

# VOL LENT

## Lecture avant vol Manuel ou E-Learning

- Polaire et décrochage
- Facteur de charge
- + Etude du Manuel de l'avion

## OBJECTIF

Identifier la plage de vol lent,  
Savoir sortir de la limite de vitesse basse.

### UTILISATION

- réagir efficacement en cas de vol à trop forte incidence (décollage, remise de gaz...) et développer des réflexes

# Préparation

## IDENTIFICATION DU VOL LENT

### SYMPTOMES

- Assiette fortement cabrée.
- 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).



## PROCÉDURES DE SORTIE DU VOL LENT

### EN LIGNE DROITE

À la perception de l'avertisseur de décrochage :

- Variation d'assiette à piquer.
- Compensation si nécessaire
- Puissance maximum.
- A 1,3 Vs retour sur une trajectoire adaptée.

### EN VIRAGE

À la perception de l'avertisseur de décrochage :

- Procéder comme en ligne droite en revenant à inclinaison nulle après la variation d'assiette à piquer.



# Préparation

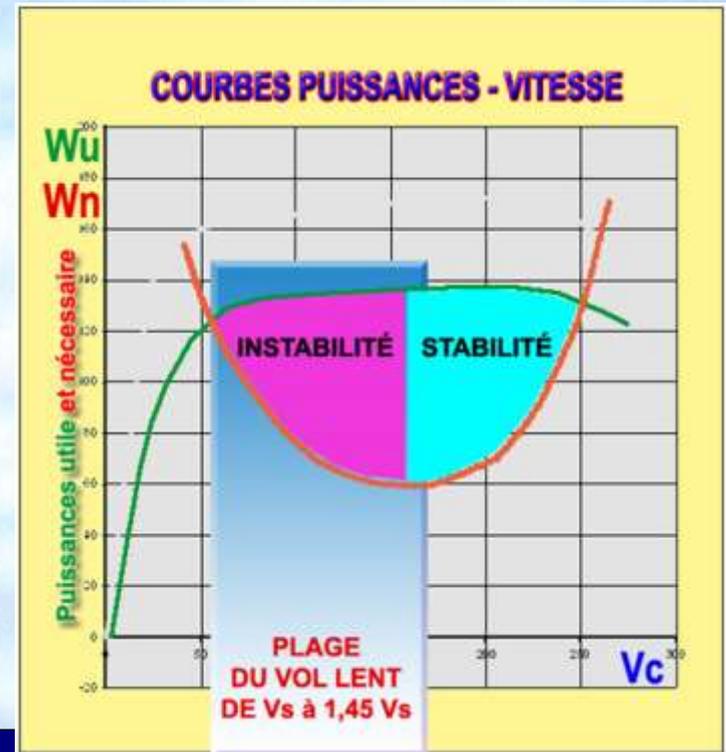
## PUISSANCE NECESSAIRE AU VOL

Pour générer de la vitesse, il faut un moteur délivrant une certaine puissance. Cette puissance nécessaire au vol peut être représentée selon la courbe suivante.

A chaque point de la courbe correspond :

- Une valeur d'incidence ;
- Une vitesse donnée.

**Le vol lent est situé entre la vitesse minimum de vol et 1,45 de la vitesse de décrochage.**



## 1er ET 2ème RÉGIMES

A partir de la vitesse maximum en palier, on peut voir que si la vitesse diminue, la puissance nécessaire au vol diminue jusqu'au point bas de la courbe :

**C'EST LE PREMIER RÉGIME.**

Le point bas de la courbe représente la séparation entre le premier et le second régime. La plage de vol lent se situe entre :

**la vitesse minimum de vol et 1,45 fois la vitesse de décrochage.**

Si l'on continue à diminuer la vitesse on peut noter que la puissance nécessaire au vol augmente :

**C'EST LE SECOND RÉGIME.**

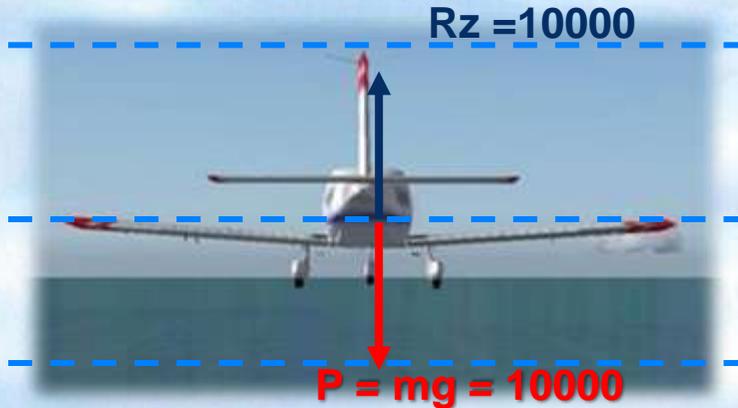


# Préparation

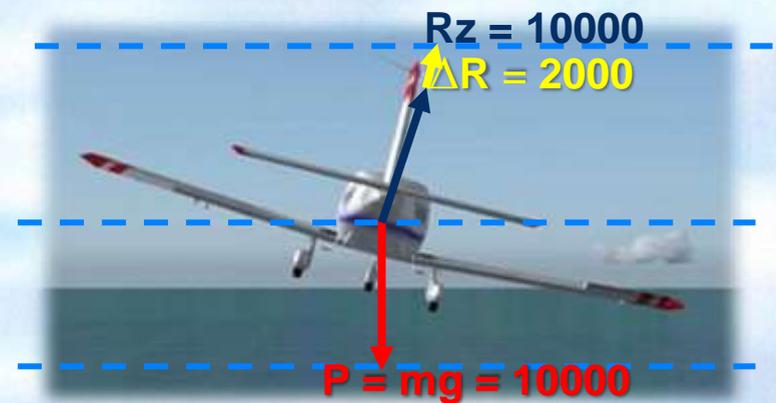
## LE FACTEUR DE CHARGE

C'est le rapport de la portance sur le poids:  $n = R_z / P$ . En vol en ligne droite  $R_z / P (mg) = 1$   
Dans le virage figuré ci-dessous  $n = (R_z + \Delta R) / P = 12000 / 10000 = 1.2 g$

### EN LIGNE DROITE



### EN VIRAGE



### PILOTAGE EN VOL LENT

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.

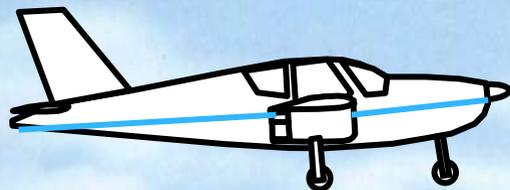
### INCLINAISONS OPÉRATIONNELLES

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

**1.45 Vs : vitesse minimum de sécurité en virage**

Les vitesses inférieures (1.2 Vs, 1.3 Vs, montée initiale, pente max, Vz max, approche finale) ne seront utilisées qu'en ligne droite et les inclinaisons opérationnelles pour des corrections de trajectoires.

## PREMIÈRE DÉMONSTRATION



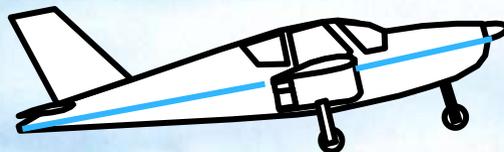
**Stabilisation à 1,45 Vs**  
Palier attente 150 km/h =

Sécurité :

- Pompe,
- Réchauffage carbu,
- Mixture plein riche.

Puissance : pré-affichage de 2000 t/mn

Assiette  $\cong 1^\circ$

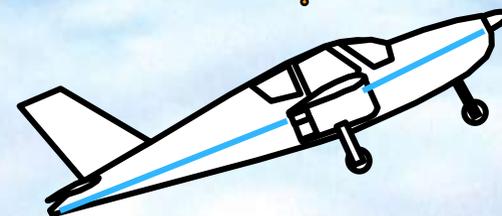


**Décélération à 1.2 Vs ( $\cong$  100 km/h)**

**Noter :**

- L'assiette
- La vitesse
- La puissance

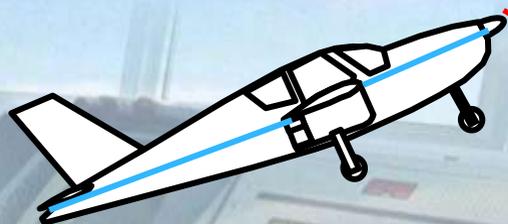
**Et l'efficacité réduite des gouvernes.**



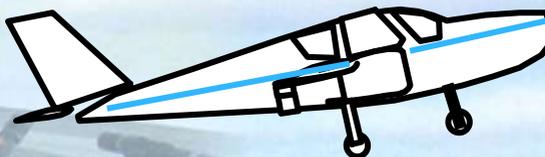
DRING!

**Recherche de l'alarme**  
(indicateur de décrochage)

**Noter la Vi**

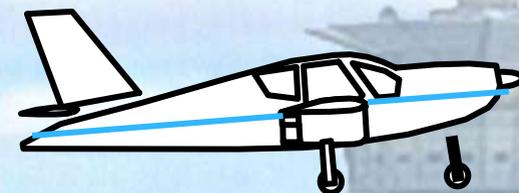


1. Assiette vers horizontale
2. Pleine puissance
3. Effets moteur contrés



**Accélération**

**Assiette adaptée  
PROGRESSIVEMENT  
pour garder le palier**



**Retour vers la vitesse  
d'attente (150 km/h)**

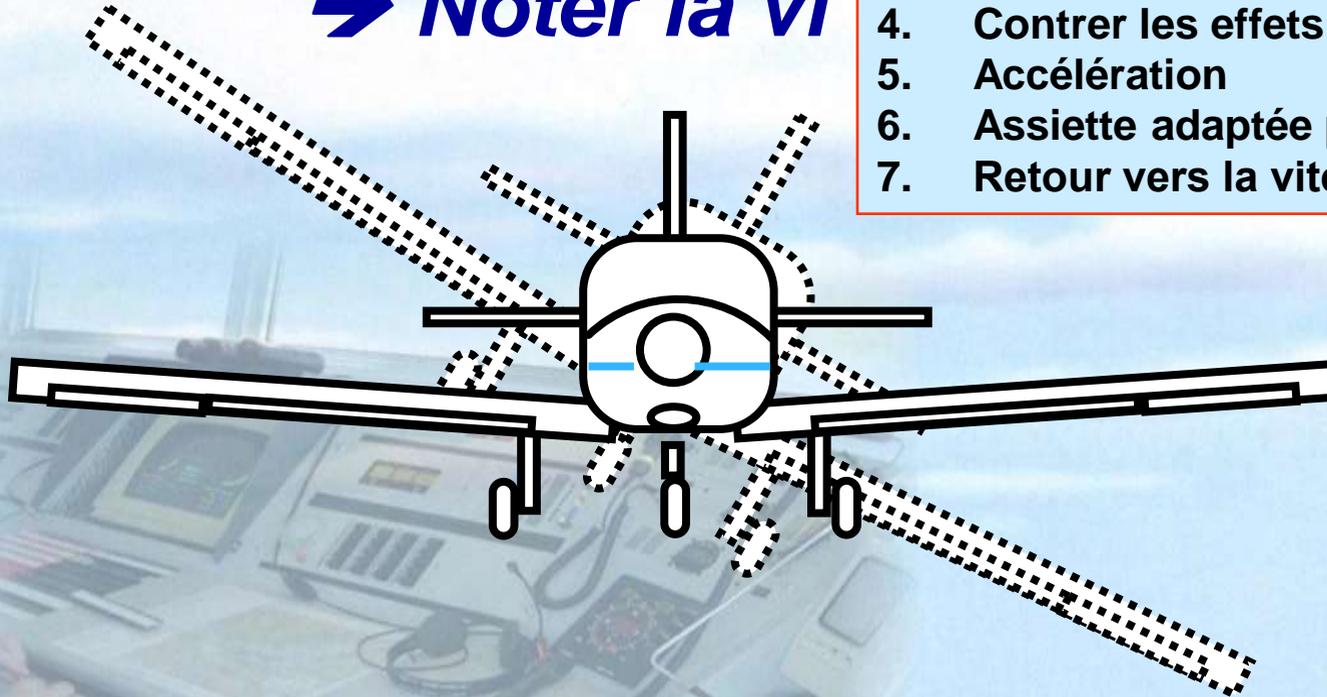
## DEUXIEME DÉMONSTRATION EN VIRAGE A 30°

Dring!

→ *Noter la vi*

### PROCÉDURE DE SORTIE

1. Retour inclinaison nulle
2. Assiette vers horizontale
3. Puissance max
4. Contrer les effets moteur
5. Accélération
6. Assiette adaptée pour garder le palier
7. Retour vers la vitesse d'attente (150 km/h)



# Plan de la leçon

## BRIEFING

<b>Objectifs</b>	<p>Identifier la plage de vol lent, sortir de la limite basse.</p> <p>Évoluer en vol lent en maîtrisant la symétrie.</p>
<b>Préparation</b>	<p>Définition du vol lent.</p> <p>Courbe de puissance nécessaire au vol.</p> <p>Facteur de charge et vitesse de décrochage en virage.</p> <p>Effets secondaires effets moteur.</p> <p>Cas où l'on se trouve vol lent.</p>
<b>Organisation</b>	<p>L'élève effectue intégralement le départ en secteur.</p> <p>Révision des virages à vitesse constante en palier, montée et en descente.</p> <p>Recherche de la hauteur de sécurité pour les évolutions inférieures à 1.3Vs.</p>



# Plan de la leçon

## LEÇON EN VOL : 1° IDENTIFICATION ET SORTIE DU VOL LENT EN LIGNE DROITE PUIS EN VIRAGE (APPROCHE DU DECROCHAGE)

### Perception

- A partir de la vitesse d'attente en ligne droite à une hauteur de sécurité suffisante, faire décélérer l'avion en palier jusqu'à une  $V_i$  légèrement supérieure à l'alarme de décrochage ( $1,2 V_s$ ). Faire constater l'assiette, l'efficacité réduite des gouvernes, la puissance ( $2^{\circ}$  régime de vol), la  $V_i$  faible.
- Montrer un virage à  $1,2$  de  $V_s$ , évoquer la nécessité d'adapter l'inclinaison à la vitesse de vol et l'utilisation de la technique de virage à  $V_i$  constante.
- En ligne droite aller chercher l'alarme de décrochage, faire noter la  $V_i$  correspondante et montrer la procédure de sortie de limite basse du vol lent, en insistant sur la séquence : variation d'assiette à piquer, compenser si nécessaire, puissance max en contrant les effets moteur, à  $1,3$  de  $V_s$  retour sur une trajectoire adaptée.
- Dédire la plage de vol lent (de  $V_s$  à  $1,45$  de  $V_s$ ) puis calculer  $1,2 V_s$  et  $1,3 V_s$ .
- Effectuer le même exercice en virage à  $30^{\circ}$  d'inclinaison et faire noter la nouvelle vitesse de déclenchement de l'alarme.
- Montrer la procédure de sortie du vol lent : variation d'assiette à piquer, compenser si nécessaire, retour à l'inclinaison nulle, puissance maximum en contrant les effets moteur, à  $1,3$  de  $V_s$  retour sur une trajectoire adaptée.
- Rappeler la nécessité d'effectuer des virages à vitesse constante et inclinaisons limitées en vol lent.

# Plan de la leçon

## LEÇON EN VOL : 1° IDENTIFICATION ET SORTIE DU VOL LENT EN LIGNE DROITE PUIS EN VIRAGE (APPROCHE DU DECROCHAGE)

<b>Actions</b>	<p>A partir de la vitesse d'attente en ligne droite :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Guider l'élève pour stabiliser la <math>V_i</math> à <math>1.3 V_s</math> et pour effectuer des évolutions à <math>V_i</math> constante, en insistant sur la conjugaison (symétrie).</li><li>➤ Guider la décélération jusqu'à l'alarme de décrochage, puis faire appliquer immédiatement la séquence de sortie du vol lent.</li><li>➤ Dès que l'aisance s'améliore, faire appliquer la procédure de sortie en virage.</li></ul>
<b>Exercices</b>	<p>A partir du palier attente, demander à l'élève de décélérer jusqu'au déclenchement de l'alarme de décrochage, puis de sortir du vol lent en ligne droite puis en virage.</p>



# Plan de la leçon

## LEÇON EN VOL : 2° EVOLUTIONS EN VOL LENT

<b>Perception</b>	<p>Rappeler les vitesses associées à 1.2 Vs, 1.3 Vs et 1.45 Vs, et les inclinaisons opérationnelles. Décélérer l'avion à 1.2 Vs.</p> <p>Rappeler les caractéristiques du vol lent et les procédures de sortie.</p> <p>Montrer des évolutions en palier à 1.2 Vs à Vi constante et inclinaisons opérationnelles.</p>
<b>Actions</b>	<p>Guider des évolutions en ligne droite et en virage à 1.2 Vs.</p> <p>Insister sur le maintien de la vitesse constante pendant les évolutions, la limitation des inclinaisons opérationnelles et le maintien de la symétrie.</p>
<b>Exercices</b>	<p>A partir de la vitesse d'attente, demander à l'élève d'évoluer à différentes vitesses en ligne droite puis en virage.</p>

# Plan de la leçon

## BILAN

### Analyse

#### LEÇON VUE :

Tous les aspects ont-ils été traités intégralement ?

#### LEÇON ASSIMILÉE :

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 pieds max et
- des variations de vitesse de moins de 5 Kt

avec correction immédiate ?

### Programme

Dès que cette leçon est suffisamment maîtrisée, demander à l'élève de préparer la leçon "Changements de configuration ».

# Plan de la leçon

## ENTRÉE ET SORTIE DU VOL LENT (Leçon en vol n°1)



- 1 - A partir du vol en palier réduire progressivement la puissance**
- 2 - Laisser décélérer l'avion sur trajectoire constante en adaptant l'assiette**
- 3 - Rechercher l'alarme de décrochage**
- 4 - variation d'assiette à piquer, compenser si nécessaire, puissance max en contrant les effets moteur**
- 5 - à 1,3 de  $V_s$  retour sur une trajectoire adaptée.**
- 6 - Retour vers l'attente, la croisière ou, pour exercice, à une  $V_i < 1.2$  et  $1.45 V_s >$**



# Commentaires

## LE VOL LENT

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  $1.3V_s$  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.

Dans tous les cas de vol, au déclenchement de l'alarme de décrochage, le pilote doit adopter immédiatement une procédure de sortie du vol lent.

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

## SÉCURITÉ 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.

## ERREURS FRÉQUENTES

### DE L'INSTRUCTEUR

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

### DE L'ÉLÈVE

- Action tardive de sortie malgré l'alarme de décrochage,
- Mauvaise maîtrise des effets moteurs lors de la sortie du vol lent,





**Merci  
de votre attention**

