

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 LIMITE 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'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.

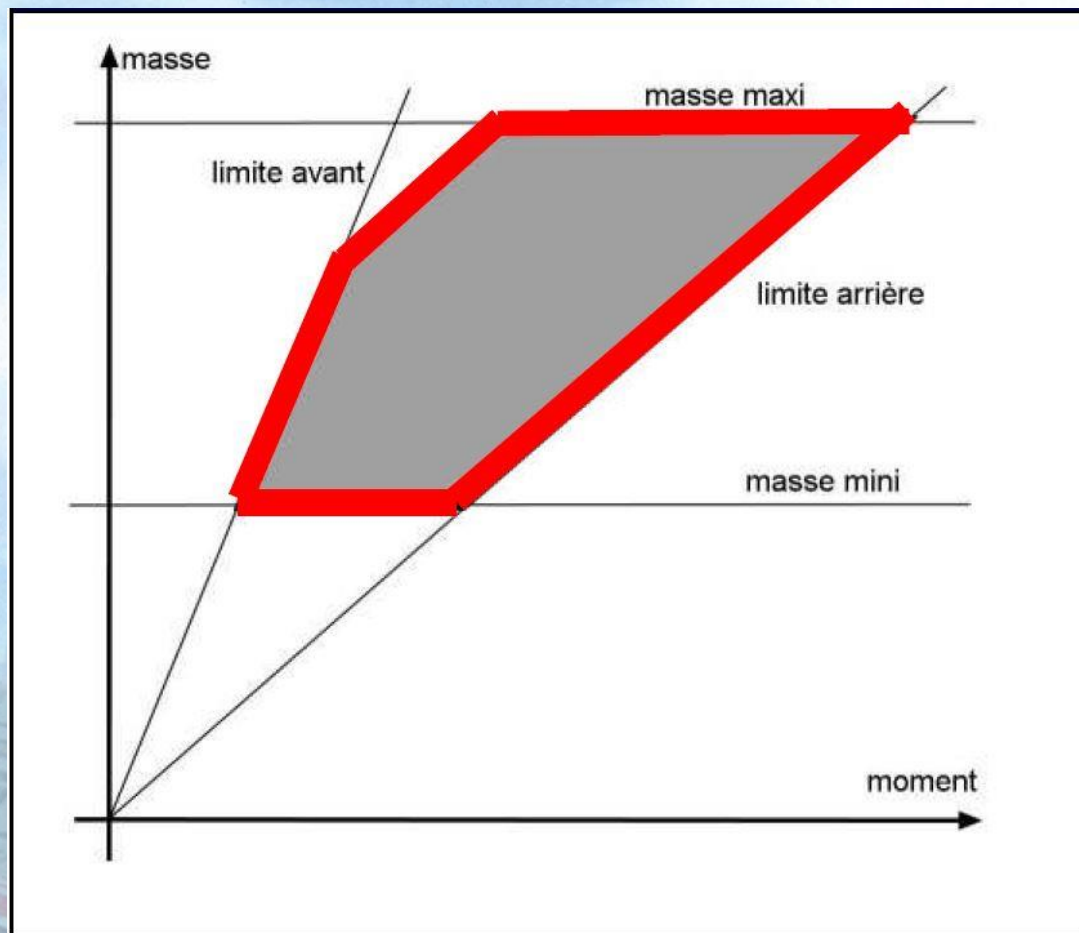
CAS D'UNE MARGE STATIQUE IMPORTANTE : CENTRAGE LIMITE AVANT

La 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'atterrissage, risque de ne pas pouvoir arrondir suffisamment malgré la commande en
- butée arrière.

Préparation

ENVELOPPE DE MASSE ET CENTRAGE

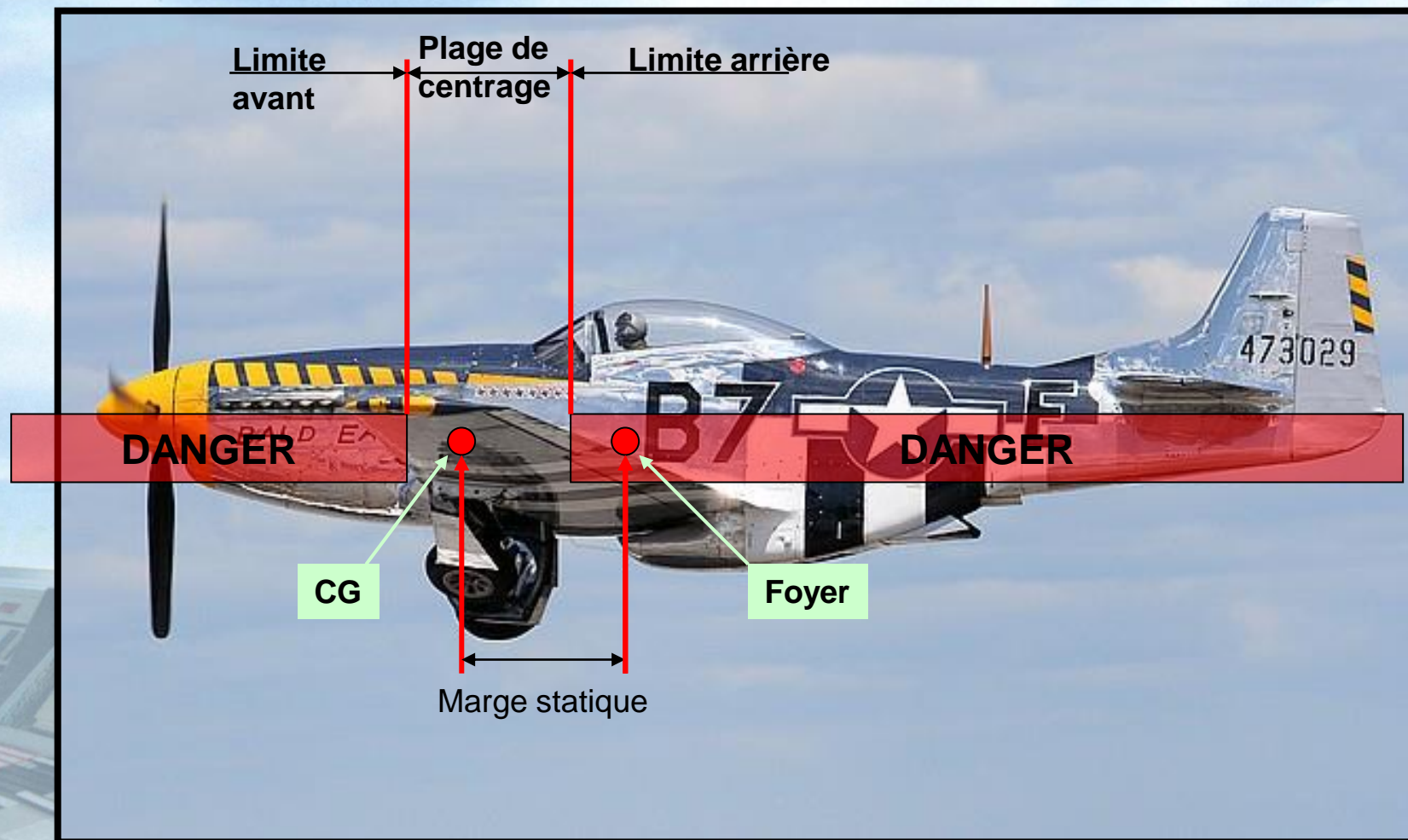


**Le constructeur détermine
une enveloppe
de masse et centrage
permettant de rester à
l'intérieur
des limitations admissibles.**

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



MASSE ET CENTRAGE



Préparation

Compléments
Hors Guide de l'Instructeur »

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)

$$P = A + B + C + D + E$$

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

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

A B C D E

1,015 m

1,075 m

1,155 m

2,035 m

2,600 m

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

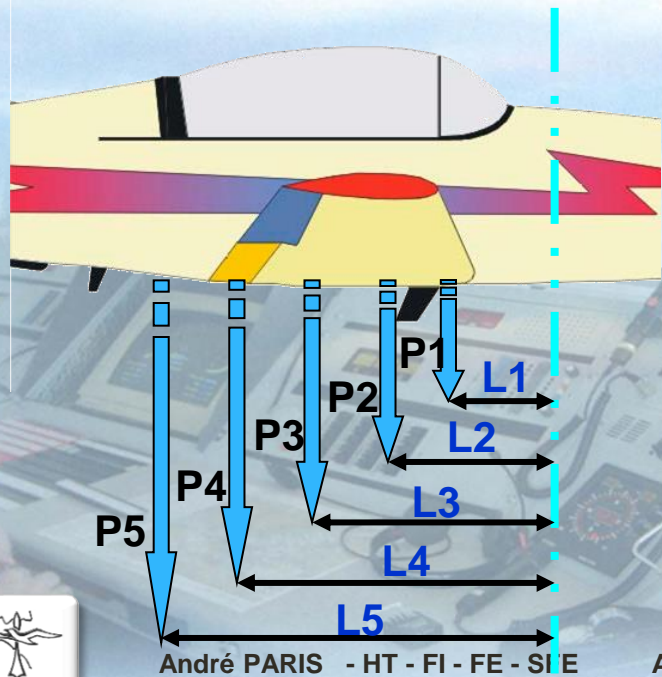
TOUT EFFORT SUR UNE STRUCTURE SE MESURE EN FONCTION DE :

- **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 ; $M = P \text{ kg} \times L \text{ en mètres}$

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.

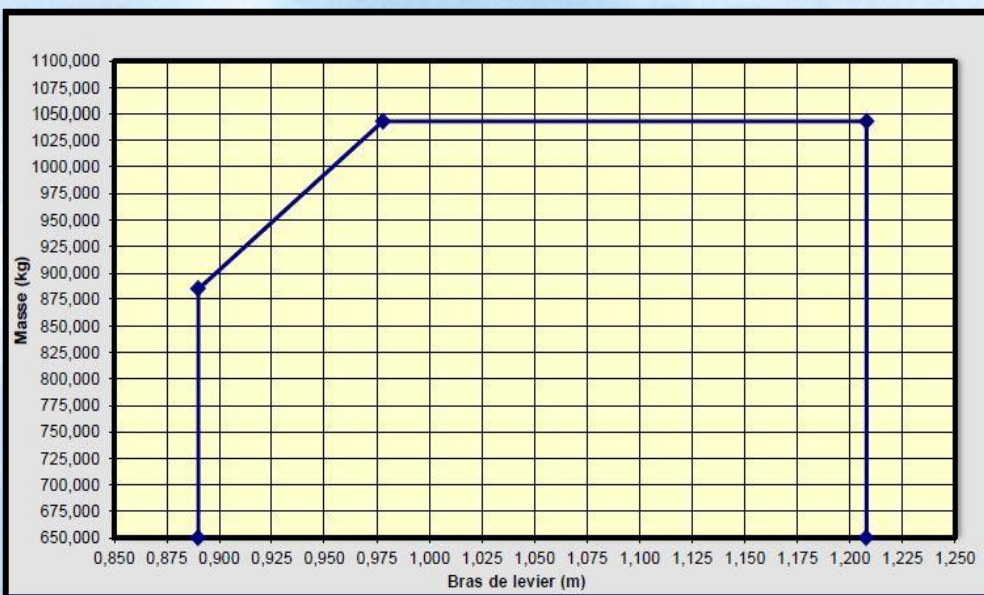


Poids	Bras de Levier	Moment
P1 = Avion à vide	L1	$P1 \times L1$
P2 = Équipage	L2	$P2 \times L2$
P3 = PAX	L3	$P3 \times L3$
P4 = Essence	L4	$P4 \times L4$
P5 = Bagages	L5	$P5 \times L5$
POIDS TOTAL (Attention limitations)	Bras de levier global = M / P	Somme des moments

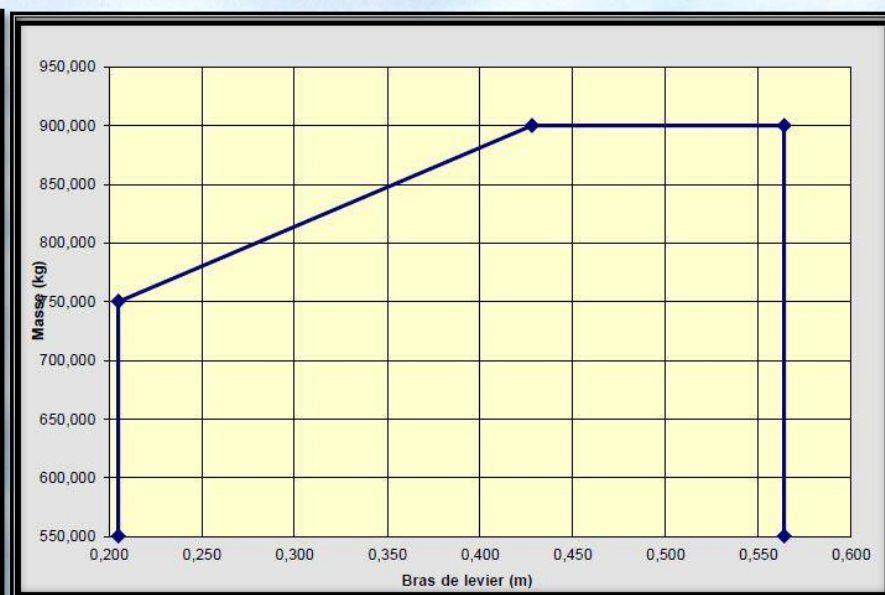


MASSE ET CENTRAGE

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

3 personnes
poids std
+
1 personne
de 30 kg

Centrage CESSNA F 172 M / F-BUET

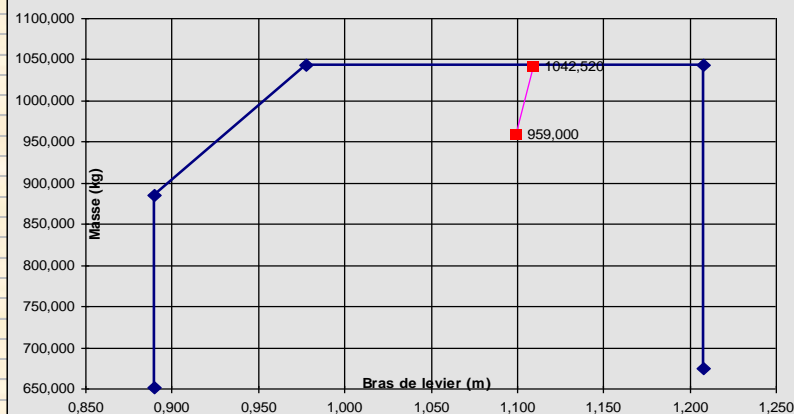
Masse maxi : 1043 Kg

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-J

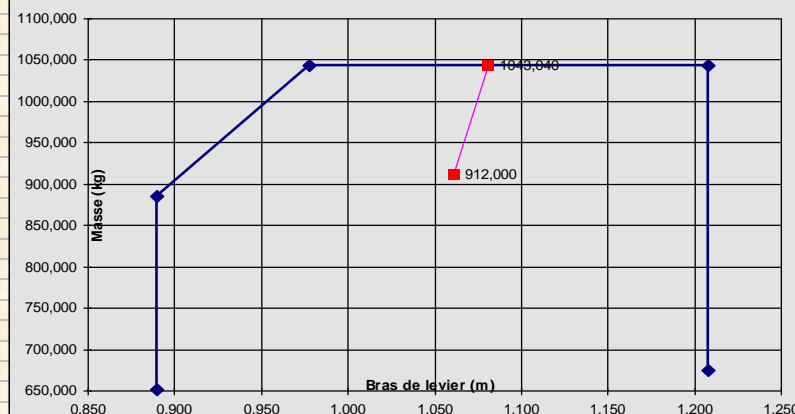
Masse maxi : 1043 Kg

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

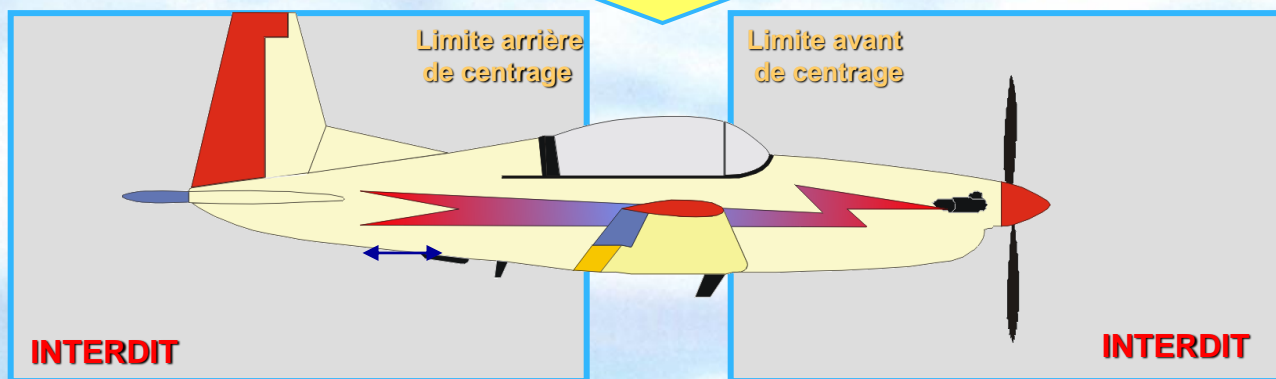
Masse Totale 1 043,040
Bras de levier 1,081



MASSE ET CENTRAGE

INFLUENCE SUR LE VOL

Plage autorisée
du déplacement
du centre de gravité



CENTRAGE ARRIÈRE

INSTABILITÉ 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 INFLUE 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	<p>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.</p> <p>Lors du décollage, faites lui percevoir la difficulté à effectuer la rotation.</p> <p>En palier croisière stabilisé, montrer la position du compensateur plus arrière qu'avec un centrage moyen. Montrer l'importante stabilité longitudinale.</p> <p>Pour lui faire percevoir la diminution de manœuvrabilité, demander des virages enchaînés, puis un décrochage en configuration atterrissage.</p> <p>Lors de l'atterrissage, faites lui percevoir la faible efficacité de la gouverne de profondeur.</p>
-------------------	---

Plan de la leçon

Leçon en vol : 2° PILOTAGE EN LIMITE 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'atterrissage, faites lui percevoir la forte efficacité de la gouverne de profondeur.</p>
-------------------	--

BILAN

Analyse	<p>LEÇON ASSIMILÉE : 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>NIVEAU CPL : 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.



