critères sont pris en considération pour déterminer le niveau ou l'altitude de croisière :

la réglementation	la sécurité	l'aspect opérationnel

REGLEMENTATION

Le choix de l'altitude ou du niveau de vol obéit :

- Aux règles de survol,
- Au maintien des conditions vmc,
- Aux règles de passage des zones,
- À la règle semi-circulaire.

SECURITE

En cas de mauvais temps par exemple, une hauteur de survol de 500 ft au-dessus de l'obstacle le plus élevé jusqu'à 5 Nm de part et d'autre de la route peut être envisagée.

ASPECT OPERATIONNEL

En conditions normales, voler en niveau de vol peut offrir un certain nombre d'avantages (confort, visibilité, portée radio, portée visuelle, vent favorable, absence de turbulence, performances de l'avion...).

DETERMINATION DES ELEMENTS DE L'ESTIME AVEC VENT

Utiliser la prévision météo du vent en altitude pour déterminer le cap magnétique et le temps corrigé du vent. Faire évaluer par l'élève une correction logique avant de lui demander des calculs précis.

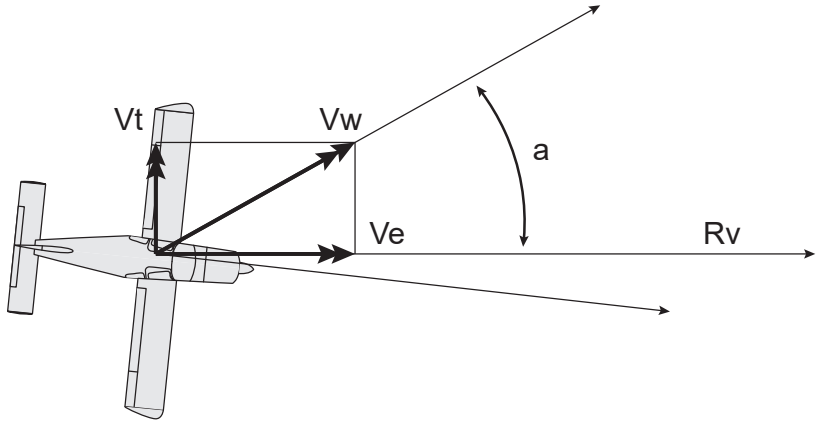
Le sens des corrections a plus d'importance que la valeur des corrections.

À l'échéance du temps calculé l'avion se trouvera à l'intérieur d'un cercle d'incertitude dont le rayon est égal au dixième de la distance parcourue.

ANGLE AU VENT

C'est l'angle compris entre la route vraie et la direction du vent (a).

ENVELOPPE DE MASSE ET CENTRAGE



Vent traversier (Vt) =
vent Vw x sin angle au vent (a)

Vent effectif (Ve) =
vent Vw x cos angle au vent (a)

Pour déterminer rapidement les valeurs de Vt et Ve (sinus et cosinus)

Se reporter à la page des commentaires.

CALCUL DE LA DERIVE

Pour calculer une dérive, on peut suggérer la procédure suivante : (Fb = facteur de base)

Dérive = vent traversier x Fb

Ou dérive = dérive maxi (Vw x Fb) x sin angle au vent (a)

La dérive est à arrondir aux 5° près.

CALCUL DU CAP MAGNETIQUE

Cap magnétique = route magnétique +/- dérive, donner à l'élève une correction logique :

Le cap de l'avion doit toujours être entre la route et la direction du vent.

CALCUL DU TEMPS DE VOL AVEC VENT

1ERE METHODE : PAR LA VITESSE SOL

Vitesse sol = Vitesse propre +/- Vent effectif

Le temps de vol peut être calculé à partir d'un nouveau facteur de base issu de la vitesse sol.

2EME METHODE: PAR POURCENTAGE DU VENT EFFECTIF

Pourcentage = Vent effectif / Vitesse sol

Le temps de vol peut être calculé à partir du temps sans vent affecté du pourcentage du vent effectif.

Temps avec vent = Temps sans vent +/- (temps sans vent x pourcentage)

ERREUR SYSTEMATIQUE

Lorsque les conditions sont peu favorables, faire évaluer par l'élève un sens logique d'orientation de la trajectoire en fonction du vent.

2° PLAN DE LA LEÇON

BRIEFING	
Objectif	Déterminer en fonction du vent, le cap à prendre pour suivre une route et le temps nécessaire pour rejoindre un point sol donné. Choisir une altitude ou un niveau de vol.
Préparation	Rappels sur la Rv, Rm, Cm, Fb, effets du vent et principes de base de la navigation.
Organisation	Après l'éducatif de la phase de perception, distribuer l'apprentissage dans le temps en augmentant progressivement la difficulté.

LEÇON EN VOL	
Perception	A partir d'une origine précise, verticale de l'aérodrome de départ par exemple, **demander** à l'élève de prendre le cap calculé et de le maintenir pendant le temps calculé en fonction du vent estimé vers un nouvel aérodrome à découvrir ou tout autre point remarquable. La durée de l'estime ne doit pas être inférieure à une dizaine de minutes. (penser à vérifier le directionnel au départ de chaque tronçon). **Montrer** que l'utilisation du cap et de la montre est une méthode fiable de navigation. Pour convaincre l'élève, le tronçon se fait sans l'aide de la carte jusqu'à l'approche du repère où elle est utilisée pour identification. L'avion se trouve-t-il à l'intérieur du cercle d'incertitude r = D / 10 ? Dans les 2 dernières minutes l'élève doit faire un balayage méthodique du secteur avant. La tenue de cap est alors primordiale.
Actions	A partir du repère identifié, **guider** l'élève pour actualiser les éléments prévus au sol (cap magnétique, temps, altitude ou niveau) sur un tronçon où les effets du vent sont différents du tronçon précédent.
Exercice(s)	A partir du repère identifié, **demander** à l'élève d'actualiser les éléments prévus au sol (cap magnétique, temps, altitude ou niveau) sur d'autres tronçons. **Demander** de compléter progressivement le travail par la lecture de carte, les contacts radio, les points tournants réduits (Top, cap, altitude, estimée).

BILAN	
Analyse	LEÇON ASSIMILEE : l'élève est-il capable de préparer et de gérer de façon satisfaisante la navigation à l'estime? NIVEAU CPL : les critères d'exigence sont : • Rapidité et précision de calcul, • Précision et stabilité de la tenue des paramètres
Programme	Dès que cette leçon est correctement assimilée, passer à la leçon « Le cheminement ».

3° COMMENTAIRES

Insister sur la préparation au sol pour faciliter le travail en vol.

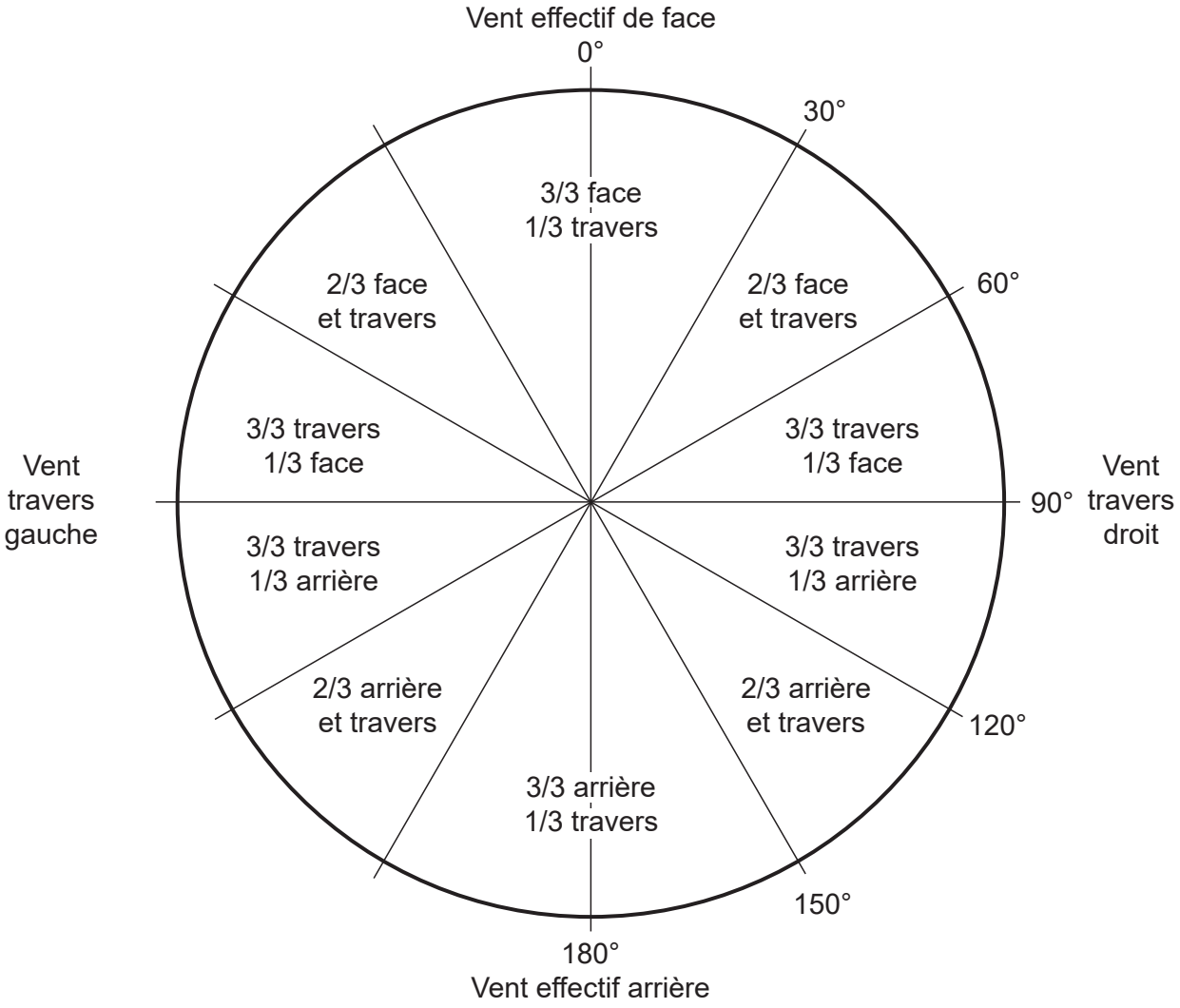
Insister sur le maintien précis du cap (alignement).

Donner une méthode simple pour évaluer en vol l'actualisation des paramètres.

La démonstration est d'autant plus convaincante que le vent est bien établi.

Utilisation d'une check-list point tournant qui permet de balayer tous les items.

Pour déterminer les valeurs de cosinus et sinus et de vent effectif ou traversier de façon simple, on pourra utiliser différentes méthodes comme le principe des tiers arrondis ou le moyen mnémotechnique basé sur l'association de l'angle au vent à l'heure :



CALCUL APPROCHÉ

Le calcul exact fait appel à une calculatrice et n'est pas facilement utilisable en vol.

Dans le but de limiter la charge de travail liée aux calculs, il est préconisé de travailler plus simplement avec des ordres de grandeur. Compte tenu des valeurs de vent rencontrées et de la précision du pilotage, la méthode suivante permet de déterminer le Cw et le Hw ou Tw avec un degré de précision suffisant pour les calculs les plus courants.

Le moyen mnémotechnique de cette méthode est basé sur l'association de l'angle au vent à l'heure.

L'angle de 15° est associé à 15 minutes soit à un quart d'heure donc sin 15° = 1/4.

L'angle de 30° est associé à 30 minutes soit à une demi heure donc sin 30° = 1/2.

L'angle de 45° est associé à 45 minutes soit à trois quarts d'heure donc sin 45° = 3/4.

L'angle de 60° est associé à 60 minutes soit à une heure donc sin 60° et au-delà de 60° = 1.

Cette méthode permet d'obtenir un niveau de précision suffisant pour la détermination de la composante de vent traversier au regard des limitations avion.

Pour le calcul approché de la composante de vent effectif, la méthode repose sur la notion d'angle complémentaire. Ainsi, cos 60° = sin 30°, cos 75° = sin 15°, etc…

La détermination des composantes de vent traversier et de vent effectif est donnée par le tableau suivant :

α	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
Cw	0	1/4 x Vw	1/2 x Vw	3/4 x Vw	Vw	Vw	Vw
Hw et Tw	Vw	Vw	Vw	3/4 x Vw	1/2 x Vw	1/4 x Vw	0

Exemple :

DTK = 310°
Vent = 100° pour 30 kt

Calcul de l'angle au vent :

- l'angle aigu est égal à 30°

Le tableau ci-dessus indique pour 30° d'angle au vent.
Cw (Kt) = ½ Vw = ½ x 30 = **15 kt**

La matérialisation du vent permet de déterminer un vent arrière.
Tw (Kt) = 1 x Vw = 1 x 30 = **30 kt**

Domaine d'application

Cette méthode de calcul approché est parfaitement adaptée à une utilisation en vol.

ERREURS FREQUENTES

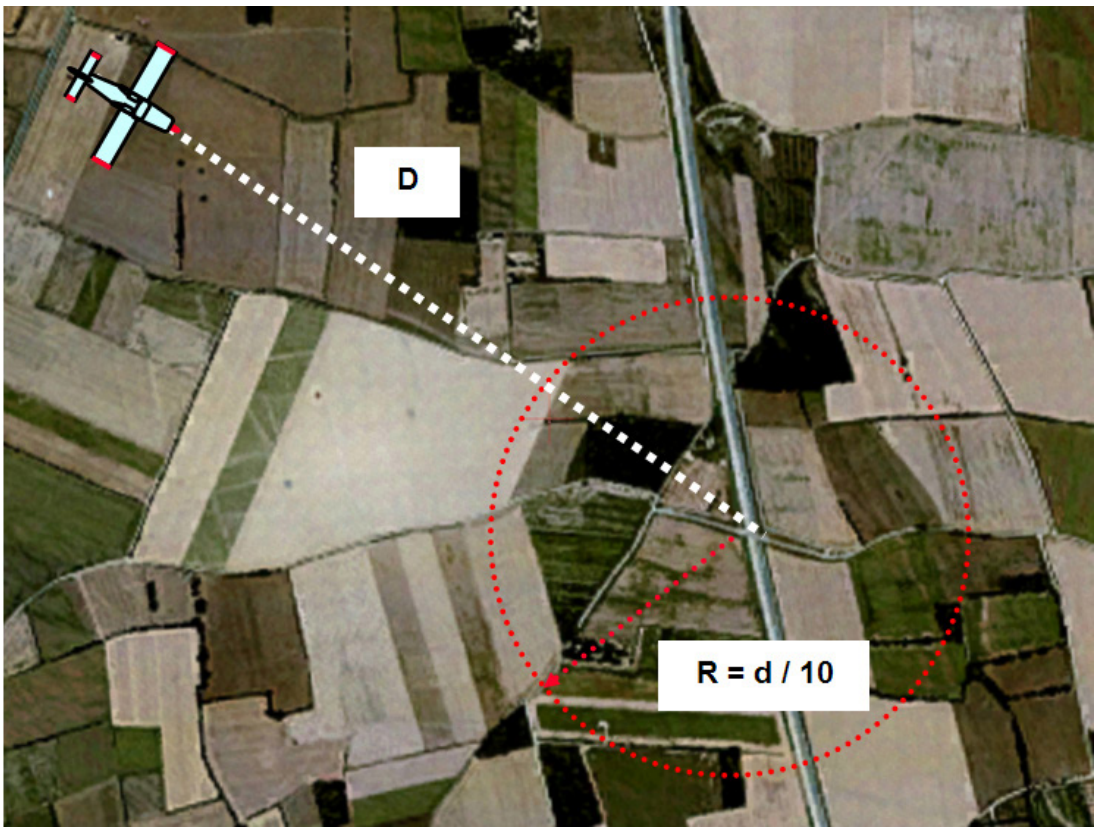
DE L'ELEVE

- N'a pas confiance en la méthode,
- Manque de bon sens pour valider les calculs,
- Corrige la dérive du mauvais côté,
- Anxiété de ne pas trouver le repère à l'approche de celui-ci,
- Oubli de vérifier le directionnel après la prise de cap,
- Tendance à changer de cap à l'approche de l'aérodrome.

SECURITE ET FACTEURS HUMAINS

Cette leçon va conditionner les performances de l'élève en navigation car elle va lui donner confiance en cette méthode de navigation.

LE CERCLE D'INCERTITUDE :



Au cap et au temps calculé en fonction du vent, l'avion sera situé dans un cercle d'incertitude dont le rayon est égal au dixième de la distance.

LE CHEMINEMENT

OBJECTIF :

- Connaître la position de l'avion et faire route en suivant des repères avec une évaluation du temps de vol et de l'orientation moyenne.

1° PREPARATION

DÉFINITION

Le cheminement consiste à suivre des lignes naturelles ou artificielles jalonnées elles-mêmes de repères importants pas toujours facilement identifiables.

QUAND CHEMINER ?

Chaque fois qu'une partie de la navigation amène à longer un repère naturel ou artificiel.

Chaque fois que, les conditions météorologiques n'étant pas bonnes, il est possible de suivre un repère.

En cas de déroutement ou d'égarement ou d'erreur systématique (aller chercher volontairement un repère naturel ou radio-électrique et le suivre).

COMMENT PRATIQUER LE CHEMINEMENT ?

Ne pas oublier de placer les repères sur votre gauche et ne pas les quitter des yeux.

Lever systématiquement le doute sur la position en identifiant les caractéristiques des points remarquables et leur orientation.

En vol, la charge de travail est élevée et il n'est pas toujours possible d'utiliser une règle ou un rapporteur.

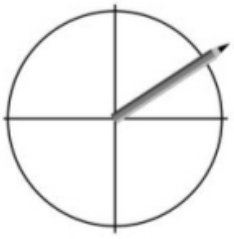
Il est parfois nécessaire de calculer les distances et les routes sans le secours d'instrument.

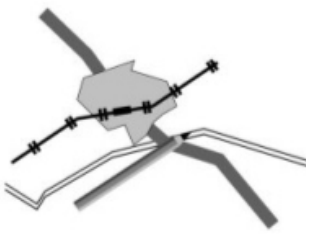
Calcul des distances :

- Les doigts peuvent être étalonnés. En moyenne la largeur d'un doigt correspond à une distance de 5 miles nautiques sur une carte à l'échelle 1 / 500 000,
- Reporter la distance mesurée avec un objet sur le méridien sachant que 1° vaut 60 Nm.

Pour calculer la route de façon plus précise, on peut également estimer son orientation en utilisant la rose d'un VOR ce qui a l'avantage de donner directement une route magnétique.







2° PLAN DE LA LEÇON

BRIEFING	
Objectif	Connaître la position de l'avion et faire route en suivant des repères avec une évaluation du temps de vol et de l'orientation moyenne.
Préparation	Signes conventionnels de la carte aéronautique de l'OACI au 1/500 000ème éditée par l'IGN. Méthode d'identification des repères. Pourquoi, quand et comment cheminer ?
Organisation	Au cours d'un déplacement vers un aérodrome à identifier, pratiquer le cheminement.

LEÇON EN VOL	
Perception	Préparer au sol un déplacement vers un aérodrome en suivant une voie naturelle ou artificielle. Faire remarquer les symboles propres à la carte, les repères particuliers, les lignes naturelles ou artificielles utilisables pour le trajet. **Montrer** la situation et l'orientation des repères, des reliefs et des forêts. La taille des agglomérations. Faire situer les aérodromes par rapport à des repères remarquables.
Actions	**Guider** l'élève lors de la réalisation de la navigation par cheminement préparée au sol. Faire remarquer que l'orientation de la carte dans le sens de la marche peut favoriser l'identification des repères. A partir de la représentation sur la carte, montrer les repères au sol (caractéristiques, taille et orientation). Le circuit visuel est fondé sur des aller-retour entre la carte et le sol. **Montrer** l'utilité de contrôler la situation d'un repère (embranchement de plusieurs vallées par exemple), et l'ordre d'interception des différents repères. **Montrer** la difficulté de la lecture de carte du fait de : • La visibilité oblique réduite, • La hauteur de vol souvent basse lors d'un cheminement. • La similitude de certains repères, • Les changements saisonniers. Identifier de façon rationnelle l'aérodrome d'arrivée.
Exercice(s)	**Demander** à l'élève de rejoindre des repères en utilisant la technique du cheminement à différentes hauteurs.

BILAN	
Analyse	NIVEAU PPL : l'élève utilise-t-il systématiquement cette méthode de navigation lorsque la situation s'y prête (MTO, déroutement, égarement...) ? Lève-t-il le doute en vérifiant la cohérence de plusieurs repères ? NIVEAU CPL : en supplément des éléments du niveau PPL, le cheminement est-il utilisé pour optimiser la navigation ? Le pilote connaît-il exactement sa position tout au long de la navigation ?
Programme	Préparer la leçon suivante sur l'estime contrôlée par lecture de carte entre aérodromes.

3° COMMENTAIRES

S'attacher au lever de doute par détermination de l'orientation du repère.

Faire identifier de façon rationnelle des points remarquables sur le parcours.

Faire percevoir la correspondance entre la carte et le sol, y compris les teintes hypsométriques.

Utiliser les notions de temps parcouru ou restant.

ERREURS FREQUENTES

DE L'ELEVE

- Erreur d'orientation.
- Ne prend pas en compte le relief et la nature du sol.
- Mauvaise perception de la taille des agglomérations.
- Mauvais choix de l'altitude de vol conduisant à de mauvaises conditions de visibilité.
- Correspondance inadéquate entre la route suivie et la route prévue.
- Pliage de la carte inadapté.

SECURITE ET FACTEURS HUMAINS

C'est la base de la navigation quand rien ne va plus (météo dégradée, vol à basse hauteur, aucune réception des moyens radio, déroutement).

C'est aussi une concentration d'avions sur les mêmes itinéraires dans une tranche d'altitude réduite: regarder dehors et survoler les ligne naturelles en se plaçant de préférence à leur droite.

Souvent le vol en situation dégradée augmente le niveau de stress de l'élève par crainte d'égarement.

NAVIGATION

OBJECTIF :

- Organiser une phase de départ, naviguer a l'estime contrôlée par lecture de cartes, déterminer le début de descente et s'intégrer dans le circuit d'aérodrome.

1° PREPARATION

LE JOURNAL DE NAVIGATION

Dist rest	Rm	Posit.	Dist	Temp	Heure		Note
					Estimé	Réel	
195	170	LFLS	25	12			
170	170	Voie ferrée	20	10			Z sécu 2500 ft
150	170	Fleuve	30	15			Z sécu 1500 ft - VOR 050°
120		Ville					Z sécu 3500 ft - VOR 060°

Le journal de navigation est le résultat de la préparation du vol. **Sa présentation doit être claire, aérée, sans surcharge et comporter les informations essentielles.**

ORGANISATION DE LA TRAJECTOIRE DE DEPART

ORIGINE DE LA NAVIGATION



1 - Le décollage ou,

2 - Un repère remarquable en local de l'aérodrome de départ ou,

3 - La vent arrière.

Lorsque l'origine de la navigation est située sur l'aérodrome, la trajectoire de départ a une influence sur le temps de vol du premier tronçon en fonction du type de départ (Voir schéma ci-dessus).

Au temps calculé, il convient d'ajouter :

- Une minute dans le cas n°1.
- Deux minutes dans le cas n°2.
- Trois minutes dans le cas n°3, ou dans ce cas là, une prise de top travers aérodrome permet d'avoir un point d'origine plus précis.

CHOIX DE LA TRAJECTOIRE DE DEPART

La trajectoire de départ est choisie en fonction du QFU en service :

- Sens du premier virage.
- Cap à suivre pour intercepter la route.
- Influence de la trajectoire de départ et de l'altitude recherchée, sur le temps de vol du premier tronçon.

COMMUNICATION

Quitter la fréquence en sortie de circuit ou d'espace aérien.

AVION

Arrivé et stabilisé à l'altitude ou au niveau recherché, effectuer la check- list croisière.

POINT TOURNANT

Au départ ou au passage de chaque repère, apprendre à l'élève à être méthodique dans la hiérarchie des tâches à réaliser.

TRAJECTOIRE

TOP : prendre un top chrono, index sur l'heure de passage.

CAP : maintenir, corriger ou effectuer un changement de cap si nécessaire.

ALTITUDE : maintenir ou changer d'altitude ou de niveau en fonction de la météo, du relief et des zones.

ESTIMÉE : noter l'heure de passage et calculer l'estimée du point suivant en fonction du temps du précédent tronçon.

COMMUNICATION

RADIO : effectuer un message radio si nécessaire.

RADIONAVIGATION : organiser les aides radioélectriques de la prochaine branche.

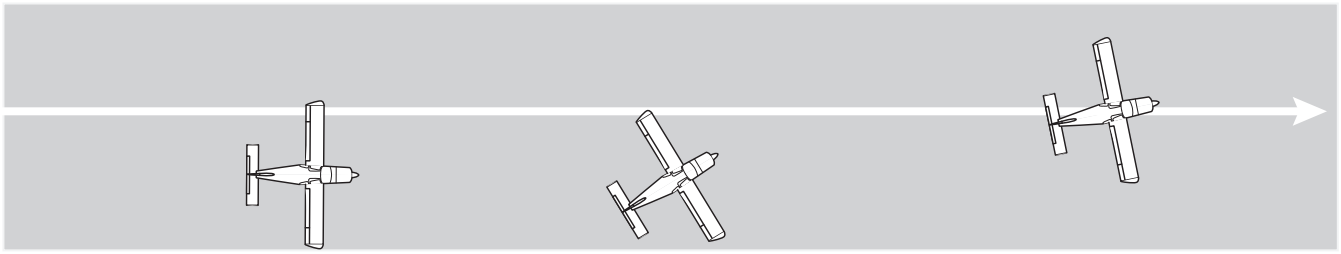
AVION

MOTEUR : s'assurer du bon fonctionnement du moteur et des systèmes.

ESSENCE : estimer la consommation, vérifier les jauges, effectuer un changement de réservoir si nécessaire, estimer le carburant restant.

DIRECTIONNEL : vérifié.

CORRECTION DE ROUTE



- Altération de cap à vue ou,
- Altération de cap égale au double de l'écart de route constaté dans un temps égal à celui écoulé.

Puis reprendre le cap précédent corrigé de l'écart constaté.

CORRECTION DE TEMPS

AVEC CONNAISSANCE APPROXIMATIVE DU VENT

- A partir du point d'origine de la navigation prendre le cap magnétique égal à la route magnétique.
- Calculer l'heure estimée d'arrivée sur le prochain point de report en tenant compte du temps sans vent.

C'est lors du passage du premier repère qu'il est possible d'apprécier l'écart de temps.

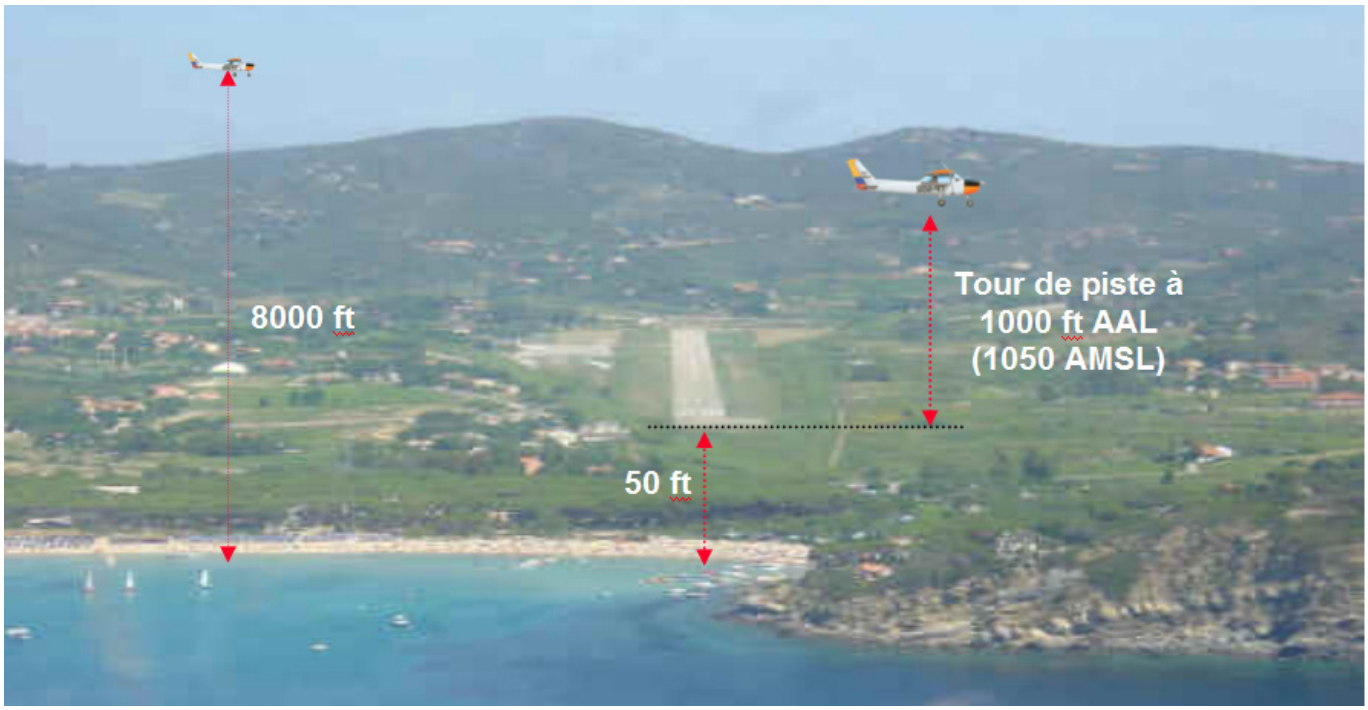
Par exemple, si le temps estimé sans vent est de 12 minutes et le temps réel est de 14 minutes, l'écart est de 2 minutes pour 12 minutes. Si le tronçon suivant est de 6 minutes par exemple le temps estimé avec vent est de 7 minutes.

AVEC CONNAISSANCE PRECISE DU VENT

- A partir du point d'origine de la navigation prendre le cap magnétique calculé.
- Calculer l'heure estimée d'arrivée sur le prochain point de report en tenant compte du temps estimé avec vent.

C'est lors du passage du premier repère qu'il est possible d'apprécier l'écart de temps.

DETERMINATION DU DEBUT DE LA DESCENTE



Habituer l'élève à annoncer l'altitude à laquelle il doit s'arrêter.

Il existe plusieurs méthodes permettant de déterminer le début de descente. Dans les deux exemples qui suivent :

- Le n° 1 l'exprime en temps de vol.
- Le n° 2 l'exprime en distance.

1° EN TEMPS DE VOL

Dans le cas ci-dessus, il convient de perdre une altitude de ~7000 ft.

En conduisant un vario confort de - 500 ft par minute, il faut débuter la descente 14 minutes avant l'arrivée plus 3 minutes d'anticipation qui correspondent à un palier de stabilisation avant l'aérodrome et ces 3 minutes permettent de résorber une descente mal stabilisée.

Dans ce cas : TOP DESCENTE 17 minutes avant l'heure estimée d'arrivée.

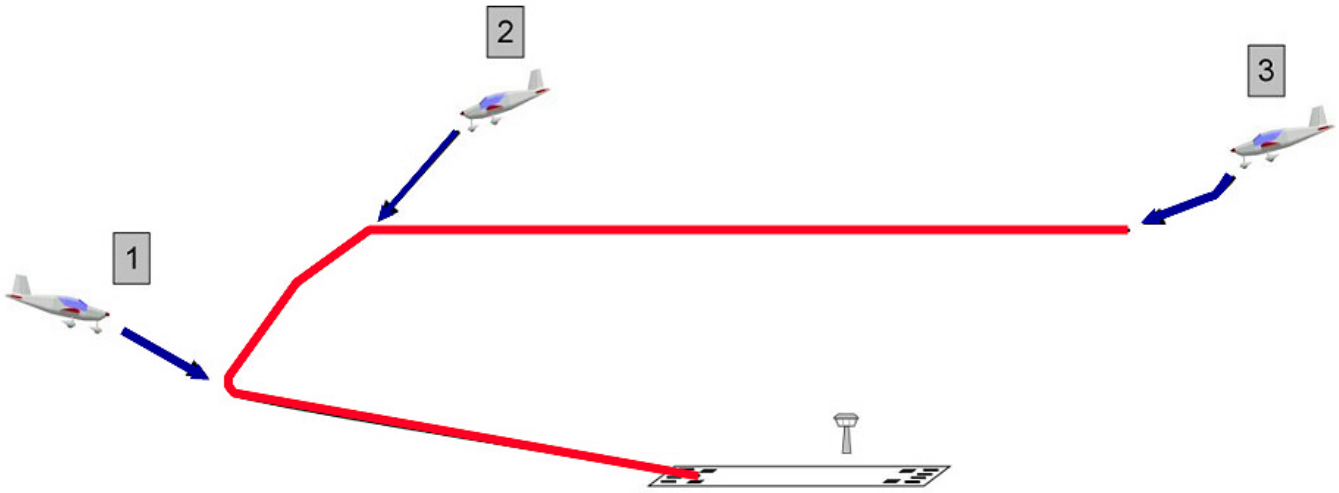
2° EN DISTANCE

On peut considérer que sur les avions légers non pressurisés, la descente de croisière s'effectue sur un plan approximativement égal à 2° soit 200 ft/NM.

Mise en descente sur un plan de 2°: 7000 / 200 = 35 nautiques avant l'aérodrome d'arrivée plus 5 nautiques d'anticipation qui correspondent à un palier de stabilisation avant l'aérodrome et ces 3 minutes permettent de résorber une descente mal stabilisée .

Dans ce cas : TOP DESCENTE 40 nautiques avant le point d'arrivée.

ORGANISATION DE L'ARRIVEE SUR UN AERODROME CONTROLE



Le type d'arrivée est déterminé en fonctions des informations relatives : à la météorologie, au trafic dans la circulation d'aérodrome, aux restrictions de survol et aux instructions du contrôle. Trois tactiques de raccordement au circuit sont envisageables :

1 - Arrivée directe.

2 - Arrivée semi-directe.

3 - Arrivée en vent arrière.

CHRONOLOGIE DE L'INTEGRATION

S'INFORMER :

De préférence avant la descente, confirmer l'accessibilité en contactant le service tour et en écoutant l'ATIS.

DECIDER DE LA TACTIQUE D'INTEGRATION :

En fonction des paramètres et instructions reçus, préciser la tactique d'arrivée (rôle du briefing arrivée).

S'ORGANISER :

Affichage des radio-com. et radionav., effectuer la check-list avant descente ou approche.

SÉCURITÉ :

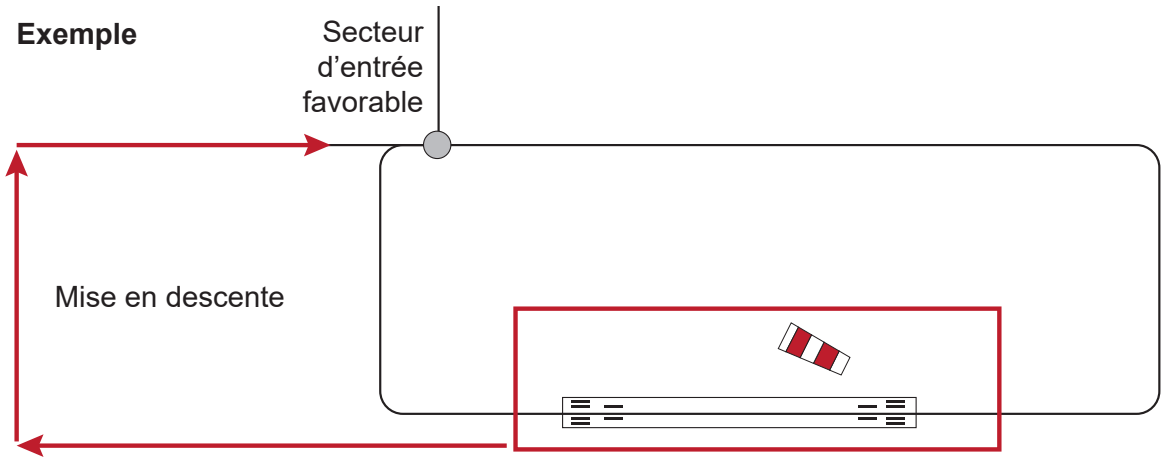
Assurer l'anti-abordage par tous les moyens disponibles (surveillance extérieure, écoute radio, phares, feux à éclats et régulation de vitesse en fonction du trafic).

ORGANISATION DE L'ARRIVEE SUR UN AERODROME NON CONTROLE

L'observation verticale terrain doit se faire, si possible au-dessus du plus haut des circuits publiés, la trajectoire devrait se composer d'une succession de lignes droites (pour observer le sol et les trafics) et de virages qui constituent un carré.

La reconnaissance verticale terrain ne doit pas se limiter à la manche à air, tous les paramètre liés à l'atterrissage doivent être observés (trace sol du circuit de piste, état de la piste et des voies de circulation, activité au sol et en vol, etc…).

Exemple



COMMUNICATIONS SUR UN AÉRODROME NON CONTRÔLÉ

A L'ARRIVÉE

- Avant de s'intégrer dans la circulation d'aérodrome,
- En vent arrière,
- En base,
- En finale,
- Lorsque la piste est dégagée,
- Sur l'aire de trafic (parking).

AU DÉPART

- Sur l'aire de trafic avant de se déplacer,
- Au point d'arrêt avant de pénétrer sur une piste,
- Une fois aligné avant de décoller,
- Lorsqu'il quitte la circulation d'aérodrome.

NOTA

Sur les aérodromes n'ayant pas de fréquence assignée, le message radio doit toujours commencer par le nom de l'aérodrome suivi de l'indicatif de l'aéronef et de sa position.

2° PLAN DE LA LEÇON

BRIEFING	
Objectif	Organiser une phase de départ, naviguer à l'estime contrôlée par lecture de cartes, déterminer le début de descente et s'intégrer dans le circuit d'aérodrome.
Préparation	Le journal de navigation, les trajectoires de départ, les erreurs de route et de temps, l'estime et le cheminement, le calcul de la descente, les intégrations sur les aérodromes contrôlés et non-contrôlés.
Organisation	Tous les éléments de la leçon ne peuvent être traités en un seul vol. S'attacher à distribuer l'apprentissage dans le temps et de façon graduelle en variant les types d'aérodrome de destination.

LEÇON EN VOL	
Perception	**Montrer** à l'élève les différentes trajectoires de départ. **Montrer** la lecture de carte et le calcul des estimées. **Montrer** l'exploitation du journal de navigation. **Montrer** les erreurs de route et de temps sur les repères appropriés ainsi que les méthodes de corrections. Avant le point tournant, décider des changements de route et d'altitude en fonction de l'environnement. **Montrer** la procédure du point tournant. **Montrer** le calcul du point de descente. **Demander** les paramètres de l'aérodrome d'arrivée et montrer la préparation de la tactique d'intégration. **Montrer** et commenter différents types d'intégrations sur des aérodromes contrôlés et non contrôlés.
Actions	**Guider** l'élève dans la réalisation progressive de tous les items définis lors de la phase de perception à l'occasion de navigations simples puis de plus en plus complexes.
Exercice(s)	**Demander** à l'élève de réaliser des navigations entre des aérodromes variés en utilisant la méthode de l'estime contrôlé par cheminement. **Demander** à l'élève de mettre progressivement en application tous les apprentissages de cette leçon.

BILAN	
Analyse	• LEÇON ASSIMILEE : l'élève connaît-il toutes les procédures proposées lors des séances en vol relatives à cette leçon ? • NIVEAU PPL : l'élève maîtrise-t-il et applique-t-il systématiquement les différents items de cette leçon ?
Programme	Préparer la suite logique de cette leçon : Aides de radio-navigation.

APPLICATION AU VOYAGE

OBJECTIF :

- Préparer et actualiser le voyage avant le départ. Naviguer a vue en zones réglementées y compris en espaces contrôlés. Gérer une quantité de carburant. Organiser un déroutement.

1° PREPARATION

PREPARATION A LONG TERME

- **Rassembler** les documents et informations nécessaires au vol en utilisant une documentation à jour.
- **Vérifier** l'accessibilité de l'aérodrome (longueur de piste, notams...) Et des services (météo, carburant...).
- **Etudier** les particularités liées au départ et aux trajectoires d'arrivée (trajectoires radio-balisées, directes ou imposées à basse hauteur ce qui impose une bonne préparation).
- **Montrer** l'intérêt d'un itinéraire direct et en niveau de vol qui permet de s'affranchir du relief tout en utilisant les aides radio-électriques.
- **Organiser** la route avec la carte radio-navigation au 1/1 000 000ème en fonction des moyens radio-électriques, de la perméabilité des zones à traverser, du climat, du relief etc.
- **Envisager** un itinéraire de « mauvais temps » avec la carte au 1/500 000ème qui permet d'arriver avec une visibilité et un plafond dégradés en évitant le relief et sans utiliser les moyens radio-navigation (cheminement en général).
- **Demander** à l'élève de prévoir le bilan carburant aussi bien dans le voyage projeté que dans les dégagements éventuels. En fonction de l'étape et de l'autonomie de l'avion, envisager une escale permettant un avitaillement.
- **Apprendre** à l'élève à préparer un journal de navigation.

PREPARATION A COURT TERME (la veille ou le jour)

Exploiter les renseignements aéronautiques à jour concernant le trajet et les aérodromes de départ, d'arrivée et de dégagement.

Apprendre à organiser et analyser les informations MTO en partant de la situation à grande échelle (TEMSI, vent) vers une échelle plus fine (TAF, METAR, spéci, etc). Faire comparer les prévisions et les observations.

Evaluer l'incidence de la météo sur le vol projeté :

- Aérodromes de départ, arrivée et dégagement,
- Altitude de vol et minima VFR,
- Sécurité et identification des repères,
- Précipitations, turbulences et givrage,
- Influence sur le temps de vol, la dérive, la consommation (penser à faire refaire un bilan carburant par vent fort de face),
- Penser à la nuit aéronautique,
- En fonction de la situation météo sur les aérodromes, faire prévoir par l'élève un projet d'action sur les configurations de piste au départ et à l'arrivée (trajectoires de départ et d'arrivée, VFR spécial).

Apprendre à comparer la préparation actualisée et le savoir-faire du pilote afin d'en déduire une décision de vol ou pas.

La décision de départ prise, calculer les éléments du chargement et du centrage ainsi que les limitations opérationnelles pour le décollage et l'atterrissage.

Réviser la trajectoire de départ en fonction du QFU (sens du virage, cap d'arrêt pour rejoindre la route, origine de la navigation, ...).

Actualiser le journal de navigation.

CONDUITE DU VOL

Effectuer la visite pré vol de l'avion, vérifier la validité des documents réglementaires, dépôt éventuel du plan de vol.

Apprendre à l'élève à s'organiser à bord en fonction de l'espace disponible afin de permettre un travail méthodique.

Montrer à l'élève que la navigation consiste à comparer en permanence la trajectoire réelle et celle qui était souhaitée afin d'en déduire les actions correctives.

Rappeler la nécessité d'une bonne tenue de cap. Evaluer le vent et comparer avec ce qui était prévu afin de pouvoir actualiser l'autonomie restante.

Rechercher les informations auprès des services spécialisés et faire remarquer que bien souvent les réalités du vol diffèrent de ce qui était prévu.

Montrer que la préparation est une référence à partir de laquelle on peut adapter sa conduite du vol. Demander à l'élève de savoir se situer en permanence sur la carte en cherchant à identifier des repères .

Utiliser systématiquement la méthode du « point tournant » et donner des façons pratiques d'utiliser les documents dans les différentes phases de vol.

Enfin, insister sur une attitude de raisonnement en matière de sécurité plutôt que le respect aveugle de la réglementation.

ORGANISER UN DEROUTEMENT

C'est savoir réaliser un changement de destination consécutivement à une difficulté d'ordre mécanique ou météorologique avec précision sans préparation préalable.

La procédure consiste à :

- Savoir faire le point.
- Savoir estimer la nouvelle route.
- Savoir prendre le cap compte tenu du vent constaté.
- Savoir apprécier les distances et les repères intermédiaires.
- Savoir estimer l'heure d'arrivée, et le carburant nécessaire.
- Savoir utiliser l'erreur systématique, le cheminement, l'aide de moyens radionavigation et l'aide des services de la navigation aérienne.
- Savoir, une fois cette nouvelle orientation réalisée, tracer la route et mesurer distances et route si les conditions le permettent.
- Savoir tenir un nouveau journal de navigation ou marquer sur la carte les heures de passage des repères ou les changements de caps éventuels.
- Savoir rechercher les fréquences radio nécessaires.
- Savoir identifier les zones réglementées éventuelles.
- Savoir réaliser un bilan carburant.

S'assurer, lors des éducatifs, que la procédure de déroutement est exécutée avec succès afin que l'élève puisse avoir confiance dans cette façon de conduire son vol.

Savoir utiliser les cartes d'aérodromes et tous les renseignements pouvant faciliter l'accès à l'aérodrome (radial VOR, Route magnétique, etc...).

RADIONAVIGATION

OBJECTIF :

- Apprendre à utiliser un VOR ou un ADF afin de pouvoir se situer géographiquement par rapport a une station et à naviguer. Suivre un radial en rapprochement ou en éloignement d'une station.

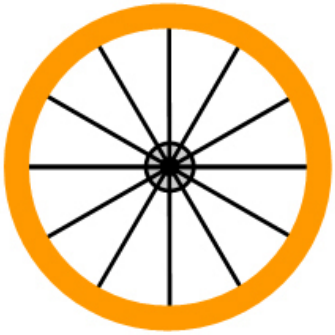
1° PREPARATION

QUAND PRATIQUER L'ESTIME ?



Sélectionner une route sur l'indicateur VOR détermine un axe radioélectrique. Mais choisir une route et l'afficher détermine également un autre axe imaginaire coupant perpendiculairement le premier à la verticale de la station.

Cet axe va déterminer les secteurs TO et FROM Les informations données par le VOR sont indépendantes du cap de l'avion.



On peut comparer les radials radioélectriques d'une station VOR aux rayons d'une roue de bicyclette qu'un avion va traverser au cours de son vol.

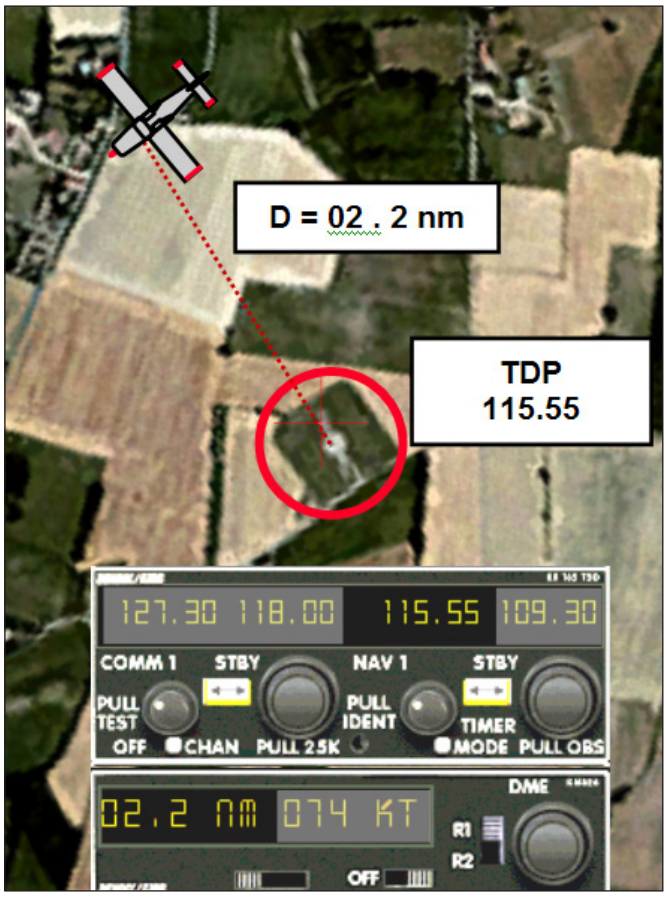
En cherchant sur quel rayon il se trouve, le pilote pourra se situer de façon satisfaisante en reportant l'information sur sa carte.

DEUX VOR POUR SE SITUER

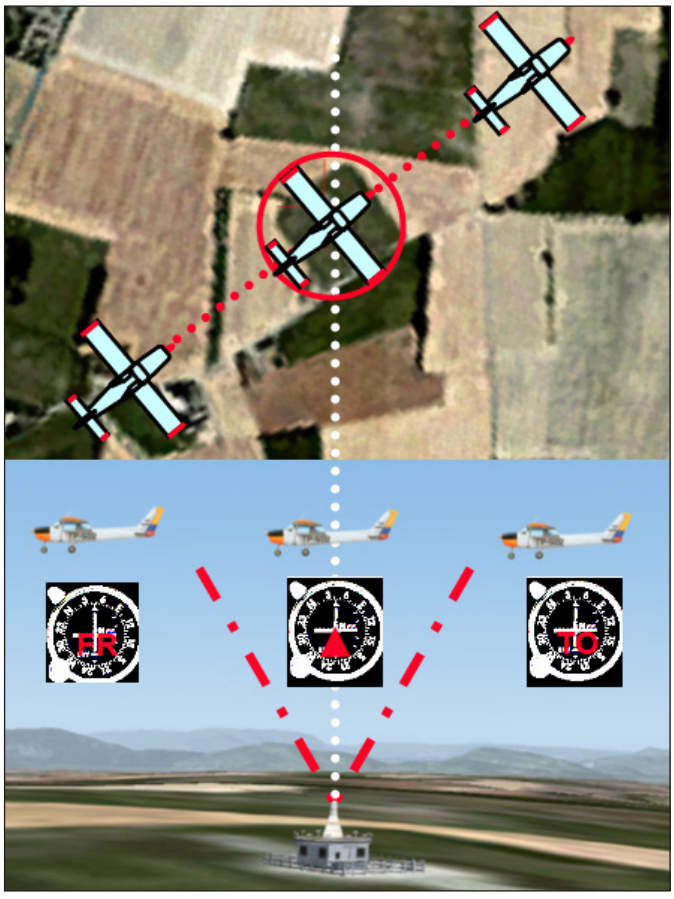


Une plus grande précision est obtenue en utilisant 2 VOR permet-tant de trouver sur quelle intersection se situe l'appareil.

UN VOR-DME POUR SE SITUER



LE VOR POUR SE DIRIGER



DEUX VOR POUR SE SITUER

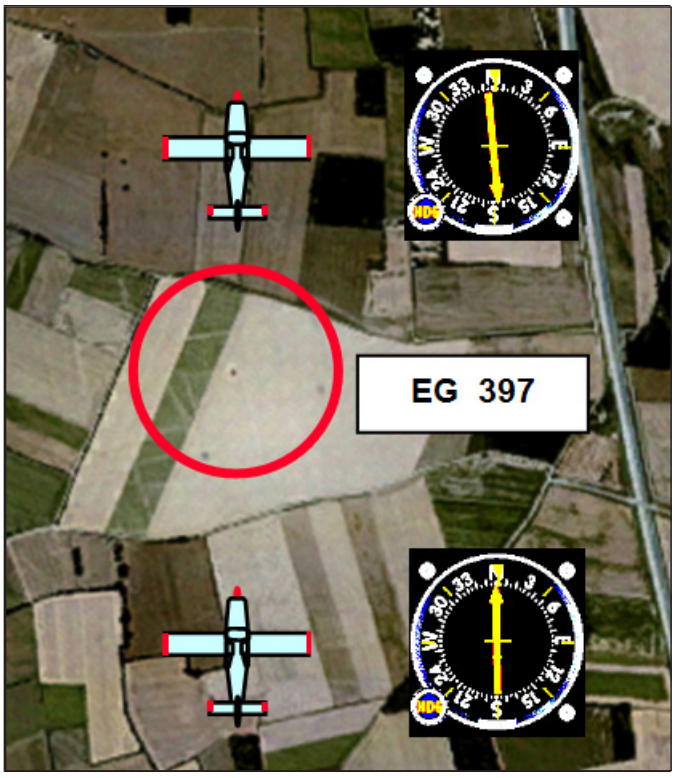
l'ADF va afficher sur l'indicateur de bord la direction de la station choisie. Contrairement au VOR, les informations sont dépendantes du cap suivi par l'avion.

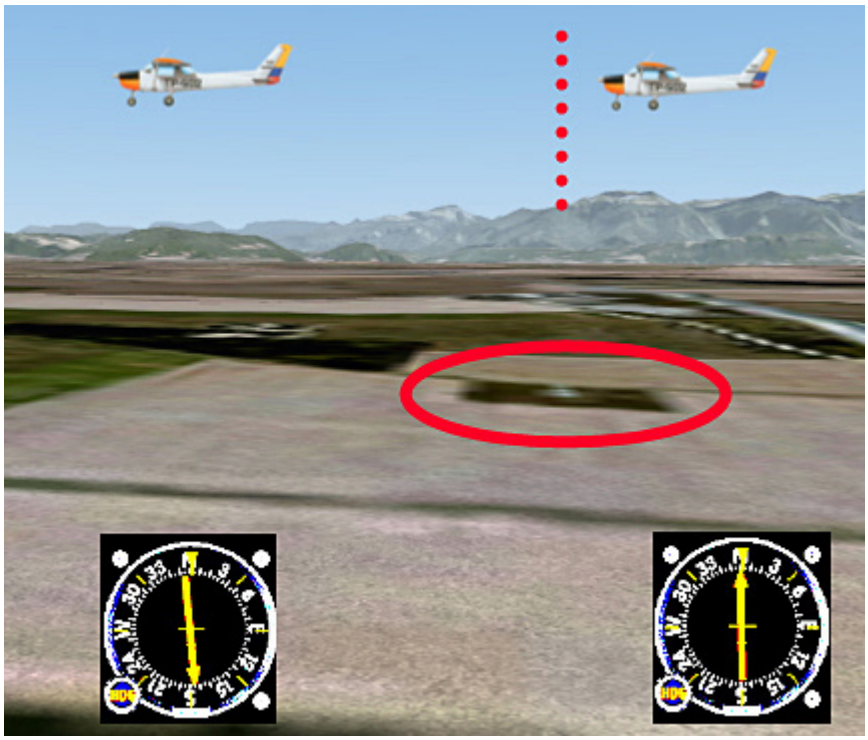
Pour utiliser une station ADF il faut :

- Mettre le récepteur en marche et afficher la fréquence voulue.
- Vérifier l'indicatif morse et la cohérence de l'indication de l'aiguille.
- Faire le test de bon fonctionnement.

L'aiguille de l'instrument de bord indique un gisement.







2° PLAN DE LA LEÇON

BRIEFING	
Objectif	Apprendre à utiliser un VOR afin de pouvoir se situer géographiquement par rapport à une station et à naviguer. Suivre un radial en rapprochement ou en éloignement d'une station.
Préparation	Rappels : mise en oeuvre du VOR, radial en éloignement, radial en rapprochement, interception, correction de dérive, cône d'incertitude.
Organisation	Effectuer la séance de préférence à l'aide de VOR proches du terrain de départ pour les éducatifs. Guidage verbal uniquement.

LEÇON EN VOL : 1° LE VOR POUR SE SITUER	
Perception	Au sol rechercher sur la documentation les stations VOR utilisées pour la leçon, montrer la mise en oeuvre du système et la non réception des signaux. **Montrer l**'apparition des informations après le décollage (portée optique) et identifier, rechercher le secteur géographique de l'avion par rapport à un radial. **Montrer,** par une évolution de 180° que l'information est indépendante du cap de l'avion. Faire percevoir que l'on peut se situer avec plus de précision si l'on dispose de deux stations (recoupement sur la carte) et / ou d'un DME.
Actions	Aider l'élève à mettre en oeuvre l'ensemble récepteur-indicateur, à identifier les signaux, à préciser sa position sur la carte par un recoupement et/ou un DME. L'aider à distribuer son attention afin que trajectoire et sécurité soient toujours prioritaires.
Exercice(s)	**Demander** à l'élève de se situer avec précision en utilisant des VOR différents - si possible - de ceux de la phase de perception.

LEÇON EN VOL : 2° LE VOR POUR SE DIRIGER	
Perception	**Demander** à l'élève de se situer par rapport à un VOR à l'aide d'une information radial en rapprochement. **Montrer** que le fait de prendre le cap de cette route ne permet pas nécessairement de se maintenir sur cet axe (dérive). **Montrer** que l'aiguille du VOR indique le sens de la correction si le cap suivi est voisin de la route sélectionnée. Donner un ordre de grandeur pour le retour sur l'axe (30° de convergence à plus de 3 min. de la station puis diminution de l'amplitude à moins de 3 min.). Insister sur l'anti-abordage à l'approche du VOR. **Montrer** le passage à la verticale: battements d'aiguille, passage TO/FR, le temps nécessaire à la stabilisation du FR.
Actions	**Guider** l'élève pour la poursuite de l'axe sélectionné avec l'information radial en éloignement. L'aider à revenir sur axe en fonction de la distance par rapport à la station et à afficher une dérive.
Exercice(s)	**Demander** à l'élève des alignements sur radial en rapprochement, des verticales station puis des alignements sur des routes identiques ou différentes sur radial en éloignement vers des repères choisis à l'avance ou vers un aérodrome.

BILAN	
Analyse	LEÇON ASSIMILEE ET NIVEAU PPL : le choix des stations est il judicieux? La mise en oeuvre est elle complète et les informations radial en rapprochement/ éloignement bien différenciées? Interceptions d'axes, corrections, approches et passages à la verticale sont- ils effectués normalement ?
Programme	Préparer les leçons sur l'ADF.

BRIEFING	
Objectif	Apprendre à utiliser un radiocompas ou ADF afin de pouvoir se situer géographiquement par rapport à une station et à naviguer.
Préparation	Rappels : Mise en oeuvre de l'ADF, radial en rapprochement/éloignement, correction de dérive, passage verticale.
Organisation	Effectuer la séance de préférence à l'aide des ADF proches du terrain de départ pour les éducatifs. Guidage verbal uniquement.

LEÇON EN VOL : 1° L'ADF POUR SE SITUER	
Perception	Rechercher sur la documentation les stations ADF utilisées pour la leçon. **Montre**r la mise en oeuvre du système et la réception possible des signaux sur le parking. **Montrer** les informations après le décollage et identifier. Rechercher le secteur géographique de l'avion par rapport à un radial en utilisant la méthode du calcul (cap + gisement) ou plus simplement en reportant le cap sur la couronne mobile de l'instrument (RMI du pauvre). **Montrer** par une évolution de 180° que l'information est dépendante du cap de l'avion contrairement au VOR. Faire percevoir que l'on peut se situer avec plus de précision si l'on dispose de deux stations (recoupement sur la carte ADF/ADF ou ADF/VOR).
Actions	**Aider** l'élève à mettre en oeuvre l'ensemble récepteur-indicateur, à identifier les signaux, à préciser sa position sur la carte par un recoupement. **L'aider** à distribuer son attention afin que trajectoire et sécurité soient toujours prioritaires.
Exercice(s)	**Demander** à l'élève de se situer avec précision en utilisant des ADF différents - si possible - de ceux de la phase de perception.

LEÇON EN VOL : 2° L'ADF POUR SE DIRIGER	
Perception	**Demander** à l'élève de se situer par rapport à un ADF à l'aide d'une information radial en rapprochement. Montrer que le fait de prendre le cap de cette route ne permet pas nécessairement de se maintenir sur cet axe (Dérive). **Montrer** que l'aiguille de l'ADF indique la direction de la station. Faire percevoir qu'en cas de vent il sera possible de parvenir à la verticale de la station à condition de maintenir un gisement qui correspond à la valeur de la dérive. **Montrer** qu'il est possible d'obtenir le même résultat en effectuant une « courbe du chien ». Faire remarquer les battements de l'aiguille au passage de l'indicatif ainsi que son basculement au passage de la verticale.
Actions	**Guider** l'élève pour le suivi d'un radial en rapprochement vers une station radiocompas. L'aider à déterminer le vent, la dérive et à maintenir un gisement constant. Le guider vers le même objectif grâce à la « courbe du chien ».
Exercice(s)	**Demander** à l'élève des alignements sur radial en rapprochement, des verticales stations afin de se diriger vers un aérodrome.

BILAN	
Analyse	LEÇON ASSIMILEE ET NIVEAU PPL : le choix des stations est-il judicieux ? la mise en oeuvre est-elle complète et les informations radial en rapprochement/ éloignement bien différenciées? Suivis d'axes à l'aide de gisements constants ou reports sur balise grâce à la méthode dite « courbe du chien ».
Programme	Préparer les leçons sur les moyens utilisables en cas d'égarement (imminence des nav. solo).

3° COMMENTAIRES

Dans le cadre d'un vol VFR, les aides radioélectriques sont des moyens secondaires de confirmation d'une navigation ou d'une recherche de position. L'ADF pourra également être utilisé pour reconnaître plus finement la position d'un aérodrome de destination situé dans une zone dépourvue de repères facilement identifiables.

ATTENTION : L'utilisation du VOR et de l'ADF apporte un confort évident dans le déroulement d'une navigation. Il faut cependant rester vigilant car une balise radioélectrique suppose parfois une importante concentration de trafics VFR et IFR. en rapprochement et en éloignement.

Sensibiliser l'élève à l'anti-abordage à proximité des balises de percées IFR et lui apprendre à informer le contrôle de sa position même si en transit le contact radio n'est pas obligatoire dans certains cas.

Lors des différentes phases d'apprentissage, aider l'élève à distribuer son attention afin que trajectoire et sécurité soit toujours prises en compte de façon prioritaire.

PAGE

LAISSEE

INTENTIONNELLEMENT

BLANCHE

ÉGAREMENT

OBJECTIF :

- Fixer les priorités, déterminer un secteur de position probable ou un axe de ralliement à l'aide de tous les moyens disponibles et réorganiser la navigation.

1° PREPARATION

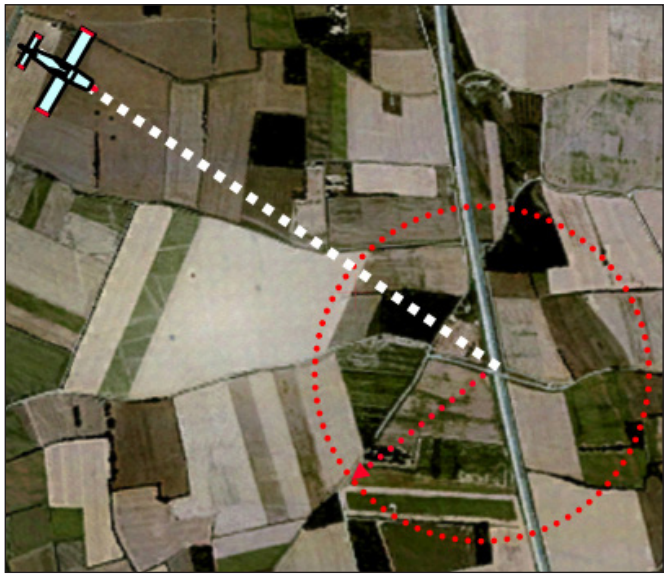
En cas d'égarement le pilote dispose de plusieurs techniques pour faire le point; elles sont rappelées dans le schéma ci-dessous. Il convient que le commandant de bord, responsable de la sécurité, mette en oeuvre le plus rapidement possible la solution la mieux adaptée.

Dès que la position est reconnue, reprendre la navigation. En l'absence de confirmation instrumentale (avion non équipé ou impossibilité de monter en altitude - hors de portée VHF -), la méthode la plus courante consiste à pratiquer l'erreur systématique en direction d'un gros repère avant de réorienter la navigation vers l'aérodrome de destination ou un aérodrome de dégagement.

CERCLE D'INCERTITUDE

Au bout du temps calculé, l'avion se trouvera dans un cercle d'incertitude dont le rayon est égal à :

1 / 10è de la distance parcourue. (voir leçon : « l'estime élémentaire ». Peut se pratiquer également dans le cas de l'erreur systématique.



ADF OU VOR



GONIO



RADAR



GPS


OKRIX
BR29A
LFLA
Auxerre
OSKIN
PRS DEST.
BRG
GS
DST
GeoPilot
AvMap

2° PLAN DE LA LEÇON

BRIEFING	
Objectif	Fixer les priorités, déterminer un secteur de position probable ou un axe de ralliement à l'aide de tous les moyens disponibles et réorganiser la navigation.
Préparation	Rappels sur l'identification d'un repère, le cercle d'incertitude, gonio, radar. Revoir la procédure d'atterrissage de précaution.
Organisation	Cette leçon va trouver sa place avant la première navigation solo. La perception peut s'effectuer en secteur à proximité de l'AD de départ mais les exercices seront distribués pendant les dernières navigations en double commande.

LEÇON EN VOL	
Perception	Au cours d'une simulation d'égarement montrer à l'élève comment se situer. Cercle d'incertitude estimé en fonction du temps écoulé par rapport au dernier point identifié, intersection VOR si l'altitude est suffisante, se situer par rapport à un ADF, utiliser le GPS. Reprendre la navigation à l'estime à partir de la position estimée ou en utilisant le principe de l'erreur systématique pour rallier un repère bien identifiable qui deviendra une nouvelle origine de navigation. **Montrer** qu'il est possible de se positionner en utilisant les services de la circulation aérienne (gonio, radar). Faire percevoir à l'élève la nécessité d'interrompre le vol en cas d'impossibilité de se situer surtout en cas de conditions MTO particulièrement dégradées ou en fin d'autonomie.
Actions	Désorienter l'élève dans un secteur qui ne lui est pas familier et le **guider** afin qu'il puisse se positionner en utilisant les différentes méthodes énoncées (cercle d'incertitude ,GPS, VOR, gonio...). L'aider à utiliser tous les moyens disponibles en fonction de l'équipement de l'avion. L'aider à choisir la meilleure solution lui permettant de reprendre sa navigation (erreur systématique, GPS, VOR...).
Exercice(s)	**Demander** à l'élève de se situer et de reprendre sa navigation en cas d'égarement réel ou après avoir effectué des manoeuvres de désorientation. RAPPEL : Cette leçon devra être assimilée avant le départ pour la première navigation solo.

BILAN	
Analyse	LEÇON VUE : tous les éléments de la leçon ont ils été abordés ? NIVEAU PPL : le pilote est il capable de se positionner en utilisant tous les moyens disponibles en cas d'égarement ? Est il en mesure de reprendre en sécurité sa navigation par quelque procédé que ce soit ? Utilise-t-il l'aide des services de la circulation aérienne ? NIVEAU CPL : en complément des exigences PPL, le pilote optimise-t-il la procédure par le choix du moyen le plus pertinent pour se situer ? La navigation est elle poursuivie sur la route la plus directe en fonction des conditions météorologiques ?
Programme	Préparer la leçon « Perte des références extérieures ».

PAGE

LAISSEE

INTENTIONNELLEMENT

BLANCHE

PERTE DES RÉFÉRENCES EXTÉRIEURES

OBJECTIF :

- Garder la maîtrise de l'avion a l'aide des indications instrumentales, en ligne droite et en virage, en montée et en descente, le temps de retrouver les conditions VMC.

1° PREPARATION



En cas de perte des références extérieures (rentrer dans un nuage, forte dégradation de la visibilité par brume ou pluie...) le pilote ne disposera plus que d'une vision réduite de son environnement par l'intermédiaire de l'horizon artificiel.

Cet instrument sera - au même titre que l'horizon naturel en pilotage à vue - sa référence principale.

Pour le pilote VFR qui perd le contact visuel avec les repères extérieurs, l'objectif est de retrouver le plus rapidement possible la vue du sol en effectuant un demi tour en palier, en descendant ou en montant.

Ces manœuvres sont délicates et nécessitent la mise en oeuvre de circuits visuels précis centrés sur l'horizon artificiel.



PALIER RECTILIGNE



MONTEE RECTILIGNE



DESCENTE RECTILIGNE



VIRAGE EN PALIER



VIRAGE EN MONTEE



VIRAGE EN DESCENTE



Pendant les vols sans visibilité l'action aux commandes doit être douce et sans précipitation, le circuit visuel bien distribué et le choix des priorités pertinent.

Les instruments fournissant les renseignements essentiels au vol sont :

- L'instrument de référence : l'horizon artificiel reproduisant l'attitude de l'avion dans l'espace
- Les instruments primaires :
    - L'altimètre donne des informations d'altitude.
    - Le directionnel pour la direction de l'avion et les écarts dus aux inclinaisons involontaires.

Le pilotage en VSV utilise 3 techniques :

- Le recoupement des instruments.
- L'interprétation des instruments.
- Le contrôle de l'avion.

Insister sur l'importance de la compensation et des pré affichages.

2° PLAN DE LA LEÇON

BRIEFING	
Objectif	Garder la maîtrise de l'avion à l'aide des indications instrumentales en ligne droite et en virage, en palier, en montée et en descente, le temps de retrouver les conditions VMC.
Préparation	Le circuit visuel VSV, les illusions sensorielles.

LEÇON EN VOL : 1° VOL AUX INSTRUMENTS EN LIGNE DROITE	
Perception	Après avoir stabilisé une ligne droite en palier, positionner le rideau VSV et montrer à l'élève l'attitude de l'avion sur l'horizon artificiel : Assiette = 0, ailes horizontales, vol en palier et en ligne droite. **Montrer** le circuit visuel. Passer en vol en montée en faisant remarquer la valeur de l'assiette sur l'horizon artificiel, compenser. Développer le circuit visuel. Recommencer pour le vol en descente de la même façon. **Montrer** que l'élément central du circuit visuel est toujours l'horizon artificiel, rappeler la relation 1° 200 ft/ min. 5 Kt (valeurs moyennes)
Actions	**Guider** l'élève pour la réalisation en VSV de vols en ligne droite palier, montée et descente. Aider à la mise en place des circuits visuels et insister sur la souplesse nécessaire aux commandes. **Guider** le recoupement des informations instrumentales et leur interprétation.
Exercice(s)	Demander à l'élève d'effectuer en VSV des lignes droites en palier, montée et descente.

LEÇON EN VOL : 2° VOL AUX INSTRUMENTS EN VIRAGE	
Perception	Au cours des phases de palier, montée et descente, montrer à l'élève la mise en virage en ayant l'horizon artificiel comme seule référence. Puis rechercher une inclinaison supérieure à 30° et faire percevoir la nécessité d'utiliser de faibles inclinaisons pour conserver une meilleure maîtrise de la trajectoire. **Montrer** la sortie de positions inusuelles. **Montrer** les circuits visuels.
Actions	**Guider** l'élève pour la réalisation de virages en palier, montée et descente en VSV. **Lui demander** d'utiliser des inclinaisons comprises entre 15° et 20° en l'aidant à effectuer les circuits visuels associés aux différentes phases. L'aider pour le recoupement des informations instrumentales et leur interprétation.
Exercice(s)	**Demander** à l'élève d'effectuer des virages en VSV en palier, montée et descente.

BILAN	
Analyse	LEÇON VUE : tous les éléments de la leçon ont-ils été vus ? LEÇON ASSIMILEE : restitution des exercices avec une précision satisfaisante dans la tenue des paramètres (+/- 10 kt, +/- 200 ft, capacité d'effectuer un 180° en palier). NIVEAU CPL : détection rapide des écarts avec corrections immédiates. Pilotage stabilisé et souplesse dans les manœuvres.
Programme	Préparer la leçon « Utilisation du GPS ».

3° COMMENTAIRES

Sensibiliser le stagiaire sur le fait qu'un vol en IMC involontaire est une situation de détresse et doit être traité comme tel (communications, transpondeur).

Cet apprentissage doit permettre au pilote d'effectuer un demi-tour pour retrouver les conditions VMC à la suite d'un passage fortuit en IMC ou un déroutement en détresse sous le contrôle d'un opérateur radar.

En cas de détresse apprendre à l'élève à utiliser les services du contrôle aérien et profiter des séances de VSV pour faire du ralliement à l'aide d'un radar ou d'un gonio.

Attention, en VFR cette situation est anormale et l'utilisation des instruments ne garantie pas au pilote l'espacement ni par rapport au relief ni par rapport aux autres avions.

L'objectif est de rendre le pilote capable de gérer une situation complète d'entrée en IMC involontaire. L'instructeur devra donc, pendant la formation, mettre ne place des scénarii complets qui inciteront le stagiaire à mettre en œuvre une méthode de pilotage et un processus décisionnel adapté. Rappeler à ce titre la bonne gestion des priorités : FLY, NAVIGATE, COMMUNICATE.

SECURITE

Cet aspect du vol sera beaucoup plus difficile à gérer. Embarquer un passager pour aider à la surveillance du ciel paraît être une bonne solution.

Avant le premier vol sous capote, sensibiliser l'élève sur les illusions sensorielles auxquelles il risque d'être confronté et qui peuvent être également génératrices de stress (virage engagé).

Lui expliquer le fonctionnement de l'oreille interne et l'unique solution qui permet de lutter contre : faire confiance à l'horizon artificiel.

SECURITE ET FACTEURS HUMAINS

Etudier les scénarios qui ont pu amener le pilote dans cette situation, en déduire l'attitude face au mauvais temps, l'intérêt de bien connaître la météo et la notion d'expérience qui permet de bien l'interpréter.

UTILISATION DU GPS

OBJECTIF :

- Améliorer la précision d'une navigation dégrossie à l'estime et diminuer la charge de travail du pilote par une bonne organisation des tâches.

1° PREPARATION

FONCTIONNEMENT GENERAL DU GPS

Le GPS est un système qui, en plus des informations liées directement à la position de l'avion et à son déplacement, permet d'avoir accès à une grande variété d'informations concernant l'environnement (éphémérides, fréquences d'aérodrome etc).

Pour cela le GPS est doté d'une data base dans laquelle sont stockées toutes ces informations qui doivent être remises à jour.

Cette data base comprend :

- Des données sur les aérodromes : coordonnées géographiques, fréquences radio, les pistes etc.
- Des données sur les balises de radionavigation (VOR, ADF …) : coordonnées géographiques, fréquence radio etc.
- Des données sur les points publiés (entrées de CTR, points de compte rendu IFR...) : coordonnées géographiques, le ou les relèvements VOR, les distances DME associées etc.
- Des way points utilisateur qu'il est préférable d'effacer avant chaque nouvelle utilisation,
- Des données à caractère général tel que éphémérides, zones PRD, altitudes minimales de survol en IFR etc.

Le GPS s'utilise en général de la façon suivante :

- Avant le vol effacement des way points des autres utilisateurs et programmation de la route. Vérification de cette route par son contrôle avec celle préalablement calculée.
- En vol suivi de la route à l'aide du CDI ou du mode MAP en parallèle à un suivi en lecture de carte avec des estimées pour valider les informations.
- Utilisation de la fonction GOTO pour raccourcir la route. Il est alors nécessaire d'avoir une notion de la nouvelle route et de la nouvelle estimée pour éviter par exemple d'emplafonner une zone ou de partir à l'opposé de la direction souhaitée (voir erreurs de programmation).
- Prises d'informations diverses (vent, heure estimée d'arrivée, fréquences aérodrome etc).
- Utilisation de la fonction « *emergency* ou *nearest* » pour rejoindre l'aérodrome le plus proche en cas de problème. Attention toutefois cet aérodrome n'est pas forcément accessible (vérifier les conditions MTO, les limitations, les NOTAM…).





2° PLAN DE LA LEÇON

BRIEFING	
Objectif	Améliorer la précision d'une navigation dégrossie à l'estime et diminuer la charge de travail par une bonne organisation des tâches.
Préparation	Fonctionnement du système GPS, philosophie d'utilisation.
Organisation	Au cours de voyages, apprendre utiliser le GPS.

LEÇON EN VOL : 1° LE GPS, UTILISATION BASIQUE (LA FONCTION GOTO)	
Perception	Au sol montrer la mise en œuvre du système et ses particularités. **Montrer** comment aller chercher dans la data base un aérodrome, une balise, un *waypoint* et déterminer grâce à la fonction GOTO la route et la distance pour rejoindre ce point. Vérifier la cohérence des informations et montrer le contenu des écrans (CDI ou MAP) qui vont servir de support à la navigation. **Montrer** également les pages d'informations qui fournissent le vent, le temps ou l'heure estimée d'arrivée, les aérodromes les plus proches etc. (S'adapter aux connaissances de l'élève et à son degré de saturation). En vol mise en application de la fonction GOTO avec systématiquement vérification de la cohérence des informations et suivi de la navigation sur la carte (attention le GPS ne vous fera pas éviter ni les montagnes ni les zones). Utilisation des écrans CDI ou MAP du GPS.
Actions	**Guider** l'élève pour qu'il puisse utiliser rapidement en vol la fonction GOTO et les pages d'informations basiques sans oublier les vérifications liées à l'usage du GPS. La trajectoire reste prioritaire le GPS ne se substitue pas à la navigation, il n'est là qu'un moyen de confort.
Exercice(s)	Utiliser le GPS en fonction GOTO et vérifier à l'aide de la carte l'exactitude des informations et inversement.

LEÇON EN VOL : 2°LE GPS UTILISATION AVANCEE (SUIVI DE PLAN DE VOL)	
Perception	Au sol **montrer** comment programmer un plan de vol. Montrer les précautions à prendre : effacement des waypoints des précédents utilisateurs, vérification de ses propres waypoints grâce aux coordonnées géographiques ou autre et enfin vérification de la globalité de la route par le mode MAP ci celui ci existe ou en vérifiant la concordance des branches du GPS avec la navigation préparée. En vol **montrer** le suivi de la route GPS (écran CDI ou MAP) en parallèle à un suivi en lecture de carte avec des estimées de temps pour valider les informations. Au passage de la verticale du point tournant, faire percevoir l'alarme sonore ou/ et visuelle, le changement de route et la nouvelle origine de temps (confirmer le point sur la carte). **Montrer** que l'on peut utiliser la fonction GOTO pour raccourcir la route, si cela est possible. Montrer qu'il faut rapidement avoir une notion de la nouvelle route et de la nouvelle estimée.
Actions	**Aider** l'élève à utiliser le GPS lors du suivi d'une navigation selon la procédure décrite précédemment. Lui faire constater les erreurs les plus fréquentes (voir commentaires).
Exercice(s)	**Demander** à l'élève de se diriger à l'aide du GPS conformément à la procédure définie.

3° COMMENTAIRES

Certaines précautions sont à prendre lors de l'utilisation du GPS.

Le GPS est un moyen dans lequel un certain nombre d'informations ont été saisies, c'est aussi un instrument qui peut-être programmé. Dans ces deux cas des erreurs latentes peuvent avoir été introduites, soit par une data base non à jour, soit par l'utilisation de mauvaises données, soit par une mauvaise programmation.

Dans tout les cas ces erreurs latentes vont apparaître à un moment inattendu et seront souvent difficiles à détecter et à corriger.

Le GPS fourni au pilote un nombre incroyable d'informations qu'il n'est pas toujours facile d'aller chercher au moment ou l'on en à besoin. D'autre part cette masse d'information, dans certains cas, occupe tellement le pilote que celui-ci passe des moments heureux derrière son clavier en oubliant que pendant ce temps là l'avion ne s'arrête pas.

Il est fortement déconseillé de programmer en vol, seul les points de la data base seront utilisés. Par ailleurs, l'ergonomie de certains appareils reste peu adaptée à la manipulation en vol (turbulences, charge de travail élevée, division de l'attention etc…).

L'utilisation du GPS, qui peut tomber parfois en panne ou donner des informations erronées, suppose une bonne maîtrise de la navigation de base.

Il faut donc être extrêmement méthodique lorsque que l'on utilise le GPS et toujours vérifier ce que l'on fait.

ERREURS FREQUENTES

DE L'ELEVE

- Temps disproportionné accordé au GPS,
- Perte de la notion du temps,
- Manque d'analyse et de vérification des données du GPS,
- Erreur de saisie ou de programmation.

SECURITE ET FACTEURS HUMAINS

La programmation de la trajectoire ne fait gagner du temps que quand elle est réussie d'emblée. Elle est consommatrice de temps dans tous les autres cas. N'insistez pas, revenez à des procédures simples.

Attention à la confiance aveugle donnée aux informations du GPS, les erreurs latentes sont la cause de nombreux accidents. Déplacement des effets des erreurs de programmation dans le futur, ce qui provoque des comportements anormaux du système difficile à mettre en rapport avec la phase de programmation.

Les bases de données non à jour peuvent devenir des pièges.

Des difficultés de modification des projets d'action en temps réel résultent fréquemment d'une attirance irrésistible pour l'information donnée par le GPS même si celle-ci est fausse. Utilisation de biais de confirmation pour se conforter dans l'erreur.

Perte de représentation mentale en cas de dysfonctionnement du GPS.

PAGE

LAISSEE

INTENTIONNELLEMENT

BLANCHE