

Mini Manuel du Pilote ULM

Les pages qui suivent sont un "scan" des notes que j'ai pu prendre lorsque je préparais mon Brevet Théorique durant l'été 2003...
... ces notes sont personnelles, et ne remplaceront jamais les ouvrages cités ci-dessous.

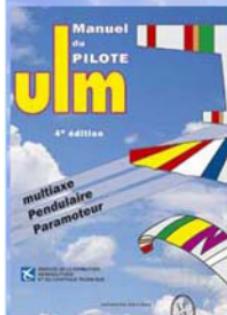
Bon Vols à toutes et tous,

Jean-Yves ARNAUD

► Mini Manuel du Pilote ULM

Ce dernier est actuellement en cours de saisi... Merci de patienter quelques temps.

En attendant, je vous conseille de vous procurer 3 ouvrages de référence :



- Le Manuel du Pilote ULM
 - Le Manuel du Pilote Avion
- Vous pourrez compléter vos acquis théoriques avec l'ouvrage suivant :
- Le Précis du Pilote ULM et Avion Léger



Vous trouverez ces ouvrages aux Editions CEPADUES : <http://www.cepadues.com>



© J-Yves ARNAUD

Accueil

Qui suis-je ?

Où est-ce qu'un ULM ?

L'ULM pratique

Bases ULM

Récits de vols

Galerie photos

Liens internet

Agenda

Groupe de discussion

Petites annonces

Livre d'Or

► Citation
Ce sont les échecs bien supportés qui donnent le droit de réussir. - Jean MERMOZ

[Accueil](#) | [Qui suis-je ?](#) | [ULM ???](#) | [ULM Pratique](#) | [Bases ULM](#) | [Récits](#) | [Photos](#) | [Liens](#) | [Agenda](#) | [Discussion](#) | [Petites Annonces](#) | [Livre d'Or](#)

[Contact](#) | [Plan du Site](#) | [Accès Administrateur](#)

1215 visiteurs
depuis le 01.01.2004



Bingo au décollage

► Prochaine(s) manifestation(s)

Aucun événement répertorié...

► Fiche pratique du jour

N° 2 - A.C.H.E.V.E.R. ☺

► Le site en chiffres

- 160 questions QCM
- 8 fiches pratiques
- 4 bases ULM
- 4 récits de vol
- 15 photos
- 40 liens
- 0 date(s) dans l'agenda
- 2 petite(s) annonce(s)
- 27 citations

1215 visiteurs
depuis le 01.01.2004

PHASE 1

• Définition d'un ULM

1) Maxi 2 occupants

2) Masse à vide : 150 Kg ou 175 Kg suivant nb places et catégorie

3) Surface voiture (m^2) $> \frac{\text{masse à vide}}{10} > 10 m^2$

• La voiture d'un pendulaire est généralement en Dacron

• Instruments

- Anémomètre : Vitesse de l'ULM par rapport à l'air

- Altimètre : Mesure l'altitude

- Variomètre : Vitesse verticale

- Compass : Direction prise - cap.

• Groupe Moto-Propulseur (GMP)

- Moteur (2 ou 4 temps)

- Carburation

- Lubrification

- Allumage

- Echappement

- Refroidissement (Air libre / Air pulsé / Liquide de refroidissement)

- Circuit d'Alimentation

- Lanceur à main

- Réducteur (rôle de démultiplication)

↳ Poulies et courroies trapézoïdales

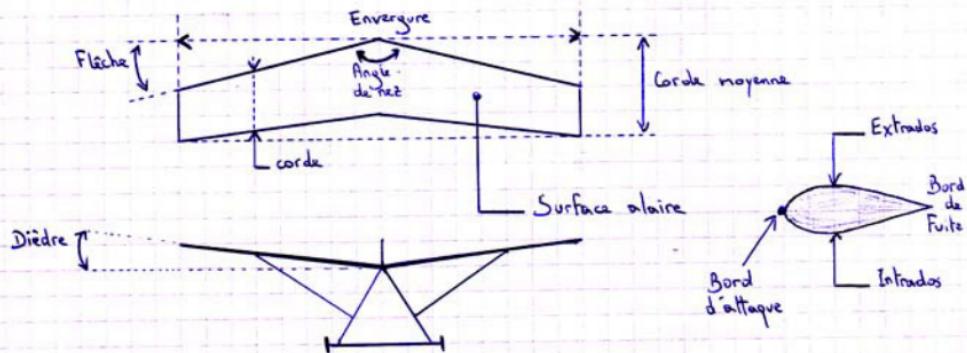
↳ Poulies et courroies crantées

↳ Engrenage

- Arbre de transmission

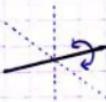
- Hélice (2, 3, 4 ou 6 pales)

• La voilure



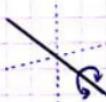
• Mise en mouvement

- Tangage



Gouverne de profondeur (manche)

- Roulis



- Lacet



Volets / Spikers (manche)

Gouverne de direction (poulie) - Inclinaison

- Assiette



- Inclinaison



- Cap



• Le parachute

- Extracteur mécanique

- Extracteur pyrotechnique

- Classes d'ULM

- ① Paramoteur

- ↳ Voilure souple

- ↳ 45 KW / 60 KW

- ↳ 300 Kg / 450 Kg

- ② Pendulaire

- ③ Multiaxes

- ↳ Voilure fixe

- ↳ 45 KW / 60 KW

- ↳ 300 Kg / 450 Kg (5%)

- ↳ Vitesse décrochage (V_{SO}) : 65 Km/h

- ↳ Charge alaire à masse maxi < 30 Kg/m²

- ④ Autogire

- ↳ 60 KW / 80 KW

- ↳ 300 Kg / 450 Kg

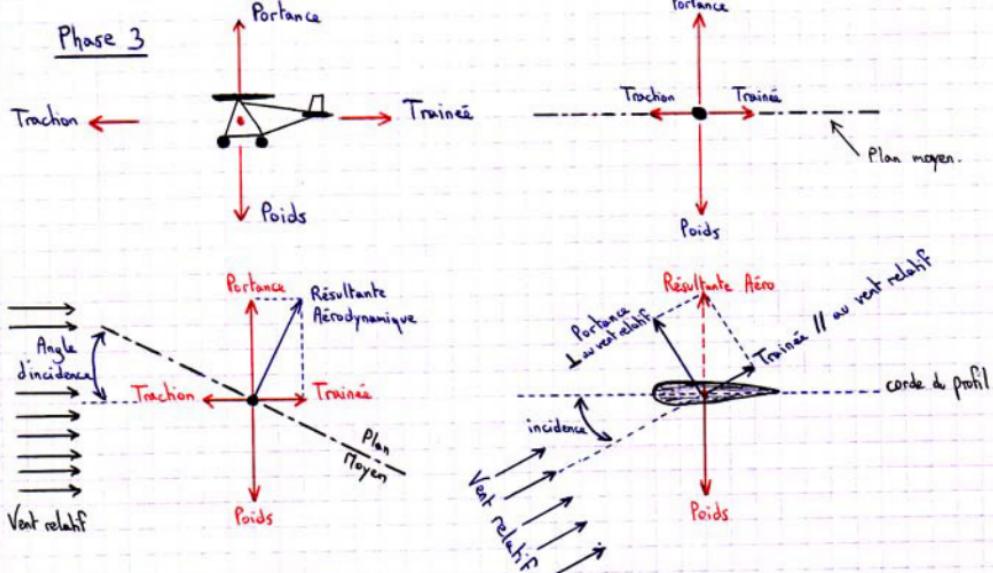
- ↳ Charge rotorique max : 4,5 et 12 Kg/m²

- ⑤ Aérostat léger

- ↳ 60 KW / 80 KW

- ↳ Volume hélium : 300 m³ / Volume air chaud : 2000 m³

Phase 3



Caractéristique de l'aile

- Forme du profil de l'aile (forme fuselée)
- Surface alaire (plus il y a de surface, plus la résultante aérodynamique est grande)

Éléments influants sur la portance et la trainée

- Masse volumique: \oplus la masse volumique de l'air est faible \ominus l'aile porte.
La masse volumique diminue avec l'altitude et la température.
 $\hookrightarrow \oplus$ on est haut \oplus il fait chaud \ominus l'aile porte.
- Vitesse du vent relatif: la portance et la trainée varient avec le carré de la vitesse $V \rightarrow R$
 $Vx2 \rightarrow Rx4$
Si la vitesse devient trop forte, l'aile, le profil et la structure se déforment, jusqu'à la rupture.
- L'incidence: c'est l'angle formé entre le vent relatif et la corde du profil.
Lorsqu'à vitesse constante, on accroît progressivement l'incidence sur un profil, on augmente la portance et la trainée.
Au-delà d'un certain point, on décroche. Il y a donc une limite maxi à l'incidence.

Types de voitures ULM

- Gonflables (Paramoteur)
- Souple (Pendulaires, certains multiaxes)
- Rigides (3 axes)

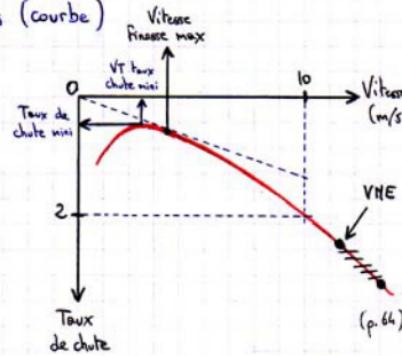
Le vol plané

- Vitesse verticale:
- Pour 10 m/s (36 Km/h) de vent relatif \Rightarrow 2 m/s de vitesse verticale
 - Pour 15 m/s (54 Km/h) de vent relatif \Rightarrow 4 m/s
 - etc...

On obtient ainsi la polaire des vitesses (courbe)

La polaire donne beaucoup d'informations:

- Vitesse mini de vol: vitesse à laquelle on atteint l'incidence de décollage
- Taux de chute mini et la vitesse de taux de chute minimum
- Vitesse de finesse max (tangente passant par l'origine)
- Vitesse maxi possible (VNE)



Le vol moteur

- lorsqu'un ULM vole horizontalement en ligne droite
 - la portance équilibre le poids
 - la traînée est vaincue par la traction de l'hélice.
- Pour faire voler un ULM en palier et en ligne droite, il faut créer une portance égale et opposée au poids.

Incidence de décrochage

- Si l'on souhaite augmenter la vitesse et maintenir le vol en palier, il faut diminuer l'incidence (car la portance doit rester égale au poids).

Pour ne pas risquer une déformation de la voilure/cellule, il ne faut pas dépasser la vitesse limite : **VNE**.

- Si l'on souhaite diminuer la vitesse et maintenir le vol en palier, il faut augmenter l'incidence.

Il y a une limite à ne pas dépasser : l'incidence de décrochage.

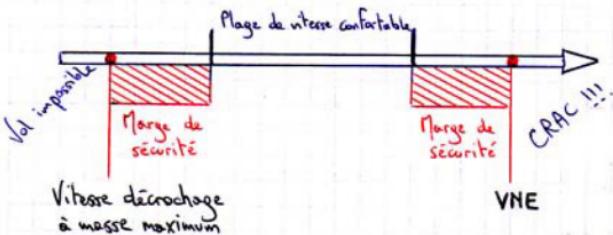
A cette incidence correspond une vitesse minimale d'utilisation de l'ULM (plus facile à appréhender) \Rightarrow seule l'incidence peut être la cause du décrochage (pas la vitesse).

- La vitesse est la meilleure prévention contre le décrochage, dans la mesure où:
 - On adopte une marge de sécurité importante par rapport à la vitesse de décrochage à masse maximale.
 - On adopte, en virage, une vitesse compatible avec l'inclinaison du virage.
 - On évite, quelque soit la vitesse, les ressources brutales.
- C'est en descente que l'on risque d'atteindre VNE.

En palier, la vitesse atteinte à pleine puissance sera obligatoirement inférieure à VNE.

Les informations à disposition du pilote

- le manuel d'utilisation de l'appareil
- les sensations physiologiques du vent relatif
- la lecture de l'anémomètre
- les efforts sur le manche/barre de contrôle
 - ↳ Effort à cabrer : vitesse faible
 - ↳ Quasi aucun effort : vitesse de croisière
 - ↳ Effort à piquer : vitesse élevée



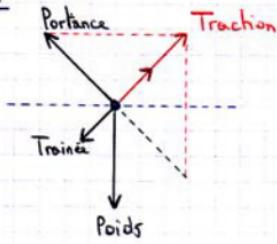
⚠ L'ULM doit être utilisé dans une plage d'incidences et de vitesses bien définies :

- la limite basse est déterminée par l'incidence de décrochage
- la limite haute est déterminée par la VNE.

Le vol stabilisé en ligne droite, qu'il soit en palier, en montée ou en descente, nécessite :

- l'inclinaison nulle
- la résultante de 4 forces appliquées (poids / portance, traînée / traction) soit nul
- l'appareil ne "pivote" pas sur lui-même .
- l'équilibre soit stable

Le Vol en montée



Le vecteur vitesse n'est plus perpendiculaire au poids. Il admet une composante qui s'ajoute à la traînée, pour l'équilibrer il faut augmenter la traction.

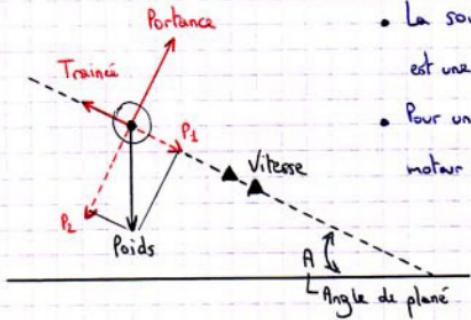
le

- Montée normale : Meilleur compromis Performance en montée / Refroidissement moteur / Puissance
 - Puissance maxi continue et maintient de la vitesse de croisière.
- Montée à V_2 maximale : Permet d'atteindre une altitude donnée en un temps minimal.
 - Puissance maxi et vitesse de vol légèrement plus faible que V_c croisière
- Montée à pente maximale : Correspond au meilleur angle de montée.
 - Franchissement exceptionnel d'obstacles pénalisants.
 - Puissance maxi et vitesse figurant dans le manuel d'utilisation.
 - !**
 - A utiliser exceptionnellement
 - A proscrire en atmosphère turbulente (risque important de décrochage)
 - Ne pas prolonger la montée à pente maximale \Rightarrow Risque de surchauffe moteur

Le paramètre qui doit être maintenu constant en montée, est la vitesse :

- Si la vitesse diminue, modifier l'assiette vers le piqué
- Si la vitesse augmente, modifier l'assiette vers le cabré

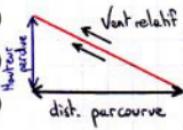
Le vol moteur coupé



- La source du mouvement de l'ULM moteur coupé est une composante de son poids
- Pour un ULM donné, à chaque vitesse, le vol moteur coupé correspond à un angle de plané.

La Finesse: Pour représenter l'angle de plané, il est plus commode d'utiliser le rapport

$$F = \frac{\text{distance parcourue}}{\text{hauteur perdue}} \quad \text{en air calme (même unité).}$$



La finesse s'exprime aussi par

$$F = \frac{\text{vitesse}}{\text{vitesse verticale}} \quad \begin{array}{l} (\text{anémomètre}) \\ (\text{variomètre}) \end{array} \quad \text{dans la même unité m/s ou km/h}$$

La vitesse de finesse maximale: vitesse, en air calme, qui procure le plus grand potentiel de plané, moteur coupé.

Il est important de connaître la finesse d'un appareil, moteur coupé.

Il est nécessaire de visualiser l'angle de plané correspondant.

A tout moment du vol, il doit être possible de rejoindre, en cas de panne moteur, un terrain de secours en vol plané.

Équilibre longitudinal du vol en ligne droite

Deux conditions sont nécessaires pour réaliser l'équilibre du vol rectiligne stabilisé.

- la portance, le poids, la traction et la traînée se compensent : résultante nulle.
- L'appareil ne pivote pas sur lui-même : le moment résultant est nul.

Sur un appareil bien réglé, la vitesse de croisière correspond à un effort nul aux commandes et une position du manche ou du trapèze déterminée.

Quand la portance est dans l'alignement du poids, l'appareil est en équilibre longitudinal.

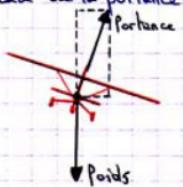


- Pour voler à vitesse plus faible que la vitesse de croisière, il faut exercer un effort permanent à tirer sur le manche (cabrer).
- Pour voler à vitesse plus forte que la vitesse de croisière, il faut exercer un effort à pousser sur le manche (piquer).
- Le moteur a un effet sur l'équilibre longitudinal : couple cabrer ou piquer.
 - Si on augmente la puissance, l'ULM cabre, car il cherche naturellement à conserver sa vitesse.
 - Si on diminue la puissance, l'ULM pique,

Un appareil longitudinalement stable ramène naturellement l'angle d'incidence à sa valeur initiale, après une perturbation (rafale de vent par exemple).

Le virage

- En virage, la composante verticale de la portance équilibre le poids.



- En virage, un apport de la traction de l'hélice équilibre l'excédent de la traînée.

- En virage stabilisé

↳ l'inclinaison est constante

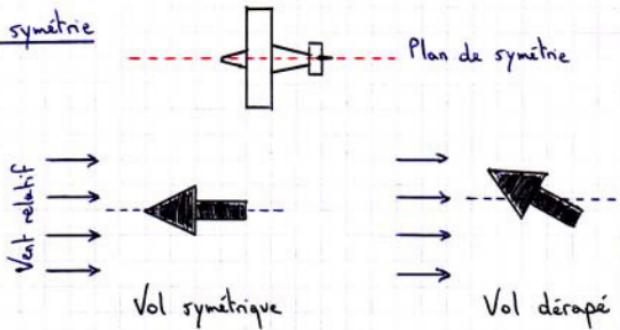
↳ l'assiette est constante

↳ le défillement du cap est constant

↳ la traction compense la traînée

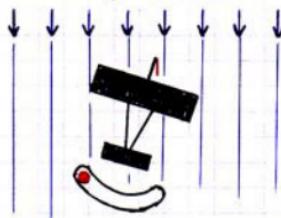
↳ la composante verticale de la portance équilibre le poids.

La symétrie



- Avant d'effectuer un virage, adopter une vitesse compatible avec l'inclinaison.
- Limiter l'inclinaison à une valeur raisonnable

La symétrie du vol se contrôle par la bille ou le brin de laine



- La bille est décalée du côté du vent.
- Le brin de laine est parallèle au vent.

Stabilité

- Un ULM en virage, commandes au neutre, qui se redresse tout seul est stable spiral
 - Angle dièdre
 - Flèche
 } améliorent la stabilité spirale (ou roulis).
- Un ULM en léger mouvement de lacet ou dérapage non-volontaire, qui revient à un régime de vol initial est stable lacet.
 - Dièdre
 - Flèche
 - Poche de quille
 - Surfaces verticales arrières
 } améliorent la stabilité en lacet

La stabilité et la manœuvrabilité sont 2 qualités contradictoires et aussi essentielles l'une que l'autre.

La propulsion

Le vol en palier nécessite une force propulsive qui compense la traînée.

Cette force est créée par l'ensemble moteur - réducteur - hélice

↳ Energie chimique sous la forme de carburant.

↳ Energie chimique transformée en énergie mécanique par le moteur.

↳ Energie mécanique transformée en énergie propulsive par l'hélice.

le moteur

2 caractéristiques essentielles

↳ la puissance maximale fournie (entre 20 et 70 cv).

↳ le régime de rotation auquel il fournit cette puissance (entre 600 et 6000 tr/min).

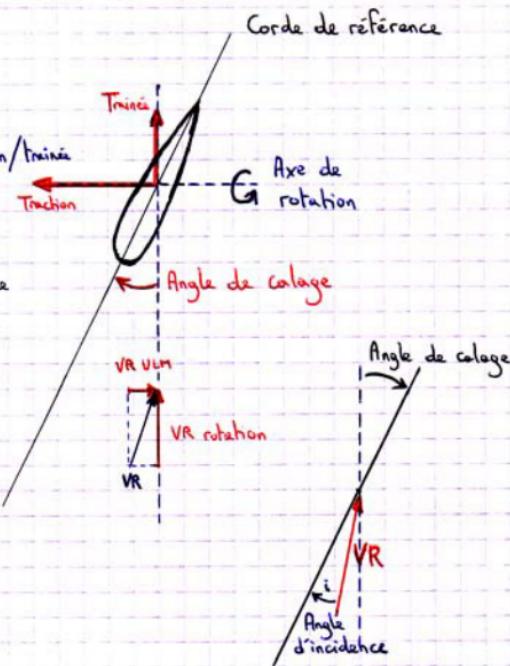
L'hélice

Chaque pale de l'hélice, se présente sous la forme d'un profil d'aile, dont la corde de référence fait angle avec le plan de rotation \Rightarrow Angle de caleage.

L'hélice doit fournir
le meilleur rapport traction/traînée

Ce "point de fonctionnement"

Correspond à un angle d'incidence
déterminé.



Le réducteur

Il sert à diminuer la vitesse de rotation de l'hélice, pour améliorer le rendement et diminuer les bruits aérodynamiques générés en bout de pale.

Le réducteur joue deux rôles essentiels :

- il transmet la puissance du moteur à l'hélice

- il démultiplie le régime de rotation du moteur en permettant à l'hélice fonctionner dans des conditions aérodynamiques acceptables.

Le réducteur est défini par son rapport de réduction :

2/1 donne 1 tour d'hélice pour 2 tours moteur.

Le moteur doit travailler sur toute sa plage d'utilisation. C'est l'adaptation de l'hélice à l'ensemble moteur/réducteur.

L'hélice doit fournir, sur toute la plage de vitesse de l'appareil, une traction maximale pour une traînée minimale.

CD

Phase 4

Aérodromes non contrôlés

- Pas de contrôle d'aérodrome
- Espacement entre les aéronefs assuré par la vigilance des pilotes.
- Certains terrains disposent d'un organisme AFIS (Aerodrome Flight Information Service)

↳ Avec AFIS :

- Fournit les paramètres de l'aérodrome
 - piste en service
 - vent
 - visibilité
 - type de nuage et hauteur de leur base
 - température
 - pression altimétrique
- Fournit une information de vol
 - info globale sur le trafic au voisinage

↳ Sans AFIS :

- Les pilotes pratiquent l'auto-information (si muni d'une radio)
 - compte-rendu de position
 - intentions

En l'absence de fréquence particulière, l'auto-information se fera sur la fréquence

"Aéro-club" : 123,5 MHz (necessité de préciser le terrain destinataire).

Aérodromes contrôlés

- Circulation au sol et en vol soumis à l'autorisation / cléance du contrôleur
- Contacts et instructions sur la "Fréquence Tour" (TWR)
 - roulage
 - alignement sur la piste
 - mise en puissance pour le décollage
 - intégration --- etc ---
- Accessible uniquement aux aéronefs pouvant établir la liaison radio avec la tour de contrôle.

Le Service du Contrôle d'Aérodrome a pour objectif d'ordonner et d'accélérer la circulation des aéronefs au sol et en circuit d'aérodrome d'une manière sûre et efficace.

Pour cela il prévoit les abordages entre les aéronefs en les espacant et en fournissant une information de trafic. Les pilotes sont cependant responsable des abordages avec les autres aéronefs et les obstacles, et doivent donc rester très vigilants.

Il est également chargé du Service d'Alerte (SAR).

Les bases ULM

L'arrêté du 13 Mars 1986 définit les conditions dans lesquelles les ULM peuvent atterrir et décoller ailleurs que sur un aérodrome.

La plateforme utilisée à titre occasionnel : - déclaration auprès du Maire.
- autorisation du propriétaire du terrain.

La plateforme utilisée de façon permanente : - démarches plus compliquées auprès des autorités compétentes.

L'autorisation obtenue est révocable, et il faut donc impérativement respecter les modalités d'utilisation (notamment en matière de nuisance).

L'utilisation d'une plateforme est subordonnée à l'accord préalable de la personne en ayant la jouissance.

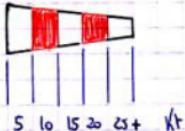
La piste de décollage / atterrissage

Nom de piste : ex: piste orientée au 308° , numéro 31
304, numéro 30

- Aires de trafic :
- parking
 - station d'avitaillement
 - hangars

- Aire à signaux :
-  Atterrissages interdits
 -  Précautions spéciales en cours d'approche ou d'atterrissement.
 -  Direction d'atterrissement/décollage
 -  Circuit à droite
 -  Piste en service (sur la TWR)
 -  Contrôle

Manche à air



Donne la direction et la force du vent.

Le carburant

Sur 4 temps : essence pure

Sur 2 temps : mélange huile/essence

L'indice d'octane caractérise le pouvoir détonant.

L'octane favorise une explosion plus diffuse, moins brutale, diminuant les contraintes sur les pièces en mouvement (moins d'usure) et autorisant une meilleure utilisation de l'énergie libérée.

L'huile

- ↳ Sur le plan mécanique = assure la lubrification
- ↳ Sur le plan thermique: refroidit les fonds de pistons, et contribue à l'équilibre thermique
- ↳ Sur le plan rendement: diminue les pertes d'énergie par friction / étanchéité de la segmentation
- ↳ Sur le plan propreté: assure la propreté du moteur en évitant:
 - les dépôts de boue dans les parties froides
 - la calamine dans les parties chaudes.

Les huiles dispersantes détergentes graphitées sont les plus adaptées à l'ULN.

La viscosité des huiles d'aviation s'appelle le grade.

Grade	10	65	80		50
Viscosité	55	20	30	40	100

Il est IMPERATIF d'utiliser l'huile du type prescrit dans le manuel d'utilisation.

Le mélange

C'est un point important pour les moteurs 2 temps.

Huile insuffisante

- ↳ Augmentation frictions,
- ↳ Augmentation température, dilatation
- ↳ Perte de puissance
- ↳ Augmentation de l'usure
- ↳ Blocage et serrage moteur possible au-delà d'un certain point

Huile excessive

- ↳ Moteur fume et s'encaisse
- ↳ Dépôt de résidus mal brûlés sur les parois des cylindres et des segments
- ⇒ Gommage
- ↳ Mauvais rendement moteur
- ↳ Si trop d'huile, le moteur refuse de démarrer

Il faut RESPECTER scrupuleusement la notice du constructeur, indiquant la qualité et les pourcentages à utiliser lors du roulage et en utilisation courante.

Une pompe manuelle de transvasement n'est pas un gadget, elle permet de limiter les désagréments et les risques de transvasement.

La quantité de carburant

Pour déterminer la quantité de carburant à embarquer, il faut estimer :

↳ la consommation horaire suivant la cylindrée,

↳ l'altitude de vol,

↳ les conditions météo,

↳ le régime de vol,

↳ le temps de vol suivant les performances,

↳ la route suivie.

Il est nécessaire d'embarquer la quantité de carburant nécessaire pour arriver à destination et prévoir une réserve de sécurité permettant de voler au moins 30 minutes.

La densité de l'essence est de 0,7

Soit 1 litre = 0,7 Kg.

Le poids du carburant influence :

- la distance de décollage (qui devient plus longue)
- la vitesse au décollage (qui devient plus élevée)
- le taux de montée (qui devient plus faible)
- le centrage (selon la position du réservoir, et la quantité embarquée).

Installation à bord et réglages

L'installation à bord doit permettre :

- l'accès aux commandes dans leur plein débattement
- la perception des informations intérieures et extérieures (TdB, vue verticale, horizontale)
- l'équilibre en vol
- le confort

Visite prévol

Avant chaque vol, le pilote, doit procéder à la visite prévol, afin de s'assurer que l'appareil est en bon état apparent.

Il s'agit d'une action primordiale qui engage la sécurité.

La visite prévol est donc un système de vérification méthodique.
Elle doit être effectuée avant chaque vol et avec minutie.

On s'attachera à vérifier notamment :

- L'aile et le tricycle (sur un pendulaire)
- le profil et la cellule (sur un multi-axes)
- le poste de pilotage et les instruments
- le groupe moto-propulseur

→ Démarrage moteur (des précautions sont à prendre).

→ Réglages (notamment du ralenti, de la richesse air/essence)

Le roulage (avant décollage)

Sur sol irrégulier, la structure souffre beaucoup au roulage : rouler doucement !

Pour diriger l'ULM on utilise :

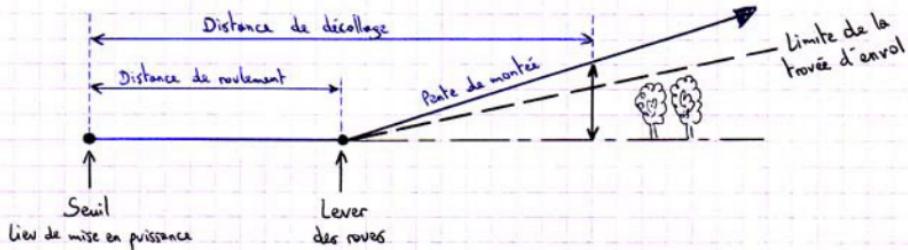
- Sur multiaxes : le palonnier (palonnier à droite, roue à droite, direction à droite, tourne à droite)
- Sur pendulaire : action sur la fourche (pied à droite, roue à gauche, tourne à gauche)

Outre la circulation à vitesse réduite, il est nécessaire de savoir :

- mettre en puissance
- rester en ligne droite, accélérer
- ralentir, couper le moteur tout en regardant autour pour assurer la sécurité.

Choix du seuil et de l'axe

Il est nécessaire de connaître la distance de décollage de son appareil.



Cette distance varie beaucoup suivant:

- L'état du moteur
- La température
- L'altitude
- L'état du sol
- Le poids embarqué
- La pente de la piste
- La force et la direction du vent

Il faut repérer une bande routable suffisamment longue,
sensiblement face au vent,
à une trouée d'envol acceptable.

Il faut être informé des règles d'utilisation de l'espace aérien.

Actions vitales avant le décollage

A C H E V E R

- | | | | | | | |
|----------------|------------|----------|--------------|----------------|-------------|---------|
| - Accrochage | - Centrage | - Hélice | - Essence | - Vérification | - Extérieur | - Radio |
| - Atterrisseur | - Commande | - Huile | - Estimation | | | |
| | - Confort | | - Electricté | | | |

Le décollage

- Il est nécessaire d'être parfaitement aligné avant le décollage
- La mise en puissance est progressive lorsqu'on démarre en roulage libre.
On peut également la faire, freins bloqués, pour obtenir une accélération plus franche et un décollage plus court.
- Durant la prise de vitesse il est nécessaire de garder une trajectoire rectiligne et de contrer rapidement toute embardée.
- L'envol (rotation) ne s'effectue pas de la manière suivante selon le type et le modèle d'ULM.

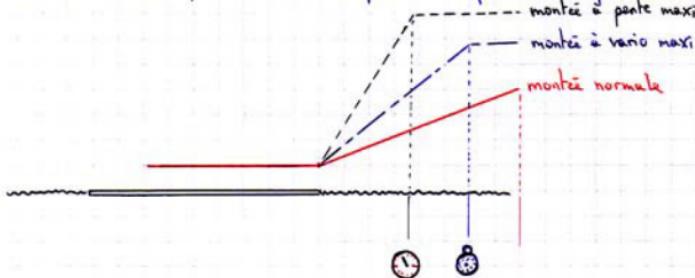
L'envol est une phase transitoire, soit en palier, soit en rotation lente de l'assiette, qui permet d'obtenir une trajectoire sur laquelle il est possible de continuer d'accélérer jusqu'à atteindre la vitesse de montée recommandée.

Appréciation et contrôle de la vitesse-air

L'observation des sensations de vitesse et des indications de l'anémomètre, sont les meilleurs remèdes contre le décrochage.

Les montées associées au décollage

- La montée normale : meilleur compromis vitesse horizontale / vitesse verticale.
- La montée à vario maximal : permet d'atteindre une altitude donnée en un temps minimum.
- La montée à pente maximale : permet de prendre le plus d'altitude possible sur une distance donnée.



La montée initiale se termine après franchissement du dernier obstacle pénalisant.

Bien que la majorité des vols se déroule sans problème, les ennuis mécaniques divers se traduisent par des défauts de propulsion qui sont suffisamment fréquents dans la pratique ULM, pour exiger du pilote, qu'il construise tout son vol en faisant l'hypothèse d'une panne moteur.

La piste de décollage et la montée initiale doivent être choisies de telle manière qu'en cas de panne moteur, l'atterrissement puisse être effectué droit devant en vol plané.

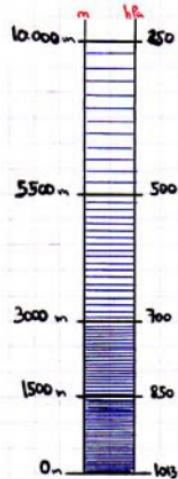
En fonction des obstacles et de la topographie du terrain, le pilote détermine la hauteur à partir de laquelle, il peut, en cas de panne, faire demi-tour pour se poser sur le terrain. Tant qu'il n'est pas à une hauteur suffisante pour envisager d'accéder, moteur coupé, à un autre terrain satisfaisant, le pilote reste "en local" de son terrain de décollage, c'est à dire qu'il reste à une hauteur et un éloignement tels qu'en cas de panne, il puisse rentrer en vol plané.

L'altimètre

La valeur moyenne de la pression atmosphérique au niveau de la mer est de **1013 hPa**.

On note une diminution de **1 hPa** pour une élévation de

- 8,5 m au niveau de la mer
- 30 m vers une altitude de 10.000 m.



La pression atmosphérique peut osciller entre 950 hPa et 1050 hPa.

Dépression: cercles concentriques dont la pression est basse au centre.

Anticyclone: cercles concentriques dont la pression est haute au centre.

Dorsale: axe de hautes pressions

Thalweg: axe de basse pressions

Plaine barométrique: vaste étendue où la pression atmosphérique varie très peu.

Atmosphère type

Pression au niveau de la mer : **1013 hPa**

Température au niveau de la mer : **15°C**

Décroissance de la température : **6,5°C** quand on s'élève de 1000 m.
(environ **2°C / 1000 ft**).

QNH : Pression atmosphérique au niveau d'un aérodrome, permettant de connaître son altitude, par rapport au niveau de la mer (On calcule l'altimètre sur l'altitude).

QFE : Pression atmosphérique au niveau d'un aérodrome, permettant de connaître son altitude, par rapport au terrain (On calcule l'altimètre sur **0**).

Calage 1013 : Réglage de l'altimètre pour connaître le niveau de vol (FL).

Choix et maintien de la trajectoire-sol

Lors d'un vol, le pilote doit choisir une trajectoire sol, tenant compte de plusieurs contraintes :

- rester à tout moment en local d'un terrain possible,
- être compatible avec la quantité d'essence disponible,
- être compatible avec les performances de l'appareil,
- éviter les zones particulièrement dangereuses ou interdites de survol.

Prévention des abordages

- Tout dépassement s'effectue par la droite
- En rapprochement de face, les aéronefs inféchiront leur route, sur leur droite
- Lorsque les routes sont convergentes, PRORITÉ à DROITE.

La prévention du décrochage

↳ De manière active par le pilote :

- surveillance de l'anémomètre
- surveillance des changements d'écoulement de l'air.
- action sur le manche ou la barre de pilotage.

↳ De manière passive :

- par la conception de l'aile
- par un réglage correct du centrage

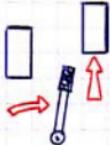
Priorités

- Un aéronef en vol a toujours la priorité
- Un aéronef en finale est prioritaire par rapport aux autres (le plus bas dans l'ordre)
- Les aéronefs moto-propulsés doivent céder le passage aux dirigeables, planavions, ballons.
- Les dirigeables doivent céder le passage aux planavions, ballons.
- les planavions doivent céder le passage aux ballons.
- les aéronefs moto-propulsés doivent céder le passage aux aéronefs remorquant d'autres aéronefs ou objets, et aux formations de plus de deux aéronefs.

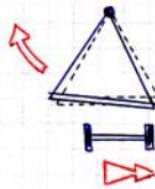
Le vol à l'intérieur des nuages est interdit aux ULM.

Les virages

Mise en virage



Multi-axes: actions conjuguées sur le manche et sur le palonnier.



Pendulaires: actions en longitudinal et en latéral sur la barre de pilotage.

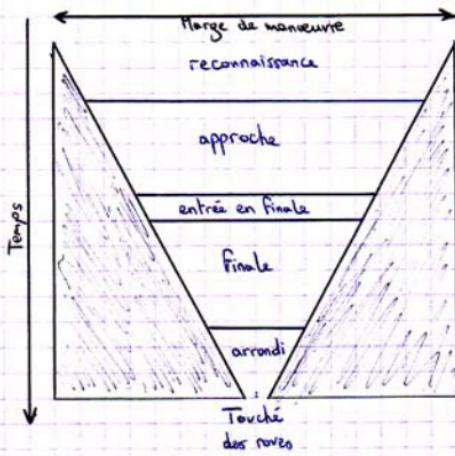
Pour stabiliser le virage, il faut maintenir une incidence suffisante, tout en adaptant la puissance et la vitesse.

Pendant le virage, il faut surveiller : la vitesse, la hauteur, l'inclinaison.

Il faut proscrire les fortes inclinaisons et les manœuvres radicales.

Le retour au sol

Les ennuis mécaniques divers sont suffisamment fréquents dans la pratique ULM pour exiger du pilote qu'il construise tout le vol et donc le retour au sol, en faisant l'hypothèse d'une panne moteur.



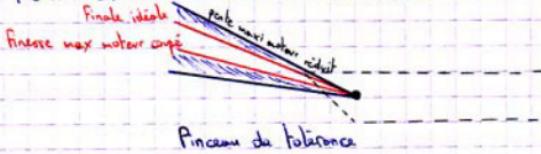
La reconnaissance:

Elle permet d'identifier et mesurer tous les facteurs influençant l'atterrissement :

- Etat du sol
- Pente du terrain
- Dimensions
- Vent
- Obstacles

L'approche stabilisée :

Elle permet de fixer un point de visée, permettant d'estimer la pente d'approche. Cette pente d'approche doit être supérieure ou égale à la pente de finesse moteur capé. Ce point matérialise l'entrée effective de la bande atterrissable.



L'entrée en finale:

L'entrée en finale matérialise le début de la finale.

Elle amène l'appareil :

- sur l'axe de la piste
- sur la pente choisie
- à une hauteur suffisante

ATTENTION ! le dernier virage ne doit pas être trop bas.

Si le virage est plutôt bas, attention à l'inclinaison,

à la vitesse,
aux modifications des performances,
et à la hauteur disponible.

La finale:

L'approche finale se fait :

- moteur réduit,
- en ligne droite (inclinaison nulle)
- sur l'axe de la piste
- à vitesse sensiblement plus élevée que la vitesse de croisière moteur coupé.

Le but de la finale est de traverser sans encombre les pièges fréquents au voisinage du sol (turbulences, variations de la vitesse du vent selon la hauteur...).

La vitesse doit être suffisante afin de disposer d'une réserve à cabrer ou à piquer.
Cette vitesse devra être majorée en conditions turbulentes.

la pente idéale doit concilier : - les conditions de vent
- les performances de l'appareil
- une marge de survol des obstacles
- la possibilité de bien percevoir l'aire d'atterrissement
- un minimum de nuisances causées aux tiers

Le contrôle de la finale:

Le pilote doit simultanément :

- se maintenir dans l'axe de la piste
 - conserver la vitesse optimale
 - suivre la pente de finale choisie
-
-

Les aérfreins

Ce sont des surfaces mobiles modifiant l'écoulement le long du profil.

Ils augmentent la traînée, ils diminuent donc la finesse.

Une sortie des aérfreins provoque :

- une augmentation du taux de chute
- une diminution de la finesse
- une diminution de la vitesse

Le pilote qui sort les aérfreins doit en même temps piquer pour maintenir une vitesse constante ; de même en les rentrant, le pilote doit cabrer.

Les volets

Ce sont des surfaces mobiles modifiant l'écoulement le long du profil.

Ils diminuent la vitesse minimale de vol et améliorent le comportement de l'appareil aux basses vitesses.

Ils sont utilisés lors des phases de vol à vitesse lente (décollage et atterrissage).

En FINALE, il est préférable de voler plutôt vite que trop lentement...

L'éventuelle remise des gaz

Lorsque :

- des erreurs d'appréciation ou de réalisation au cours de l'approche, de l'entrée en finale, ou de la finale, entraînent le pilote à être désoxygéné ou trop long,
- l'ULM est incliné lors de la prise de contact des roues
- des obstacles imprévus surgissent sur la bande d'atterrissement, ou dans l'espace utilisé pour y accéder,

il peut s'avérer nécessaire :

- d'arrêter les opérations d'atterrissement,
- de remettre les gaz,
- de reprendre de la hauteur et de recommencer l'atterrissement.

La remise de gaz s'effectuera progressivement mais nettement, de façon continue, en surveillant la vitesse et en restant attentif à ne pas se laisser surprendre par la variation d'assiette.

Attention à la trajectoire de montée, ainsi qu'aux obstacles fixes ou mobiles.

L'arrondi

L'arrondi consiste à amener l'ULM en contact avec le sol et à l'arrêter sur une distance compatible avec la longueur de la piste disponible en respectant la position de l'ULM par rapport à la piste (assiette,倾inclusion) ainsi qu'en respectant la résistance structurale de l'appareil.

Effet de sol: se manifeste par une augmentation sensible de la finesse, due à l'augmentation de la surpression sur l'intrados de l'aile, en raison du coussin d'air qui apparaît entre l'aile et le sol.

Utilisation de la RADIO et de la PHRASEOLOGIE

Les Fréquences utilisées pour les communications air-sol en VHF (Very High Frequency) vont de 118 à 136 MHz, par tranches de 25 kHz (0,025 MHz)

Le CRR (Certificat Restreint de Radiotéléphoniste) donne le droit d'utiliser les ondes Hertziennes en France.

Le CEIRB et la licence de station d'aéronef donnent le droit d'utiliser un poste VHF. Ils sont imposés par la DGAC pour chaque station.

L'établissement du Certificat d'Exploitation d'Installation Radioélectrique de Bord, initial, est associé à un indicatif d'appel ~~XXXX~~, à 5 lettres (F-JXXX)
France ↴ VLM

Le CEIRB est valable 6 ans.

La phraseologie

Alphabet: cf. p. 150 du Manuel

chiffres: chiffres unitaires: idem, sauf 1, prononcé UNITÉ

Niveau 35: trente-cinq (bonne transmission)

trois cinq (mauvaise)

la virgule: decimal

Prise de contact:

station appelée / station appelante / bonjour.

d'où je viens ?

où je vais ?

où je suis ?

qu'est-ce que je veux ?

OUI : AFFIRM

NON : NEGATIF

CORRECTION : erreur dans le message , le texte correct est...

PANNE, PANNE, PANNE : situation d'URGENCE

MAYDAY, MAYDAY, MAYDAY : situation de ~~grave~~ DETRESSE

ROGER ou REÇU

WILCO : message compris et exécuté.

Fréquence de détresse : 121,500 MHz

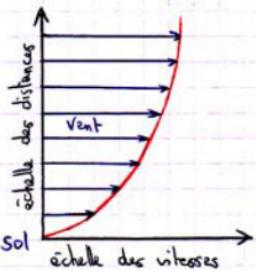
Q
→

Les caractéristiques des mouvements de l'air

Laminaire: mouvement régulier sensiblement parallèle.

Turbulent: mouvement désordonné

le gradient: c'est la mesure de l'écoulement du vent



Au voisinage du sol, par rugosité,
le vent est moins fort.

Le venturi: lorsqu'un fluide qui s'écoule rencontre un resserrement,
la vitesse du fluide est plus élevée,
la pression est plus faible

Influence des rafales sur le vol

Rafale montante: l'incidence augmente,
la vitesse et le facteur de charge augmentent.

Rafale descendante: l'incidence diminue,
la vitesse diminue.

Rafale de face: la vitesse et le facteur de charge augmentent.

Rafale arrière: la vitesse diminue

Rafale de travers: provoque un dérapage.

Selon la conception et les réglages, les effets dièdres et girouette, se combinant pour repositionner l'aile face au nouveau vent relatif.

Le vol en turbulences nécessite de s'éloigner au mieux des limites du domaine de vol (décrochage, VNE, facteur de charge) afin de ne pas risquer de les atteindre sous l'effet d'un mouvement de l'air, ce qui se traduit par une vitesse de vol ni trop faible, ni trop rapide.

Influence du gradient de vent sur le vol

Le gradient de vent de face au décollage

Ce phénomène favorise les performances au décollage

Le gradient de vent arrière au décollage

Ce phénomène est dangereux car il diminue les performances au décollage.

Le gradient de vent de face à l'atterrissement

Ce phénomène est dangereux car il dégrade les performances

Le gradient de vent au voisinage de la pente

Ce phénomène déséquilibre l'ULM du côté où le vent est plus faible.

Le gradient de vent entre 2 masses d'air de vitesse et de direction différentes

- lorsque le vent est de face ou arrière, les conséquences sont identiques à celles des rafales de face ou arrière.
- lorsqu'il y a un gradient de vitesse verticale, les conséquences sont identiques à celles des rafales montantes ou descendantes.
- lorsque les différentes parties du profil sont exposées à des vents relatifs différents les conséquences sont semblables à celles d'une rafale dissymétrique.

L'influence du vent régulier sur le vol

- Seules les variations de vitesse et/ou de direction du vent, affectent le régime de vol (incidence/vitesse).
- Si l'écoulement est régulier en vitesse et en direction, l'avion est aérodynamiquement exerçant dans la même situation qu'en air immobile.



A proximité du sol, la sensation de vitesse est accrue (ATTENTION au décrochage!).

Pour se déplacer le pilote doit choisir une hauteur de vol et un cheminement par rapport au sol.

Il est pour cela guidé tout au long du vol par la nécessité :

- d'éviter les zones à fortes turbulences, à fortes descentes, ou à fort vent contrarie
- de rester en local, moteur coupé, d'un terrain d'atterrissage.

La METEO

Le vent

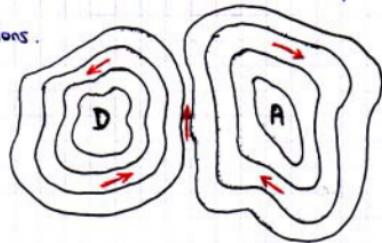
La direction du vent, c'est la direction d'où vient le vent.

La Force du vent s'exprime généralement en noeuds (Kt).

$$1 \text{ m/s} \approx 2 \text{ Kt} \approx 4 \text{ Km/h}$$

Le vent tourne dans le sens des aiguilles d'une montre autour des anticyclones et en sens inverse autour des dépressions.

Plus les isobares sont serrées,
plus le vent est fort.



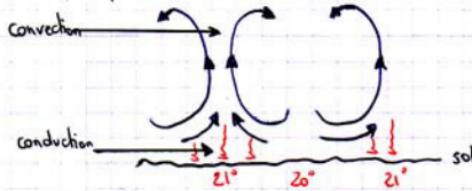
La température

Les parties les plus chaudes du sol, se sont par conduction, et échauffe l'air à proximité du sol.

Cet air chaud, voit sa densité diminuée et va alors s'élever.

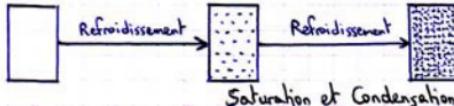
Il y aura alors échange thermique par courant de convection.

Une particule en ascension
se refroidit de 1°C par 100 mètres.

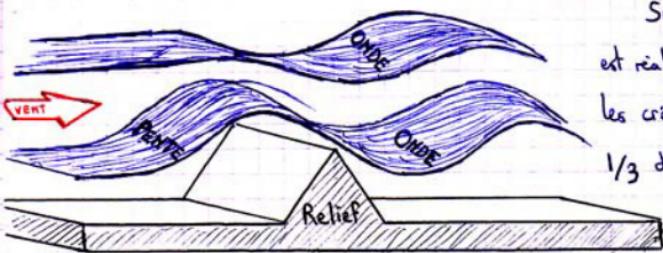


L'humidité

De façon générale les nuages se forment à la suite d'un refroidissement de l'air provoqué le plus souvent par une détente liée à une élévation.



Vapeur: gaz invisible.
Liquide: pluie et gouttelette des nuages
Solide: grêle, neige et cristal des nuages



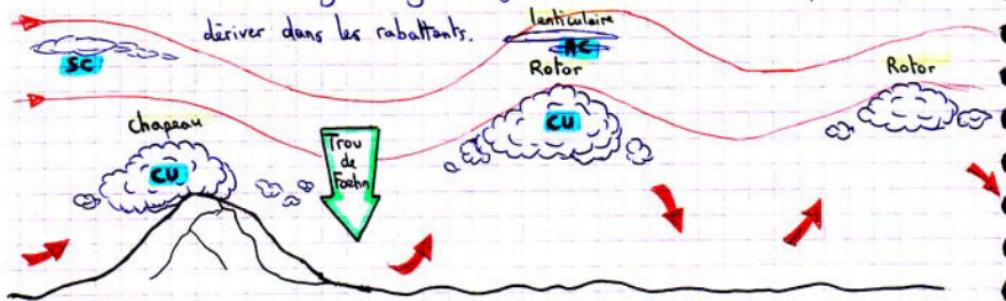
Effet de pente et onde de ressaut

Si le vent est suffisant, le vol de pente est réalisable. Le vol pourra dépasser les crêtes jusqu'à une hauteur atteignant $\frac{1}{3}$ du dénivelé, moteur au ralenti.

Plus la pente est forte, plus l'ascendance est forte.

Pour profiter d'une ascendance de pente, il faut évoluer:

- soit en ligne droite avec une correction du dérive pour se maintenir parallèle à la ligne de crête,
- soit en larges virages, toujours effectués face au vent pour ne pas dériver dans les rabattons.



Nuages



Aspect colonneux
Contour bien découpé
en forme de chau-fleur

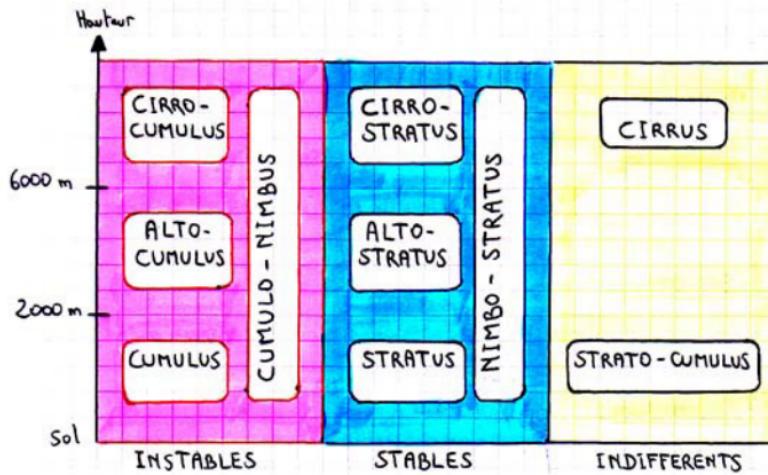
INSTABLE



Brumeux
Contour mal définis

STABLE

	Etage	Préfixe
CUMULUS	Supérieur 6000m	CIRRO
STRATUS	Moyen 2000m	ALTO
	Inférieur	



Les nuages dangereux pour l'ULM sont:

- le stratus (st)
- le cumulo-nimbus (Cb)

Les nuages favorables au vol thermique sont:

- les cumulus (Cu)

Les nuages associés au système ondulatoire sont:

- les nuages lenticulaires
- les nuages de rotor

CAVOK: Ceiling And Visibility OK : Visi > 10 Km, pas de nuages < 1500 m.

METAR: Meteo Terminal Area Report : Message d'observation météo.

TAF: Terminal Area Forecast : Message de prévision météo.

SIGMET: Avis de phénomène météo dangereux.

Le prévisionniste apporte une information. Dans tous les cas, le pilote est seul juge et c'est à lui qu'incombe la responsabilité de décider de faire ou non le vol.

La navigation

Cartes 1/250.000: 1 cm / 2,5 Km

Cartes IGM Classiques, sans information aéronautique.

Les mieux adaptées à l'aviation ultra-légère.

Cartes 1/500.000: 1 cm / 5 Km

Apportent les informations aéro.: espaces aériens, zones...

Cartes 1/1.000.000: 1 cm / 10 Km

Accompagnés du "Complément aux cartes aéronautiques".

Servent à l'étude des zones réglementaires et interdites.

Les cartes d'aérodrome (VAC): Visual Approach Chart.

Permettent d'assurer les phases de déport et d'atterrissement.

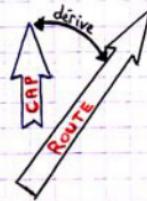
Pour naviguer il est nécessaire de disposer d'un comptas, d'une montre, d'un anémomètre.

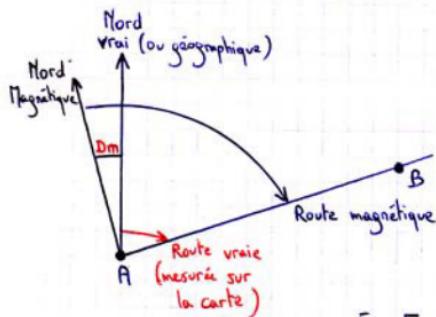
Difference entre route et cap

En l'absence de vent traversier, pour suivre la route définie, il suffit d'afficher un cap égal à la valeur de la route magnétique.

Avec du vent traversier, il faudra corriger l'effet de dérive en décalant l'axe du côté d'où vient le vent. Cela revient à diminuer le cap lorsque le vent vient de la gauche, et à l'augmenter s'il vient de la droite.

En vol la valeur de la correction de dérive est estimée en comparant la trajectoire sol suivie par l'ULM, avec un alignement de repères matérialisant la route à suivre.





Le Nord géographique et le Nord magnétique ne coïncident pas. L'angle entre ces 2 références s'appelle la déclinaison magnétique.

En France la valeur moyenne est d'environ 3° ouest, ce qui revient à ajouter la valeur de la déclinaison magnétique (+3) à la route vraie (mesurée sur la carte), pour trouver la route magnétique.

Une piste en montée

- rallongera la distance de décollage
- raccourcira la distance nécessaire à l'atterrissement.

Une piste en descente

- raccourcira la distance de décollage
- rallongera la distance d'atterrissement.

Plus l'altitude du terrain est élevée, plus longues sont les distances de décollage et d'atterrissement, et plus faible est la pente de montée.

Tactique de navigation

- Le cheminement: consiste à suivre des lignes naturelles caractéristiques.
- L'erreur systématique: consiste à altérer volontairement sa route, pour rejoindre une ligne naturelle qui conduira à destination.
- L'estime: consiste à tracer sur une carte des lignes droites, entre des points de repère, pour déterminer la route magnétique.

Il faut essayer ce exercice dans la partie 1F : t.

La navigation à l'estime doit être confirmée par des repères caractéristiques.

Quelle que soit la méthode de navigation employée, la trajectoire et la hauteur de vol doivent être choisies de telle manière que l'on soit à tous moments du vol, en local d'un terrain possible.

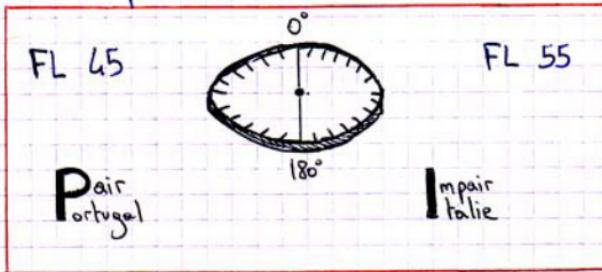
Choix de l'altitude de vol

Cas d'un vol à plus de 25 NM d'un aérodrome avec TMA.

En dessous de la surface S, on vole calé au QNH (hPa du terrain).

Au dessus de la surface S, on suit la règle semi-quadrantale suivante :

- Si la route magnétique est comprise entre 0° et 179° , on vole en niveau de vol "impair +5"
- Si la route magnétique est comprise entre 180° et 359° , on vole en niveau de vol "pair +5".



Les vols en IFR utilisent les niveaux de vol se terminant par 0.

Bilan carburant: Effectué en mesurant la longueur de l'étape, en connaissant la vitesse de croisière, le vent prévu sur le parcours, on calcule le temps de vol prévu, donc la quantité de carburant à emporter + une réserve de sécurité.

Appliquer la réglementation est nécessaire : être responsable est indispensable.

3 types de services sont rendus par les organismes de la circulation aérienne :

- le service du contrôle
- le service d'information de vol
- le service d'alerte

le service de contrôle, pour le VFR, n'est rendu qu'en circulation d'aérodrome contrôlé.

L'espace aérien Français est divisé en 5 FIR (Flight Information Region), disposant chacun d'un CIV (Centre d'Information en Vol).

AWY: Airways - Couloirs aériens de 10 NM de large - Plafond FL 195

TMA: Terminal control Area - Volume d'espace contrôlé, surplombant les aérodromes à fort trafic.

CTR: Control zone - Surplombe les aérodromes et se situe souvent sous une TMA.
Elles englobent les trajectoires de décollage/atterissage et la circulation d'aérodrome.

Zones à statut particulier

D : zone Dangereuse

R : zone Réglementée

Les classes d'espace : Seules A, D, E et G sont mises en œuvre en France.

	A	D	E	G
Statut de l'espace	-	Contrôle	Contrôle	Non-Contrôle
Information de trafic	+ Trafic	Oui	NOM	NOM
Statut du vol	VFR	Contrôle	Non-contrôle sauf VFR spécial	Non-contrôle
Clairance		Oui	Non sauf VFR spécial	NOM
Contact Radio		Oui	Non sauf VFR spécial	NOM

Service d'ALERTE rendu dans tous les espaces

La surface S, c'est la plus élevée des 2 surfaces :

- 1000 ft (300m) au-dessus du sol
- 3000 ft (1000m) à un altimètre calé au QNH régional

Règles de survol des obstacles

Hauteur minimale de survol	500 ft (150m)
Zones à forte densité de population Agglomérations Rassemblement en plein air Réserve naturelle Autoroute	1000 ft (300m)
Agglomération < 1200 m	1600 ft (500m)
Agglomération moyenne 1200 m << 3600 m	3300 ft (1000m)
Agglomération moyenne > 3600 m Rassemblement de plus de 100.000 personnes	5000 ft (2000m)
Ville de PARIS - zone P23	6600 ft (3000m)

Obligation d'emport des documents

- Pour tous les vols ne restant pas en local , proche du terrain de décollage :
 - la documentation et les cartes appropriés à la route envisagée , et à tout autre route de déroulement.
- Pour tout vol pour lequel les terrains de décollage et d'atterrissement sont différents :
 - la carte d'identification
 - la licence du pilote , et éventuellement la déclaration de niveau de compétence
 - la licence de station d'aéronaf , et références et approbations d'installation de l'équipement radioélectrique .
(activités particulières)