



## LEÇON 15



# CHARGEMENT, CENTRAGE STABILITÉ LONGITUDINALE

### Lecture avant vol Manuel ou E-Learning

- Manuel de vol de l'avion
- Masse et centrage

### OBJECTIF

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



# Préparation

## IMPORTANCE DE LA MARGE STATIQUE

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 à 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 LIMITÉ ARRIÈRE

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

- Au décollage, risque de trop cabrer l'avion et de rester au second régime sans atteindre la vitesse de montée,
- À l'atterrissement, 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 LIMITÉ AVANT

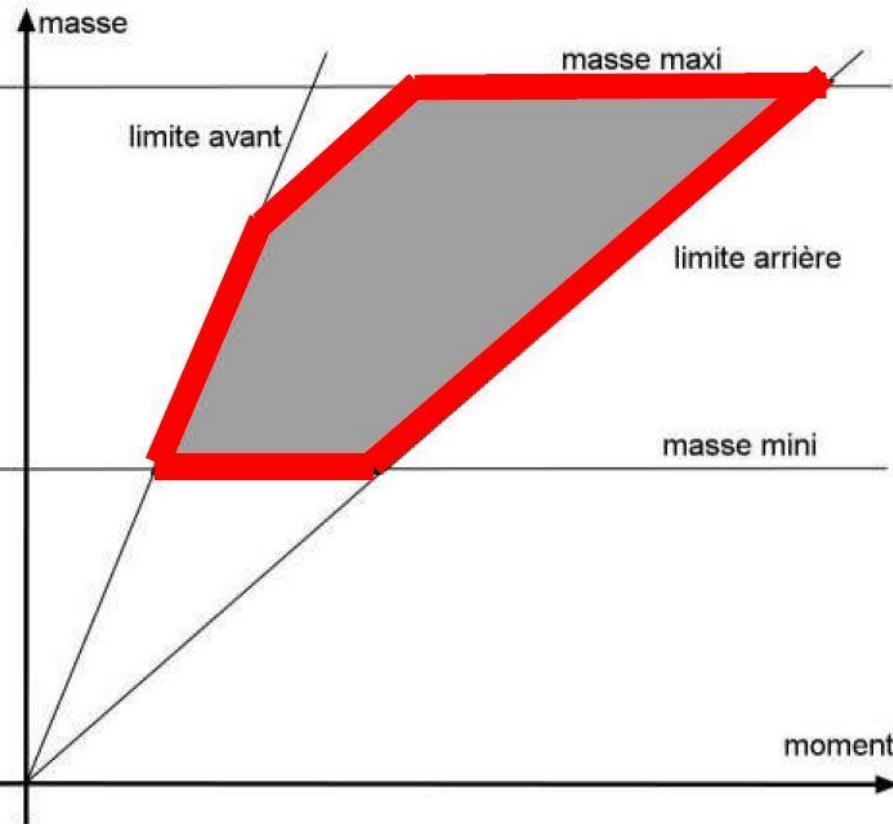
La manœuvrabilité est diminuée et l'effort aux commandes par G est important :

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



# Préparation

## ENVELOPPE DE MASSE ET CENTRAGE



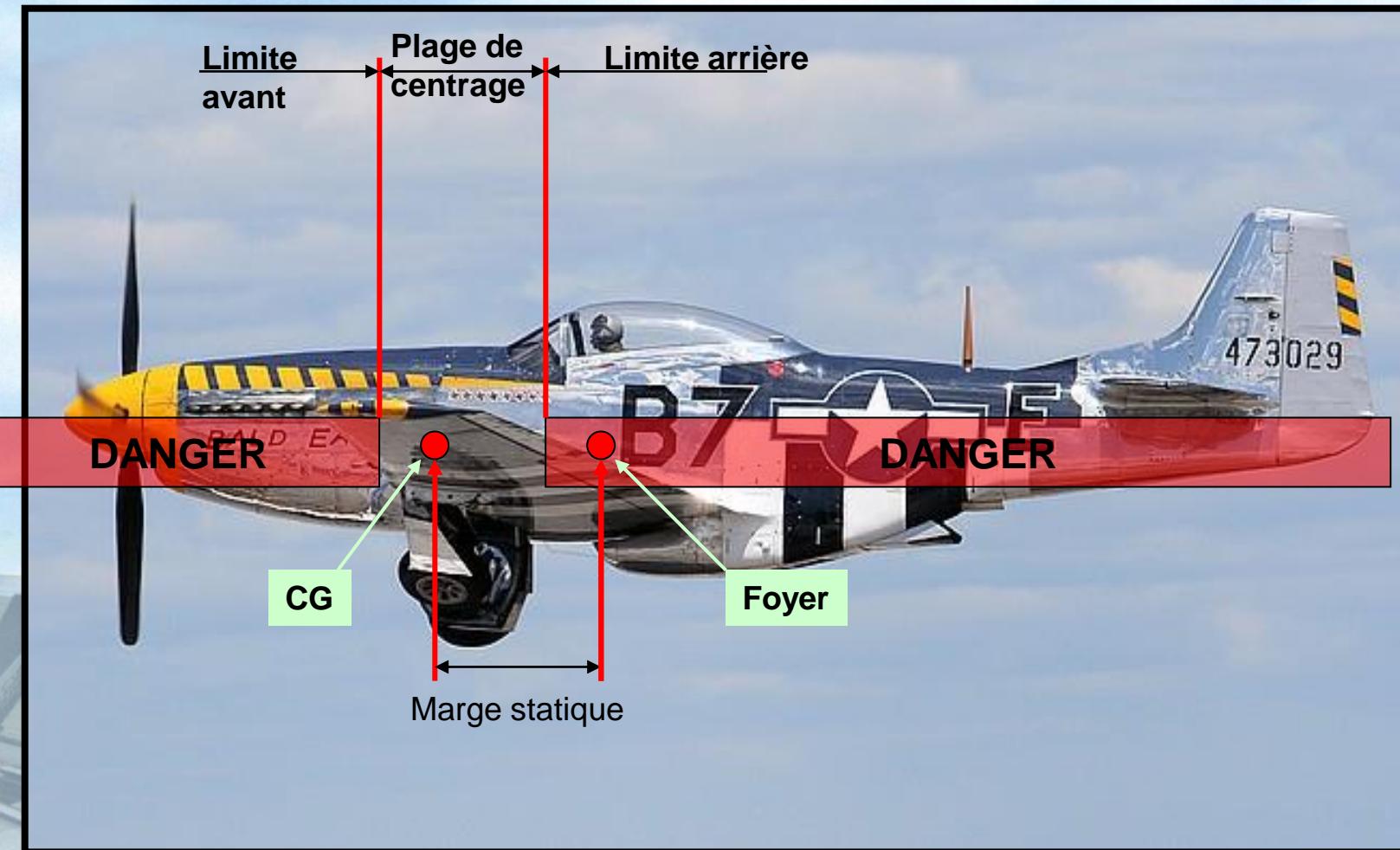
**Le constructeur détermine une enveloppe de masse et centrage permettant de rester à l'intérieur des limitations admissibles.**

**Ce document se trouve à l'intérieur du manuel de vol.**



# Préparation

## MASSE ET CENTRAGE



# Préparation

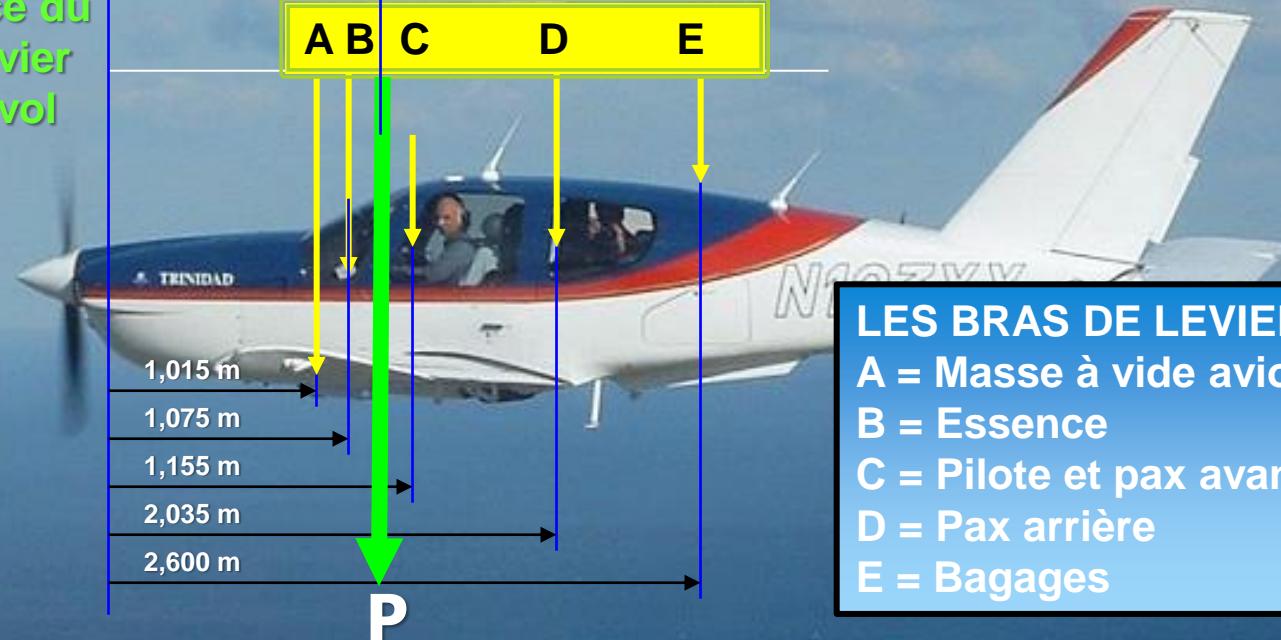
## MASSE ET CENTRAGE

**P = poids total de l'avion en vol**  
**Dcg = distance du bras de levier global en vol**

$D_{cg}$  mètres

Précisions uniquement pour les intéressés (non essentielles pour PPL)  
 $P = A + B + C + D + E$

$$P * D_{cg} = \Sigma \text{ Moments}$$
$$D_{cg} = \Sigma \text{ Moments} / P$$



**LES BRAS DE LEVIER**  
**A = Masse à vide avion**  
**B = Essence**  
**C = Pilote et pax avant**  
**D = Pax arrière**  
**E = Bagages**

La masse de l'avion a un impact sur ses performances  
et sur sa résistance structurelle.



# Préparation

## MASSE ET CENTRAGE

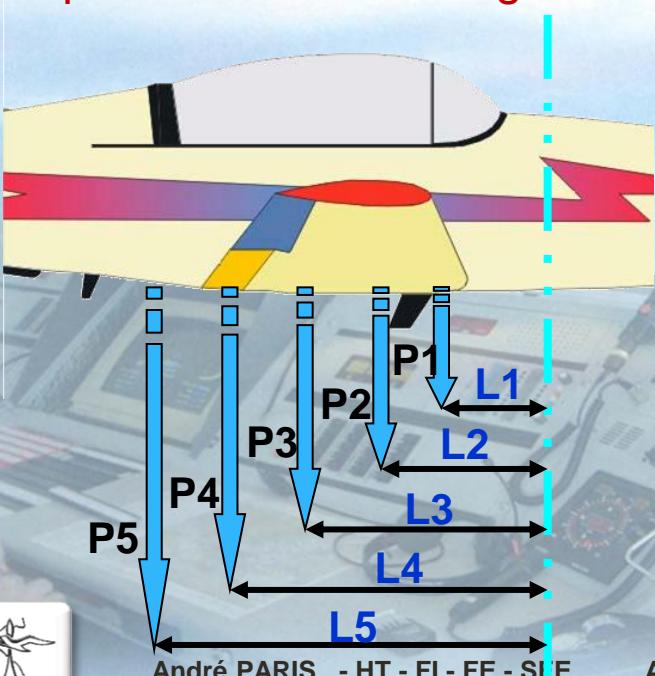
**TOUT EFFORT SUR UNE STRUCTURE SE MESURE EN FONCTION DE :**

- **L'INTENSITÉ ET DE LA DIRECTION DE LA FORCE (ou POIDS) ET DE**
- **LA LONGUEUR DU BRAS DE LEVIER.**

Son évaluation s'appelle Moment d'une force ;  $M = P \text{ kg} \times L$  en mètres

### Facilité de calcul et de contrôle :

Identification d'un point de référence (cloison pare-feu, bord d'attaque, ...) commun à toutes les composantes des poids compris dans l'avion permettant de déterminer la position du moment global sur un abaque constructeur.

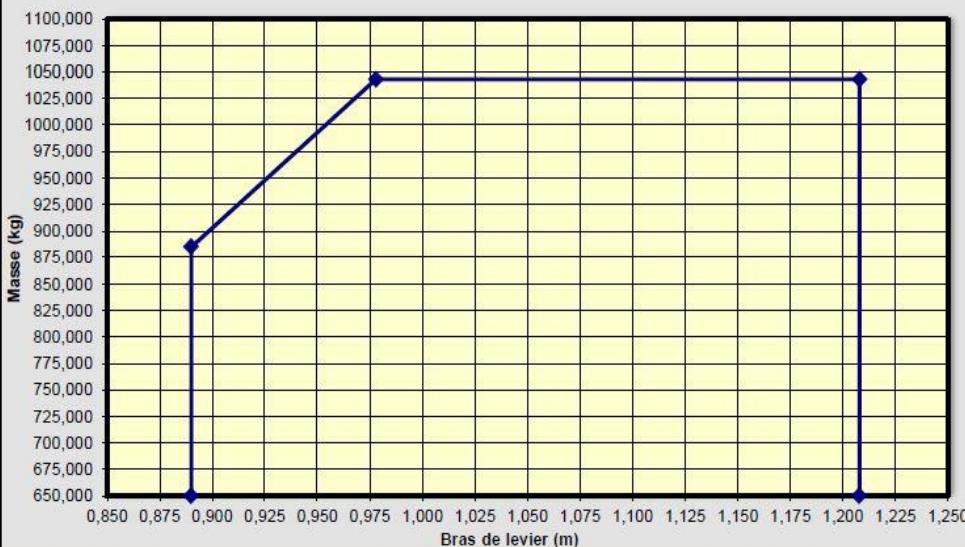


Poids	Bras de Levier	Moment
P1 = Avion à vide	L1	P1 x L1
P2 = Équipage	L2	P2 X L2
P3 = PAX	L3	P3 X L3
P4 = Essence	L4	P4 X L4
P5 = Bagages	L5	P5 X L5
<b>POIDS TOTAL</b> (Attention limitations)	<b>Bras de levier global = M / P</b>	<b>Somme des moments</b>

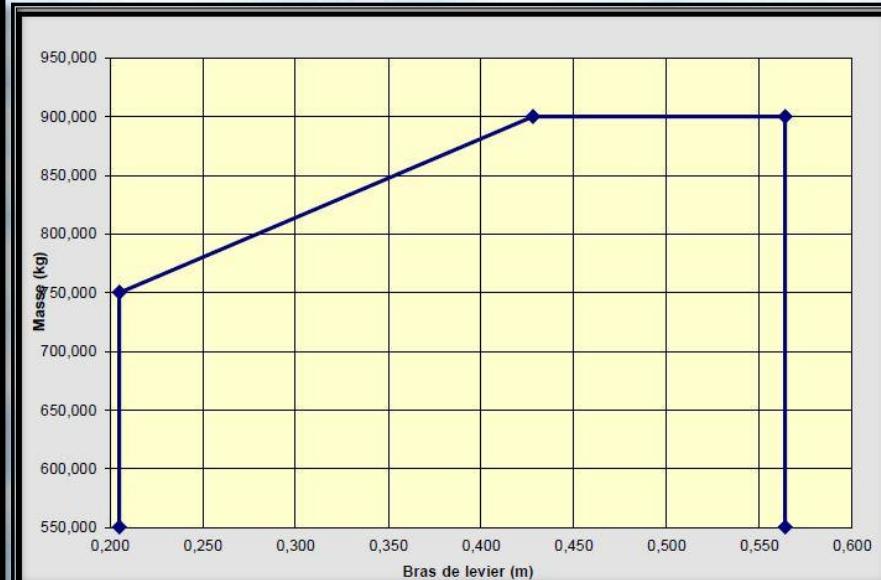
# Préparation

## MASSE ET CENTRAGE

# L'ENVELOPPE DE CENTRAGE



Cessna 172



Robin DR 400-120

**Le constructeur détermine une enveloppe de masse et centrage permettant de rester à l'intérieur de limitations admissibles.**

**Ce document se trouve à l'intérieur du manuel de vol.**



# Préparation

## MASSE ET CENTRAGE

Contrairement à la voiture, les contraintes de poids max obligent le pilote à un choix crucial

131 litres  
d'essence  
max dont  
116 litres  
utilisables

### LE PLEIN DE PASSAGERS OU LE PLEIN D'ESSENCE

#### Centrage CESSNA F 172 M / F-BUET

Masse maxi : 1043 Kg

Limites centrage Av : 0,98 Ar: 1,20

	Litres	Masse (kg)	Bras de levier	Moment (m x kg)
Avion + Fonds	15,000	651,000	0,960	624,960
CDB		77,000	0,940	72,380
Co Pilote		77,000	0,940	72,380
Passager 1		77,000	1,850	142,450
Passager 2		77,000	1,850	142,450
Bagages Zone 1		0,000	2,410	0,000
Bagages Zone 2		0,000	3,120	0,000
Essence utilisable	116,000	83,520	1,220	101,894
Total	131,000	1 042,520	1,109	1 156,514

**CHOIX :**  
Quatre personnes à bord

Masse Totale      1 042,520  
Bras de levier      1,109



#### Centrage CESSNA F 172 M / F-1

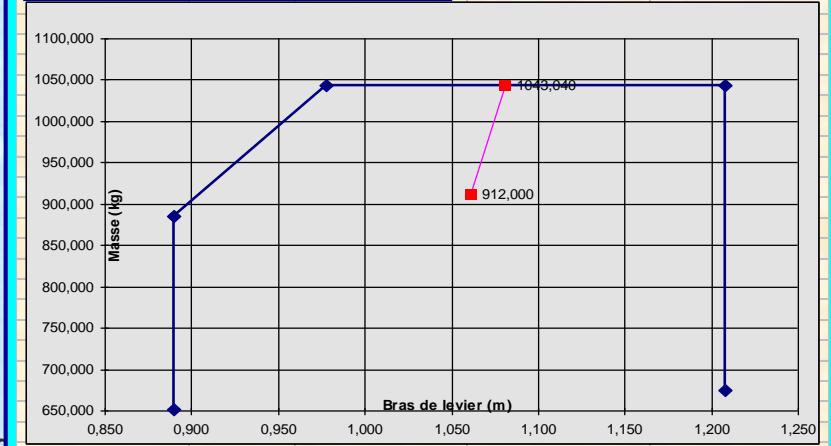
Masse maxi : 1043 Kg

Limites centrage Av : 0,98 Ar: 1,20

	Litres	Masse (kg)	Bras de levier	Moment (m x kg)
Avion + Fonds	15,000	651,000	0,960	624,960
CDB		77,000	0,940	72,380
Co Pilote		77,000	0,940	72,380
Passager 1		77,000	1,850	142,450
Passager 2		30,000	1,850	55,500
Bagages Zone 1		0,000	2,410	0,000
Bagages Zone 2		0,000	3,120	0,000
Essence utilisable	182,000	131,040	1,220	159,869
Total	197,000	1 043,040	1,081	1 127,539

**CHOIX :**  
Plein d'essence

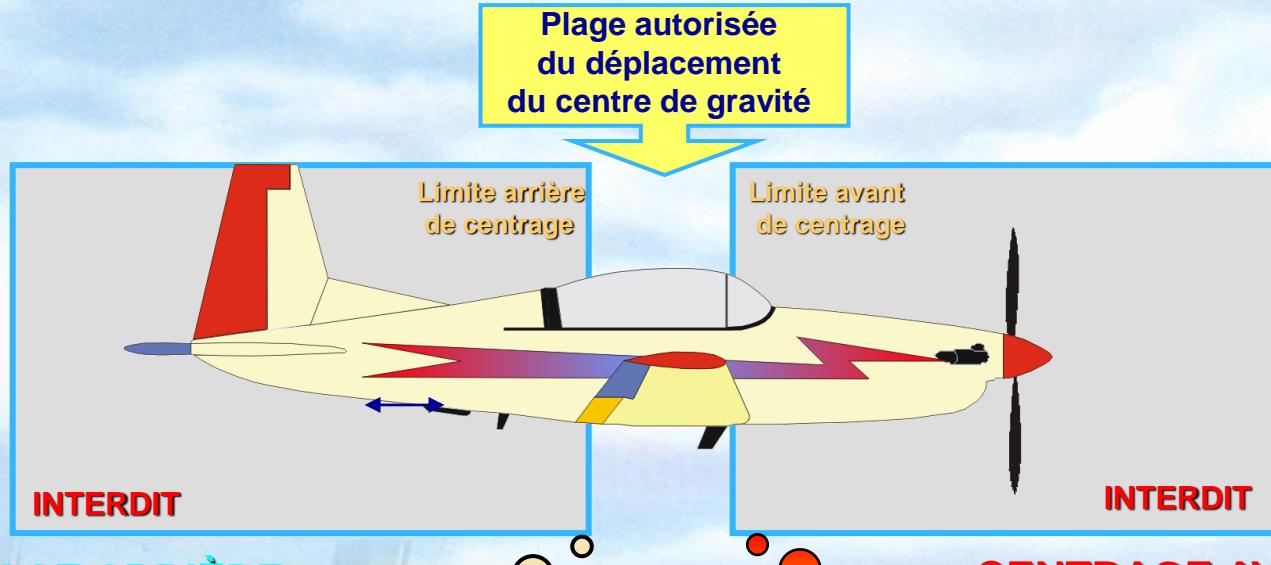
Masse Totale      1 043,040  
Bras de levier      1,081



# Préparation

## MASSE ET CENTRAGE

### INFLUENCE SUR LE VOL



#### CENTRAGE ARRIÈRE

INSTABILITE LONGITUDINALE  
MANIABILITÉ ACCRUE  
FAIBLE ACTION SUR GOUVERNES  
TRAINÉE DIMINUÉE  
CONSOMMATION MOINDRE

#### CENTRAGE AVANT

GRANDE STABILITÉ LONGITUDINALE  
MANIABILITÉ LIMITÉE  
FORTE ACTION SUR GOUVERNES  
TRAINÉE AUGMENTÉE  
CONSOMMATION ACCENTUÉE

**LA POSITION DU CENTRAGE INFLEUE SUR LES RÉACTIONS ET LES PERFORMANCES DE L'AVION**

# Plan de la leçon

## BRIEFING

Objectifs	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 manœuvrabilité, 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.
------------	--

# Plan de la leçon

## Leçon en vol : 2° PILOTAGE EN LIMITÉ DE CENTRAGE ARRIÈRE

Perception	<p>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.</p> <p>Lors du décollage, faites lui percevoir la facilité à effectuer la rotation et la difficulté à stabiliser l'assiette de montée initiale.</p> <p>En palier croisière stabilisé, montrer la position du compensateur plus avant qu'avec un centrage moyen. Montrer la faible stabilité longitudinale.</p> <p>Pour lui faire percevoir l'augmentation de manœuvrabilité, demander des virages enchaînés, puis un décrochage en configuration atterrissage.</p> <p>Lors de l'atterrissement, faites lui percevoir la forte efficacité de la gouverne de profondeur.</p>
------------	--

## BILAN

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



# Commentaires

## CONSCIENCE DES CONSÉQUENCES DU CENTRAGE

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

## SÉCURITÉ ET FACTEURS HUMAINS

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

## ERREURS FRÉQUENTES

### DE L'ÉLÈVE

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





Merci  
de votre attention

