Circulation aérienne - Généralités

A. Hauteurs minimales de survol

Minimum VFR hors atterrissage et décollage	500ft
Parc, réserve ou installation portant une marque distinctive	1000 ft
Agglomération de largeur moyenne < 1200m	1600 ft
Agglomération de larg. moy. comprise entre 1200 et 3600m	3300 ft
Agglomération de largeur moyenne supérieure à 3600m	5000 ft
Ville de Paris	6600 ft AMSL

En dehors des procédures d'atterrissages et de décollage, un vol VFR ne doit jamais être effectué à moins de **150m** (500 ft) de toute personne, véhicule, navire ou obstacle artificiel (tant horizontalement que verticalement).

C. Zones à statut particulier

- Zones dangereuses (D) : pas de clairance, mais danger permanent ou temporaire pour les aéronefs.
- Zones réglementées (R) : pénétration soumise à conditions, éventuellement interdite sur certaines plages horaires.
- Zones de ségrégation temporaire (TSA) ou transfrontalières (CBA) : zones réglementées infranchissables en VFR pendant leur activité.
- Zones interdites (P) : espaces fermés à la circulation aérienne générale.

D. Évitement et priorités

- Route convergente : priorité à l'aéronef venant de droite.
- Rapprochement de face : chaque appareil vire par la droite.
- Dépassement : toujours par la droite.

© 2005 Frédérik Bilhaut – Touts droits réservés

Signaux lumineux d'aérodrome

A. En vol

- Feu vert continu : autorisé à atterrir.
- Éclats verts : revenez pour atterrir.
- Éclats blancs : atterrissez immédiatement et dégagez l'aire d'atterrissage en service.
- Feu rouge continu : cédez le passage à un autre aéronef et restez dans le circuit.
- Éclats rouges : aérodrome dangereux, n'atterrissez pas.
- Artifice à feu rouge : quelles que soient les instructions antérieures, n'atterrissez pas pour le moment.

B. Au sol

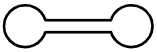
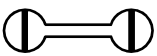
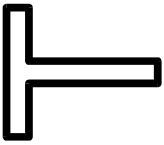
- Feu vert continu : autorisé à décoller.
- Éclats verts : autorisé à circuler.
- Éclats blancs : retournez à votre point de départ sur l'aérodrome.
- Feu rouge continu : arrêtez.
- Éclats rouges : dégagez l'aire d'atterrissage en service.

C. Accusé de réception

- De jour :
  - En vol : balancement des ailes.
  - Au sol : mouvements des ailerons ou de la gouverne de direction.
- De nuit : éteindre / allumer deux fois les projecteurs d'atterrissage ou à défaut les feux de position.

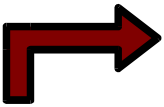
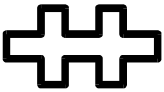
© 2005 Frédérik Bilhaut – Touts droits réservés

Signaux visuels au sol

	Les atterrissages sont interdits, et l'interdiction peut se prolonger.
	Précautions spéciales à prendre en cours de l'approche ou de l'atterrissage.
	Le décollage, l'atterrissage et le roulage ne peuvent se faire que sur les pistes et les voies de circulation.
	Le décollage et l'atterrissage ne peuvent se faire que sur les pistes, mais les autres manoeuvres peuvent se faire ailleurs que sur les pistes et voies de circulation.
	Zones impropres aux manoeuvres des aéronefs. Extrémité de portion de piste inutilisable.
	Direction à utiliser pour l'atterrissage et le décollage (le T symbolise l'avion).

© 2005 Frédérik Bilhaut – Touts droits réservés

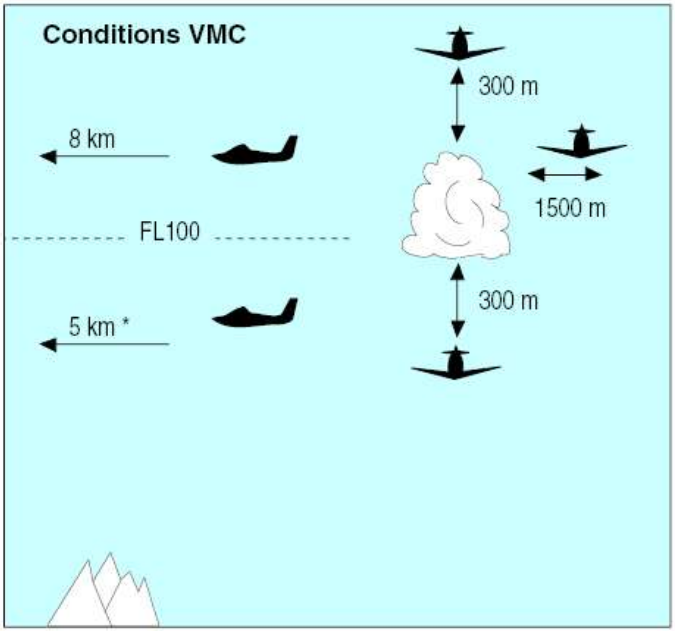
Signaux visuels au sol (suite)

	Direction du décollage, en dizaines de degrés par rapport au nord magnétique.
	Indique l'emplacement du bureau de piste.
	Indique que le circuit dans le sens de la flèche est main droite.
	Indique que l'aérodrome est utilisé par des planeurs, et que des vols sont en cours.

© 2005 Frédérik Bilhaut – Touts droits réservés

ESPACES AÉRIENS VFR - B À E

Classe d'espace	B	C	D	E
Information de trafic	non	VFR/VFR	VFR/IFR VFR/VFR	VFRs/VFRs
Espacement	VFR/IFR VFR/VFR	VFR/IFR	VFRs/IFR	VFRs/IFR
Limitation de vitesse	aucune	250kt < FL100	250kt < FL100	250kt < FL100
Obligation de radio	oui	oui	oui	VFRs uniquement
Soumis à clairance	oui	oui	oui	
Vol contrôlé	oui	oui	oui	non

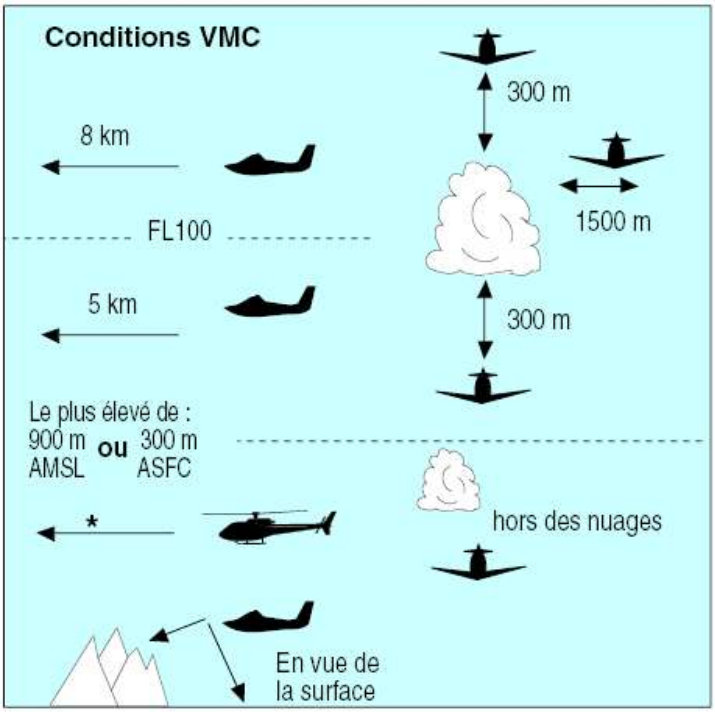


* En VFR spécial : la visibilité en vol doit être supérieure ou égale à la plus élevée des deux valeurs suivantes : 1500m ou distance parcourue en 30s de vol.

© 2005 Frédérik Bilhaut – Touts droits réservés

ESPACES AÉRIENS VFR – F ET G

Classe d'espace	**F et G**
Information de trafic	non
Espacement	non
Limitation de vitesse	250kt < FL100
Obligation de radio	non
Soumis à clairance	non
Vol contrôlé	non



* En espace aérien non contrôlé, sous le plus élevé des deux niveaux 900m AMSL et 300m ASFC, la visibilité en vol doit être au moins égale à la plus élevée des deux valeurs suivantes : 1500m et distance parcourue en 30s de vol.

© 2005 Frédérik Bilhaut – Touts droits réservés

VITESSE

A. Anémométrie

- Vc : vitesse conventionnelle, i.e. vitesse qu'aurait l'avion ds les conditions normales de densité (1), température (15 °C) et pression (1013,25 hPa).
- Vi : vitesse indiquée par l'anémomètre, i.e. vitesse air modulo les diverses erreurs de mesure (écart des CNTP entre autres).
- Vp : vitesse propre, i.e. composante horizontale de la vitesse air.
- Vs : vitesse sol, i.e. vitesse de l'avion par rapport au sol.
- Vitesse air : vitesse de l'écoulement de l'air autour de l'avion.

B. Vitesses limites

- VNE (Velocity Never Exceed) : vitesse à ne jamais dépasser.
- VNO (V. Normal Operating) : vitesse limite en atmosphère turbulente.
- VS1 (V. Stall 1) : vitesse de décrochage en configuration lisse.
- VS0 (V. Stall 0) : vitesse de décrochage en configuration atterrissage.
- VLE (V. Langing gear Extended) : vitesse max. avec le train sorti.
- VLO (V. Langing gear Operating) : vitesse max. de manoeuvre du train.
- VFE (V. Flaps Extended) : vitesse max. avec les volets sortis.
- VFO (V. Flaps Operating) : vitesse max. de manoeuvre des volets.

C. Plages de vitesse

- Arc **jaune** : plage VNO – VNE.
- Arc **vert** : plage VS1 – VNO.
- Arc **blanc** : plage VS0 – VFE (plage d'utilisation des volets).
- Trait **rouge** : VNE.

© 2005 Frédérik Bilhaut – Touts droits réservés

Les nuages de haute et moyenne altitude

Nom		Photo	Caractéristiques	Stable	Alt.
Cirrus	Ci		Filaments en banc, de faible épaisseur, ne cachent pas le soleil.	oui	haute
Cirro-cumulus	Cc		Bancs, nappes ou couches, petits éléments sous forme de granules.	non	haute
Cirro-stratus	Cs		Voiles transparents blanchâtres uniformes. phénomène de halo autour du soleil.	oui	haute
Alto-cumulus	Ac		*Stables* : nappes grises ou blanches. *Instables* : bourgeonnements (pré-orageux)	variable	moy.
Alto-stratus	As		Gris, nappes étendues, uniformes, cache en partie le soleil	oui	moy.

Altitudes (aux latitudes tempérées) :

- Haute altitude : supérieure à 20 000 ft
- Moyenne altitude : entre 6 000 et 20 000 ft

© 2005 Frédérik Bilhaut – Touts droits réservés

Nuages bas (< 6 000 ft)

Nom		Photo	Caractéristiques	Stable	Danger
Strato-cumulus	Sc		En bancs, nappes ou couches, gris ou blanchâtre, épaisseur variable, **turbulences**.		
Stratus	St		Base souvent très basse, peut recouvrir le sommet des reliefs.	oui	**oui (visibilité)**
Cumulus	Cu		Séparés, bien délimités, blancs base sombre, évolution diurne.	non	gêne (turbulences)
Cumulus congestus	TCU		Cumulus de forte épaisseur pouvant évoluer en Cb.		

© 2005 Frédérik Bilhaut – Touts droits réservés

Nuages à grande extension verticale

L'épaisseur verticale de ces nuages peut atteindre plus de 40 000 ft.

Nom		Photo	Caractéristiques	Stable	Danger
Nimbo-stratus	Ns		Vastes dimensions (h. et v.), base très sombre, **précipitations continues**.	oui	si précipitations denses (visibilité)
Cumulo-nimbus	Cb		Dense et puissant, très gde extension vert, freq. en forme d'enclume.	non	**oui (cf. ci-dessous)**

Phénomènes liés aux cumulo-nimbus :

- Vent et rafales, danger de **cisaillement**.
- Grain : coup de vent très violent, annonciateur de l'approche d'un Cb.
- Turbulences, jusqu'à 20 km autour du Cb : **contourner largement**.
- Pluie : réduction possible de la visibilité interdisant le VFR.
- Neige : réduction systématique de la visibilité, interdit le VFR.
- Grêle : peut endommager l'avion si les grêlons sont de taille importante.
- Foudre : peut endommager les moyens radio (éteindre près des orages).

© 2005 Frédérik Bilhaut – Touts droits réservés

CARTES TEMSI

A. Phénomènes météorologiques

Averse	Grêle	Brume étendue	Brouillard étendu	Brume sèche étendue	Bruine
Pluie	Pluie se congelant	Neige	Givrage faible	Givrage modéré	Givrage fort
Orage	Turbulence modérée	Turbulence forte	**CAT** Turbulence en atmosphère claire	Cyclone tropical	Fumée étendue
Forte brume de sable ou de poussière	Tempête de sable ou de poussière	Ligne de vents forts			

B. Localisation

CIT Ville importante	**COT** Côte	**LAN** Intérieur des terres	**MAR** Mer
MON Au dessus des montagnes	**SFC** En surface	**VAL** Dans les vallées	**LOC** Localement

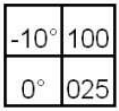
© 2005 Frédérik Bilhaut – Touts droits réservés

CARTES TEMSI (SUITE)

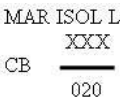
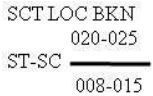
C. Fronts, lignes et et zones

Front chaud	Front froid	Front quasi-stationnaire	Projection en surface du front occlus
Ligne de convergence	Zone de convergence inter-tropicale	Direction estimée du déplacement	**25** Vitesse estimée du déplacement en noeuds
SLW Déplacement lent	**STNR** Stationnaire	**H** Centre de haute pression (hPa)	**L** Centre de basse pression (hPa)
Limites des zone de turbulence en air clair	Limites des zones de temps significatif	Renvoi vers la légende	

D. Températures

 0°C à 2500 ft et -10°C à 100000 ft	0°C à 4500 ft et -10°C > alt. max de la carte

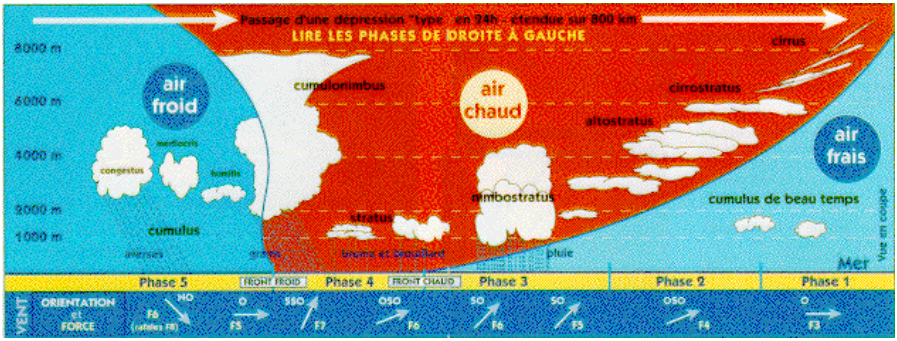
E. Couverture nuageuse

	En mer, cumulo-nimbus isolés localement noyés dans la couverture nuageuse. Base de la couverture à 2000 ft et haut de la couverture au dessus de l'alt. max de la carte (FL125).
	Couverture 3 à 4 octas, localement 5 à 7. Stratus et strato-cumulus avec une base entre 800 et 1500 ft, et un sommet entre 2000 et 2500 ft.

© 2005 Frédérik Bilhaut – Touts droits réservés

Météorologie – Perturbations et Fronts

- **Front polaire** : limite entre les masses d'air d'origine polaire (sèche et froide) et tropicale (humide et chaude). Ses ondulations provoquent des perturbations.
- **Front chaud** : abaissement progressif en volant vers le front (le pente de la surface frontale est faible ≈ 1%). Généralement infranchissable en VFR. Siège de nuages cumuliformes pré-orageux noyés si instable (généralement en été).
- **Secteur chaud** : nébulosité variable, mouvements turbulents, visibilité souvent médiocre (3 à 6 km) ou mauvaise (moins de 3 km).
- **Front froid** : surface de pente relativement accentuée. En volant vers le front, abaissement rapide du plafond, précipitations, net refroidissement, rotation des vents. Siège de nuages cumuliformes noyés et d'averses si instable, orageux en été.
- **Occlusion** : le front froid atteint le front chaud : les deux masses d'air froid de rencontrent, et l'air chaud se soulève. La surface frontale matérialise alors une vallée d'air chaud en altitude.
- **Front froid secondaire** : éventuellement dans la traîne, induit une ligne de Cb infranchissable.
- **Ciel de traîne** : Cu, localement Cb, averses possibles.
- **Durée de vie** moyenne d'une perturbation : 3 à 6 jours.



© 2005 Frédérik Bilhaut – Touts droits réservés

MÉTÉOROLOGIE – DIVERS

- Une particule est **stable** si après un soulèvement elle est plus froide que l'air ambiant (i.e. se refroidit plus vite), car dans ce cas sa masse volumique est plus élevée que celle de l'air ambiant, et elle redescend.
- Nuages d'atmosphère **stable** : forme allongée et des contours diffus.
- Nuages d'atmosphère **instable** : contours nets, peut présenter de nombreuses protubérances.
- **Anticyclone** : région de haute pression généralisée.
- **Dépression** : région de basse pression généralisée.
- **Dorsale** : axe de hautes pressions.
- **Thalweg** : axe de bases pressions.
- **Col** : sépare deux anticyclones ou deux dépressions.
- Dans l'hémisphère nord, le vent tourne dans le sens des aiguilles d'une montre autour des anticyclones, et dans le sens inverse autour des dépressions (inversement dans l'hémisphère sud).
- Brume vs. brouillard : **brume** = visibilité comprise entre 1 et 5 km ; **brouillard** : visibilité inférieure à 1 km.
- Un **grain** est un violent coup de vent, accompagné d'averses et annonciateur d'un cumulo-nimbus.
- Le Soleil chauffe la Terre par **rayonnement**. La Terre échauffe les basses couches de l'atmosphère par **rayonnement et convection**.
- Un **orage en formation** peut être détecté par la présence de cumulus congestus (Cb en formation) en fin d'après-midi d'été.
- La **tropopause** (limite supérieure de la troposphère) se site à environ 11000 m (aux latitudes tempérées).

© 2005 Frédérik Bilhaut – Touts droits réservés

MÉTÉOROLOGIE - VENTS

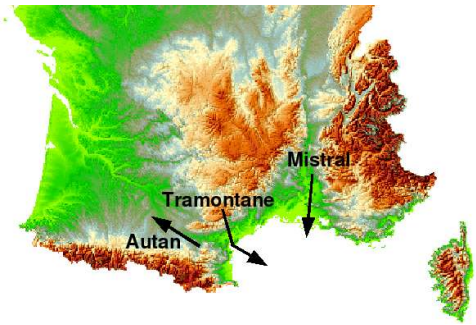
A. À proximité des côtes

- La brise de mer est un vent local de la mer vers la terre l'après-midi (terre plus chaude que la mer).
- La brise de terre est un vent local de la mer vers la mer la nuit (mer plus chaude que la terre).
- En hiver, sur le littoral de la Manche, un vent faible de NW peut entraîner sur la côte du brouillard et des stratus.
- En été la brise de mer peut amener des brouillards formés en mer.
- Le brouillard côtier peut survenir à tout moment de la journée.

B. Mouvements ondulatoires

- Les nuages lenticulaires sont des nuages d'altitude associés à un mouvement ondulatoire.
- Les dangers présentés par un mouvement ondulatoire sont : turbulence sévère dans les basses couches et une zone de descendances généralisée à proximité du relief sous le vent.
- Lorsqu'il existe un système ondulatoire, la direction du vent au sol peut être à 180º de la direction du vent en altitude.

C. Vents dominants français (turbulents)

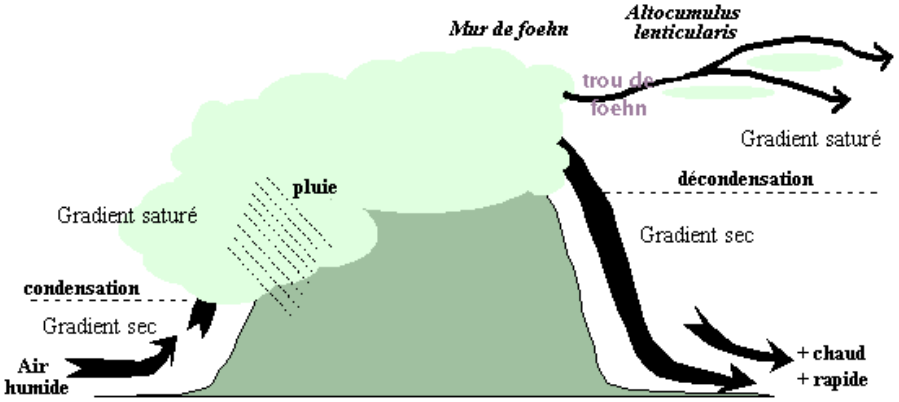


© 2005 Frédérik Bilhaut – Touts droits réservés

MÉTÉOROLOGIE – VENTS (SUITE)

D. En montagne

- Brise de vallée : ascendante de jour, descendante de nuit.
- Une situation orageuse est aggravée par le relief : éviter par temps orageux.
- Un vent qui souffle perpendiculairement a une ligne de relief engendre une zone descendante sous le vent du relief.
- Au cours de l'après-midi, en montagne, les pentes ensoleillées sont le siège de courants ascendants.
- Un vent violent soufflant perpendiculairement à une ligne de crête peut engendrer un mouvement ondulatoire.
- Effet de foehn :



© 2005 Frédérik Bilhaut – Touts droits réservés

Information météo

A. Messages de prévision (TAF)

Disponibles une heure avant l'heure de validité.

- TAF court : toutes les 3 heures, valable 9 heures.
- TAF long : toutes les 6 heures, valable 18 heures.
- Probabilités < 50% (PROB) : 30 (forte), 40 (très forte).

B. Temps significatif (principaux codes)

- Intensité : - (faible), + (fort), ou absence de symbole (modéré)
- Descripteur : MI (mince), PR (partiel), BC (bancs), SH (averse), TS (orage)
- Précipitations : DZ (bruine), RA (pluie), SN (neige), GR (grêle)
- Obscurcissement : BR (brume), FG (brouillard), FU (fumée)

C. Codes de couverture nuageuse

- FEW (few) : 1 à 2 / 8
- SCT (scattered) : 3 à 4 / 8
- BRK (broken) : 5 à 7 / 8
- OVC (overcast) : 8/8
- SKC (sky clear) : ciel clair
- NSC (no significant clouds) : pas de nuages sous 1500m, ni de Cb.

D. Divers

- CAVOK : visibilité ≥ 10 km, pas de nuage sous 1500m, pas de Cb, pas de précipitation ni orage ni tempête.
- La température minimale de la journée est relevée 30 minutes après le lever du soleil.

© 2005 Frédérik Bilhaut – Touts droits réservés

Radio-téléphonie / Radar

A. Échelle de lisibilité

- 1 : illisible
- 2 : lisible par instants
- 3 : difficilement lisible
- 4 : lisible
- 5 : parfaitement lisible

B. Fréquences particulières

- Fréquence par défaut d'auto-information (aérodrome) : 123,5 Mhz.
- Fréquence par défaut d'auto-information (altiport) : 130,0 Mhz.
- Fréquence de détresse : 121,5 Mhz.
- Fréquence internationale de détresse : 112,0 Mhz.

C. Urgence / détresse

- Les messages de **détresse** sont précédés de « mayday / mayday »
- Les messages d'**urgence** sont précédés de « pan pan / pan pan »

D. Transpondeur

En France métropolitaine, l'emport d'un transpondeur, mode A+C ou S niveau 2, avec alticodeur, est obligatoire (hors cas particuliers) : (i) en espace aérien de classe B, C et D ; (ii) pour effectuer un vol de nuit autre que local.

Codes particuliers :

- Code « par défaut » : 7000
- Détresse : 7700
- Panne radio : 7600
- Détournement : 7500

© 2005 Frédérik Bilhaut – Touts droits réservés

CENTRAGE

A. Calcul du centrage

Le centrage de masse d'un avion permet d'équilibrer l'avion en répartissant le chargement (qui ne devra jamais excéder la masse maximum autorisée par le constructeur). Les constructeurs ont défini une plage de sécurité a respecter, spécifiée dans le manuel de vol, appelée « domaine de vol » ou « limites de centrage ».

Le calcul du centrage implique le calcul du moment de chaque élément (masse à vide de l'avion, passagers, bagages, carburant, etc.) participant à la masse totale de l'avion, étant donné le bras de levier (en m) spécifique à chaque emplacement dans l'avion (i.e. sa distance par rapport à une surface de référence, généralement la cloison pare-feu). Le rapport de la somme de ces masses (en kg) sur la somme de leurs moments (en kg · m) permet d'obtenir le centrage (en m). Une abaque donnée dans le manuel de vol permet de déterminer si la valeur obtenue appartient à l'enveloppe de centrage autorisé.

EMPLACEMENT	MASSE (KG)	BRAS DE LEVIER (M)	MOMENT (KG · M)
MASSE À VIDE	X_1	B_1	$X_1 \cdot B_1$
PILOTE + PASSAGER AV.	X_2	B_2	$X_2 \cdot B_2$
PASSAGERS AR.	X_3	B_3	$X_3 \cdot B_3$
BAGAGES	X_4	B_4	$X_4 \cdot B_4$
CARBURANT	X_5	B_5	$X_5 \cdot B_5$
TOTAL	$\sum_{masses}$	n.a.	$\sum_{moments}$

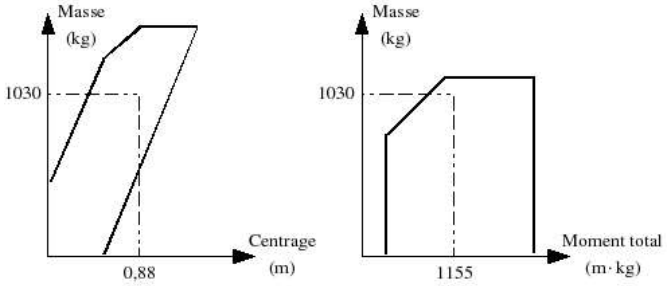
$$C = \sum_{moments} / \sum_{masses}$$

© 2005 Frédérik Bilhaut – Touts droits réservés

CENTRAGE (SUITE)

B. Limites de centrage (domaine de vol)

Différents types d'abaque permettent de vérifier que le centrage obtenu est dans la plage autorisée. Dans les exemples ci-dessous, la masse totale est en ordonnée, et on trouve en abscisse soit le moment total ($\sum_{moments}$) soit le centrage (C) :



En dehors des limites de centrage, **il ne faut pas décoller**, et déterminer la ou les masses trop importantes ou mal placées. On peut alors reconsidérer la position et/ou la masse des différentes charges, et procéder à un nouveau calcul de centrage.

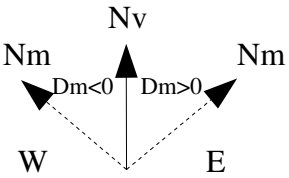
C. Effets du centrage sur le comportement de l'avion

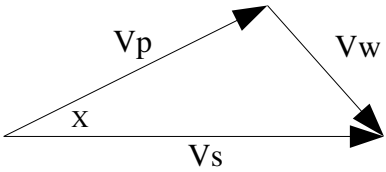
- Centrage arrière : plus maniable / moins stable
- Centrage avant : moins maniable / plus stable

© 2005 Frédérik Bilhaut – Touts droits réservés

Cap – Route – Dérive

- Cm : cap magnétique
- Cv : cap vrai
- Rm : route magnétique
- Rv : route vraie
- X : dérive
- Cm = Cv – Dm
- Cv = Rv – X ; Cm = Rm – X





© 2005 Frédérik Bilhaut – Touts droits réservés

Divers

A. Types de carburant

- Indice 80/87 : couleur **rose**
- Indice 100 LL : couleur **bleue** (agent extincteur recommandé : carbone)
- Indice 100/130 : couleur **verte**

B. Altimétrie

Près du sol, une variation de pression d'un hecto-pascal correspond environ à une tranche d'altitude de **28 ft**. Pression de référence : **1013,25 hPa**.

La décroissance moyenne de température pour 0,65 °C pour 100m d'altitude, soit environ 2 °C pour 1000 ft.

C. Documents réglementaires

- Au retour d'un vol, un équipement défectueux doit être signalé sur le carnet de route.
- Le certificat de navigabilité indique :
  - V si l'aéronef est apte au vol.
  - R si l'aéronef est inapte au vol.

D. Finesse

- Finesse = hauteur perdue / distance parcourue.
- Vitesse de montée à pente maximale = vitesse de finesse maximale.

E. Autres

- Niveau maximal sans réserve d'oxygène : FL 125.
- Facteur de charge = portance / poids (= 1 en palier rectiligne)
- Contrôle du mélange : température échappement (EGT) ou débitmètre.

© 2005 Frédérik Bilhaut – Touts droits réservés