

Stage ULM

Pont Sur Yonne - LFGO

04 avril – 06 avril 2025

Thème : Connaissance de l'ULM.

Les différentes classes d'ULM

Elles sont au nombre de 6



Classe 1, le
paramoteur



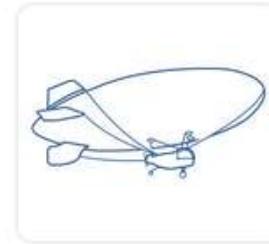
Classe 2, le
pendulaire



Classe 3, le
multiaxe



Classe 4,
l'autogyre



Classe 5,
l'aérostat
ultra-léger



Classe 6,
l'hélicoptère
ultra léger

Un petit mot sur l'histoire et la naissance de l'ULM

Historique

Dans les années 60, avions et planeurs se développaient sur les aérodromes français au travers d'aéro-clubs, mais l'aviation de loisir restait quand même réservée à une élite.

Durant les années 70, un besoin de liberté plus intense se développait et l'arrivée du « deltaplane » en 1972. L'apparition des premières ailes de Vol Libre permettait tous les espoirs. En effet, il suffisait de s'élancer du haut d'une colline pour voler. Le Vol Libre venait de démocratiser le vol surtout en montagne !

Côté plaine, s'envoler était une chose plus complexe, et comme les planeurs, le câble était la solution la plus simple mais relativement complexe à mettre en œuvre et coûteuse. Plus besoin de faire plusieurs heures de route pour découvrir qu'au sommet convoité pour l'envol de l'aile delta, il y avait trop de vent ou du brouillard !

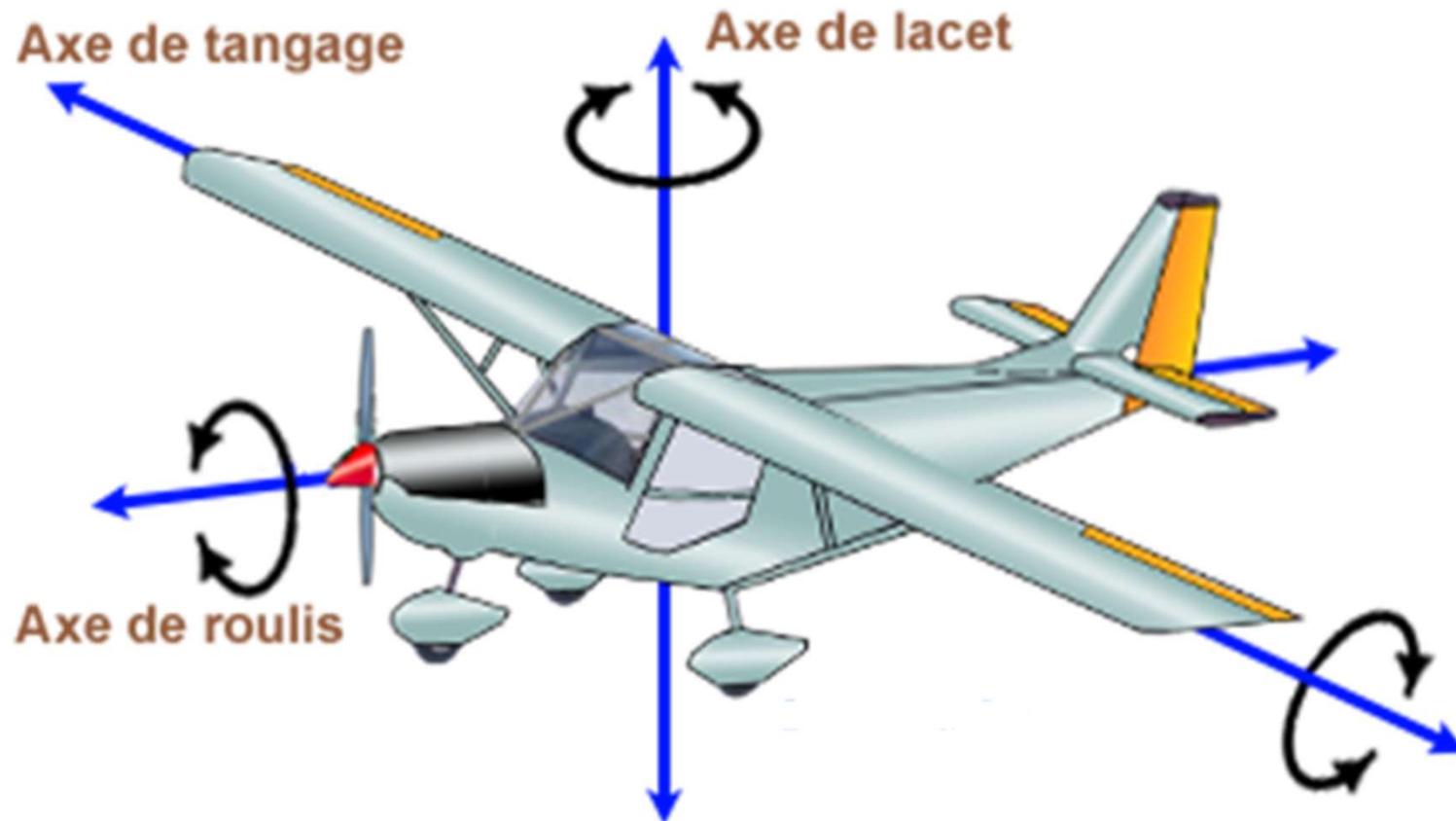
Rapidement certains eurent l'idée de monter un petit moteur sur une aile de vol libre. La solution la plus simple consistait à installer un arbre de transmission parallèle à la quille de l'aile delta - Soar Master - mais cela donnait une instabilité en tangage souvent incontrôlable.

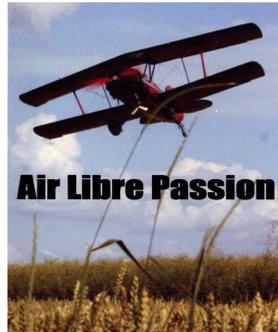


La nécessité de dissocier l'axe de poussée du moteur de l'aile devenait impérative. Roland MAGALLON créa le chariot pendulaire dont le principe est toujours utilisé dans cette catégorie.

On peut dater au 26 juin 1980 la première reconnaissance officielle de « l'Ultra Léger Motorisé » par un courrier de l'Aviation civile française provoqué par les joyeuses évolutions des pendulaires de Gérard LANCIEN et Jean-Marc PEUFFIER sur un événement médiatique.

Le stage est dédié au multiaxes (ou 3 axes)...





Stage ULM

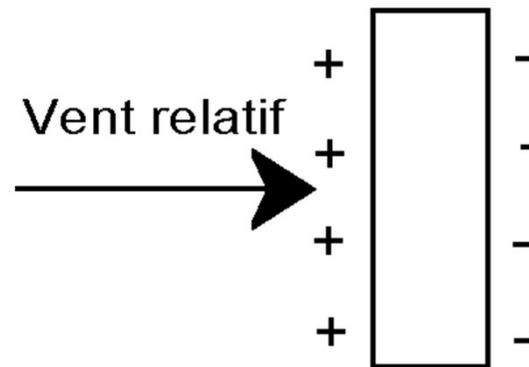
Pont Sur Yonne - LFGO

04 avril – 06 avril 2025

Thème : Mécanique du vol.

Une surface exposée à un vent relatif

D'un côté on a une surpression de l'autre une dépression.

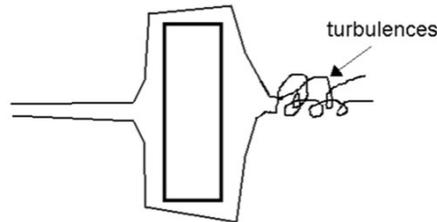


Incidence de la forme du profil

Les filets d'air créent une turbulence sur l'arrière du profil.

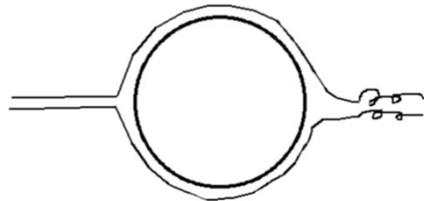
L'importance de cette turbulence est donnée par un coefficient : C_x

$$C_x \approx 1$$



$$C_x < 1$$

($\approx 0,5$)



$$C_x \ll 1$$

($\approx 0,1$)

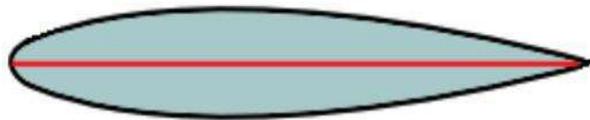


Comment vole un avion ?

Le vol d'un avion est étroitement lié aux caractéristiques de son aile et plus particulièrement au profil de cette aile.

Quelques exemples :

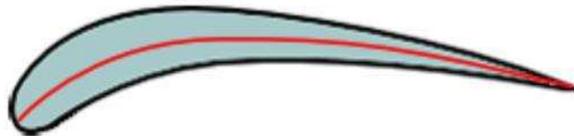
Profil biconvexe symétrique



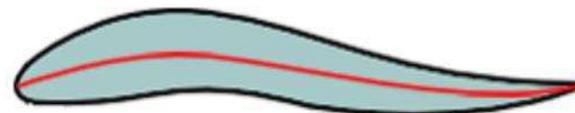
Profil biconvexe dissymétrique



Profil creux



Profil à double courbure



Ce profil va contribuer à définir la résultante aérodynamique \mathbf{R} de l'aile qui se décompose en deux forces :

A partir du profil de l'aile

Si intrados = 30 cm et extrados = 40 cm

$$V_{\text{extrados}} > V_{\text{intrados}}$$

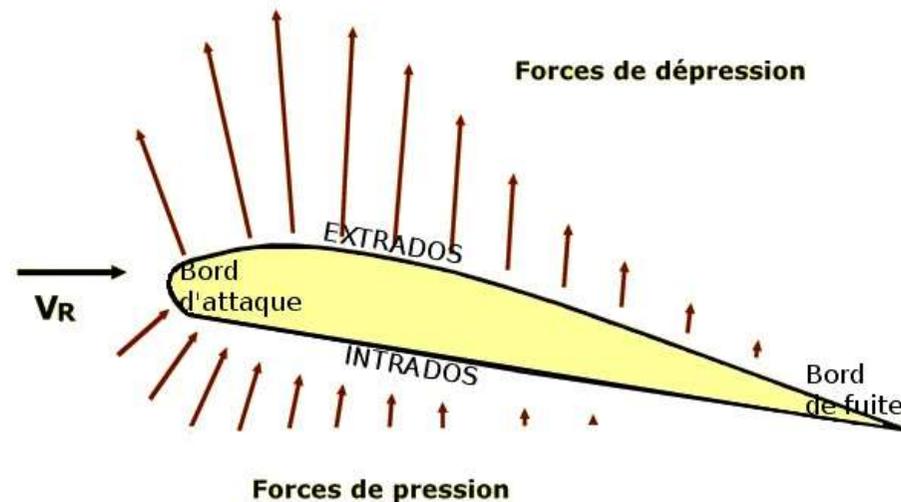
d'après la loi de Bernoulli,

$$P_{\text{intrados}} > P_{\text{extrados}}$$

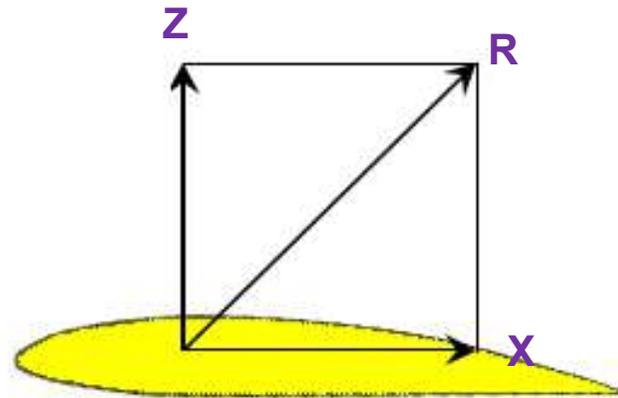
d'où une dépression sur l'extrados qui génère une aspiration vers le haut.

Les forces de pression participent également à la portance.

La pression sur l'intrados pour 1/3 et la dépression sur l'extrados pour 2/3 de la portance.



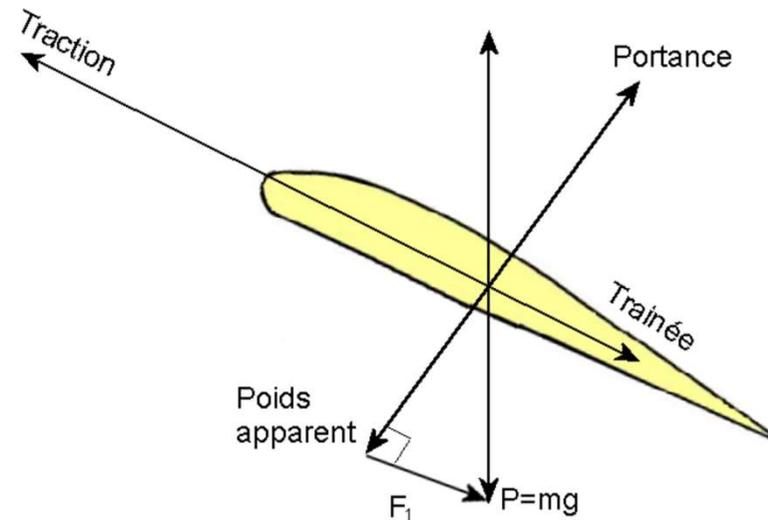
La Portance Z et la Trainée X



R provient de la différence de découlement des filets d'air au-dessus (Extrados) de l'aile et en-dessous (Intrados) de l'aile depuis le bord d'attaque jusqu'au bord de fuite.

Les différentes forces présentes

- 1°) le poids
- 2°) la traction
- 3°) la portance (opposée au poids)
- 4°) la trainée (opposée à la traction) en montée



$$\overrightarrow{\text{Poids apparent}} = \overrightarrow{F_1} + \overrightarrow{P_{mg}}$$

Les équations sont :

La Portance : $Z = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot S \cdot C_z$

La Trainée : $X = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot S \cdot C_x$

La Traction : $T = W/V$

Le Poids : $P = m \cdot g$

avec :

ρ : Masse volumique de l'air (kg/m^3) ($\rho = 1,225 \text{ kg/m}^3$ au sol)

V : Vitesse d'écoulement (m/s)

S : Surface alaire (m^2)

C_z : Coefficient de portance

C_x : Coefficient de trainée

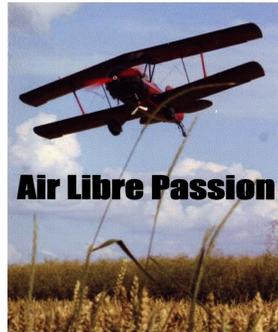
W : Puissance effective en W

m : Masse de l'avion (kg)

g : Accélération de la pesanteur = $9,81 \text{ m/s}^2$

En palier : $Z = P$ et $T = X$

Dans les équations, on remarque que la portance Z est proportionnelle au carré de la vitesse V et au coefficient C_z de l'aile.



Stage ULM

Pont Sur Yonne - LFGO

04 avril – 06 avril 2025

Thème : Généralités.

Les unités très utilisées

1 foot \approx 0,3048 m (*calcul mental prendre 1 m \approx 3 ft*)

1 mile nautique (NM) = 1,852 km

1 knots (kt) ou \approx 1,852 km/h (*calcul mental prendre 2 et 0,5*)

1 bar = 100 000 Pa \approx 750 mmHg (*1013 mbar = 101300 Pa = 1013 hPa*)

Sur une carte au 1/500 000^{ème} pour une estimation rapide, 1 doigt (\approx 2cm) représente 10 km pour la distance.

Pour connaître le temps nécessaire pour la parcourir : Facteur de base x distance.

À 120km/h => Facteur de base = 60/120=0,5.

En montant, la température et la pression diminuent.

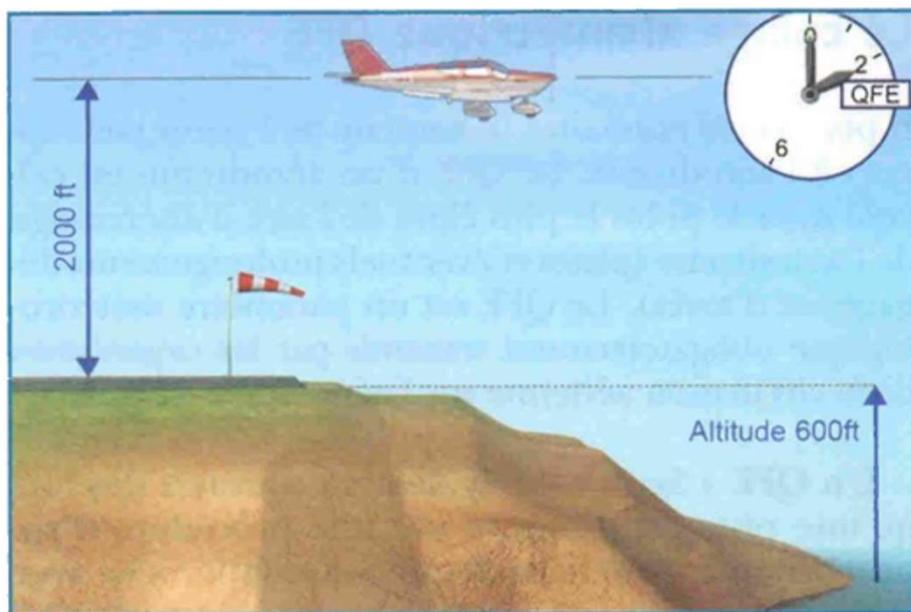
La pression diminue de 1 hPa (100 Pa) \approx 28 pieds \approx 8,50 m

(calcul mental prendre 1hPa \approx 30 pieds).

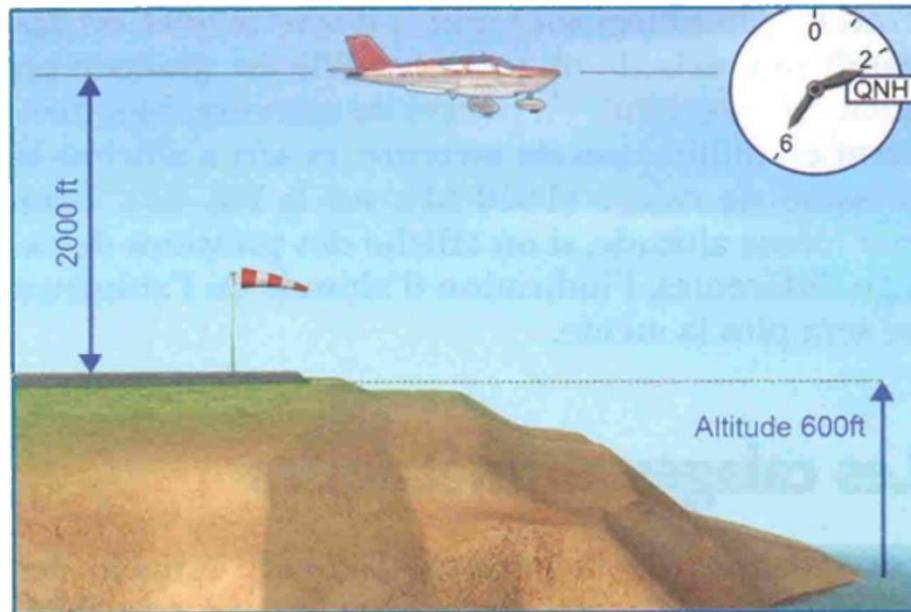
Exemple : 1 terrain situé à 300 ft d'altitude aura une pression de 10 mbar plus faible que s'il était au bord de mer.

Si l'altimètre sur l'AD est réglé sur 300 ft, on dit qu'il est calé au QNH.

Si l'altimètre est réglé sur 0 ft, on dit qu'il est calé au QFE



Calage altimétrique QFE (lecture en vol).



Calage altimétrique QNH (lecture en vol).

La température diminue également d'environ 2°C par 1000 pieds.

Atmosphère type

Altitude : 0 m (niveau de la mer) – Pression : 1013,25 hPa – Température : +15°C

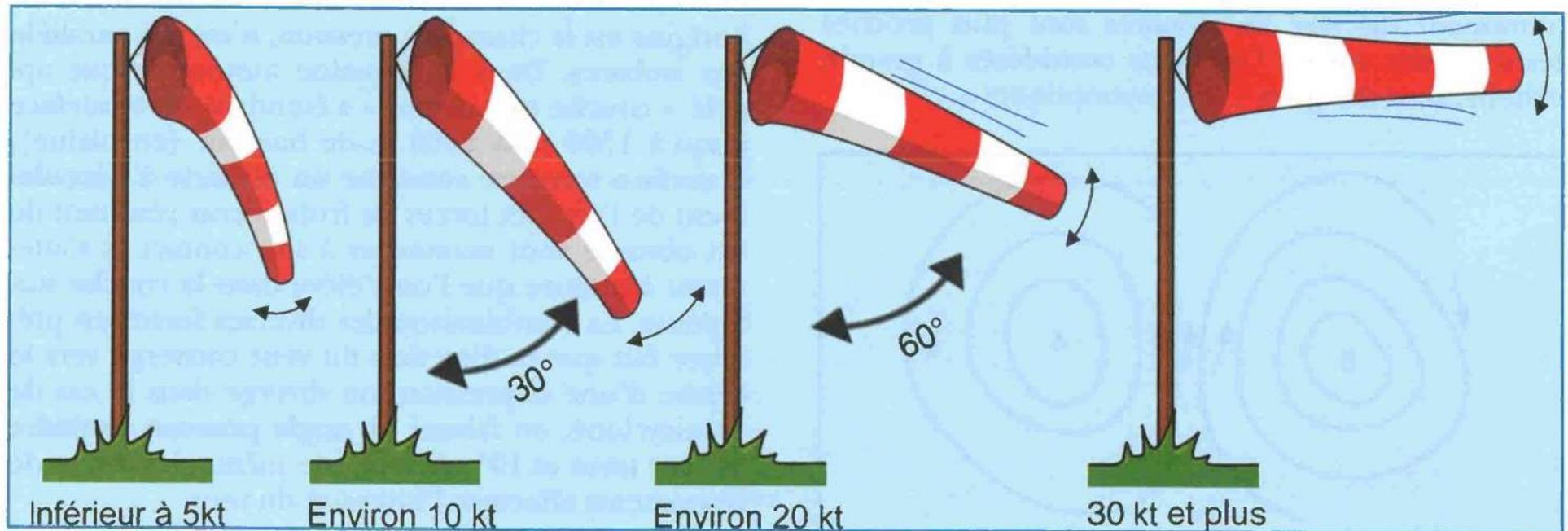
Calcul à 2000 ft en sachant qu'au niveau de la mer, ce jour là, on a une pression de 1018 hPa (Anticyclone ou Dépression ?) et une température de 21°C ?

$P \approx 2000 / 30 = 66,67 \Rightarrow 66,67 \times 1 = 67$ hPa de perdus soit une pression de $1018 - 67 = 951$ hPa

$T \approx 2000 / 1000 = 2 \Rightarrow 2 \times 2^\circ\text{C} = 4^\circ\text{C}$ de perdus soit une température de $21 - 4 = 17^\circ\text{C}$

La manche à air

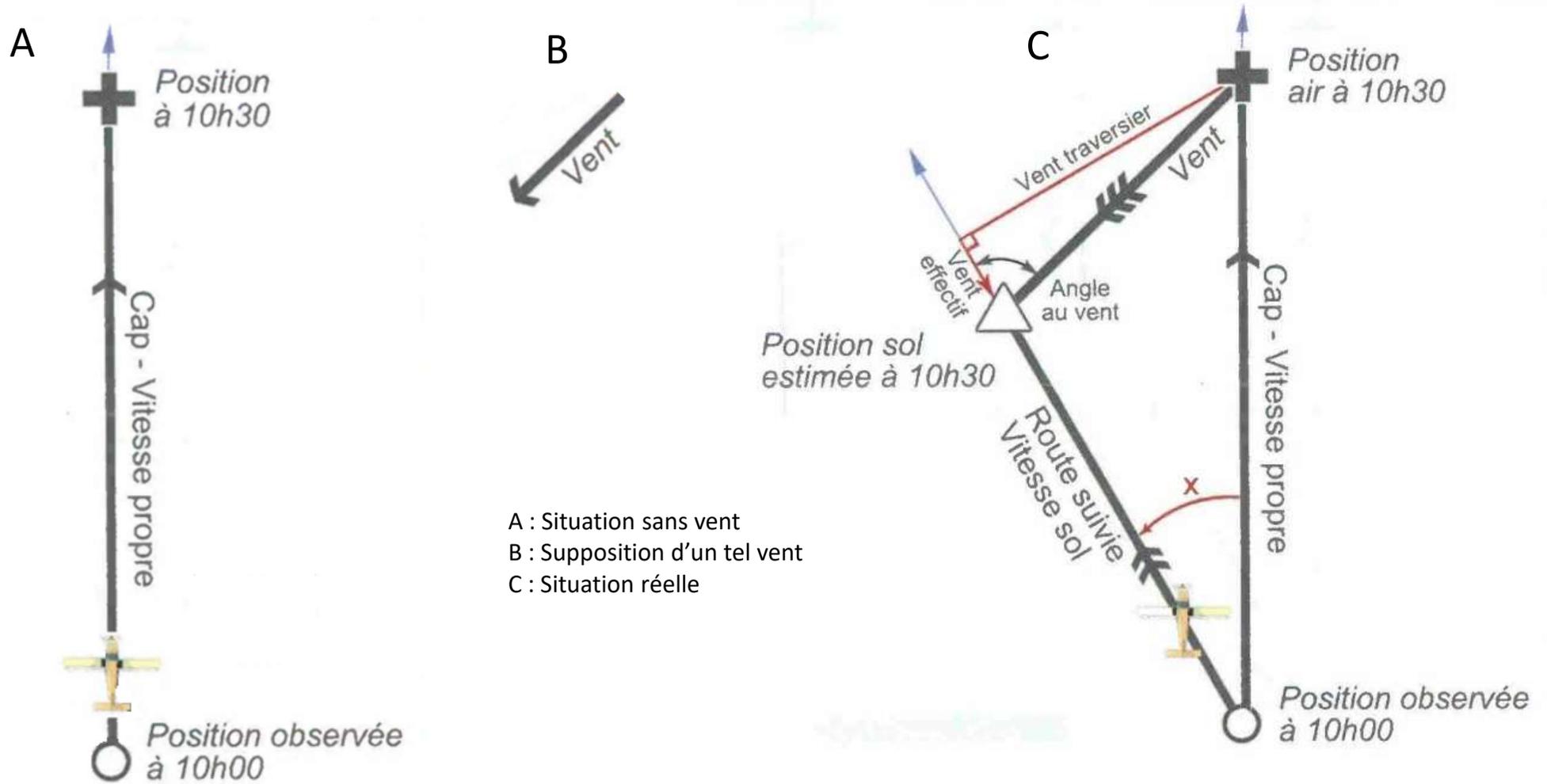
Sens et force du vent

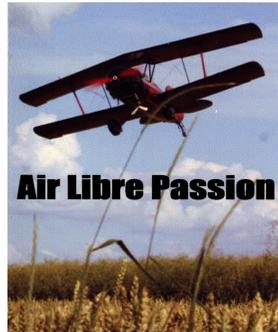


Sur une carte météo,

- **lignes isobares serrées: vent fort.**
- **lignes isobares espacées: vent faible.**

La dérive





Stage ULM

Pont Sur Yonne - LFGO

04 avril – 06 avril 2025

Thème : Tour de piste.

AERODROME

Il existe trois types d'aérodrome :

- Aérodrome non contrôlé en auto-information.
- Aérodrome non contrôlé avec AFIS.
- Aérodrome contrôlé.

Aérodrome non contrôlé en auto-information

Il s'agit d'aérodromes dépourvus de service où la circulation s'effectue librement sans clairance radio. La plupart des petits aérodromes VFR abritant uniquement des aéro-clubs sont non contrôlés en auto-information. Les fréquences radio généralement utilisées sont :

La fréquence aéro-club : 123.50

La fréquence pour les bases ULM sans fréquence propre 125.335
(15 Nm – 3000ft)

Une fréquence spécifique propre à l'aérodrome.

Aérodrome non contrôlé avec AFIS

Il s'agit d'aérodrome où le service d'information de vol est assuré par un agent AFIS. Il n'y a pas de contrôle et donc aucune délivrance de clairance.

Ce type d'aérodrome est utilisé lorsque de l'activité IFR est prévue.

L'aérodrome dispose d'une fréquence radio spécifique et devient non contrôlé en auto-information en-dehors des horaires AFIS.

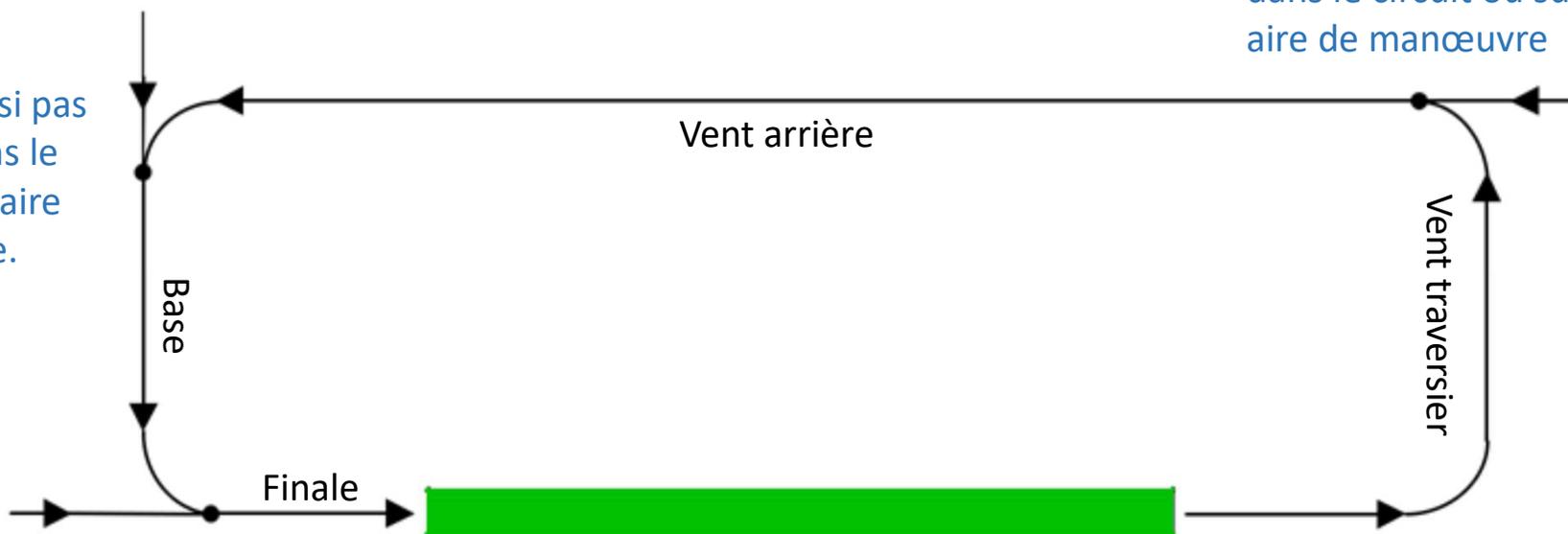
Aérodrome contrôlé

Il s'agit d'aérodrome où le service de contrôle est assuré par un contrôleur aérien. La circulation est soumise à une clairance. Les aérodromes recevant des vols commerciaux réguliers sont contrôlés. Plusieurs fréquences radio sont souvent utilisées (ATIS, TWR, GND (SOL), APP).

Intégrations

AD non contrôlé en A/A dans tous les cas.
AD avec AFIS si aéronef dans le circuit ou sur aire de manœuvre

AD avec AFIS si pas d'aéronef dans le circuit ou sur aire de manœuvre.



AD avec AFIS depuis longue finale si pas d'aéronef dans le circuit ou sur aire de manœuvre.

AD contrôlés

Sur un aérodrome contrôlé, le pilote doit transmettre sa position à l'arrivée avant de s'intégrer dans le circuit et au départ avant de quitter l'aire de trafic puis à toute autre position à la demande du contrôle.

L'intégration et l'atterrissage sont soumis à une clairance.

Sans clairance d'atterrissage, le pilote doit interrompre son atterrissage par une remise de gaz.

De même, au roulage, la pénétration sur la piste et le décollage sont également soumis à une clairance. Le contrôleur délivre alors des **autorisations**.

Radio

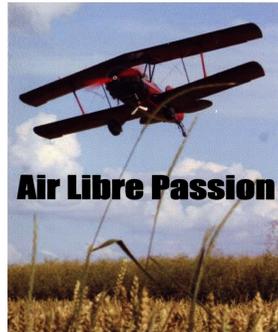
Prise de contact
- A qui
- De qui



Message
- A qui
- De qui
- Position
- Intentions
- Informations



Collationnement
(AFIS ou TWR)



Stage ULM

Pont Sur Yonne - LFGO

04 avril – 06 avril 2025

Thème : Hauteur de survol.

Hauteur de survol

1000 ft (300 m)

- Usines isolées.
- Installations à caractère industriel.
- Hôpitaux, centre de repos, exploitation avec marque distincte.
- Vols // aux autoroutes et à proximité.



1650 ft (500 m)

Agglomération dont la largeur moyenne ne dépasse pas 1200 m.

Rassemblement de personnes ou d'animaux (plages, stades, réunions publiques, hippodromes, parc à bestiaux, etc...)



3300 ft (1000 m)

Agglomération dont la largeur moyenne est comprise entre 1200 m et 3600 m.

Rassemblement > 10000 personnes environ



5000 ft (1500 m)

Agglomération de largeur moyenne > 3600 m.

Rassemblement > 100 000 personnes environ

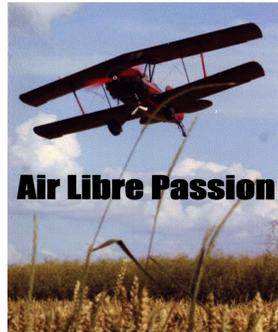


Règles de vol à vue

- Au-dessus des zones à forte densité des villes ou autres agglomérations ou de rassemblements de personnes en plein air à moins de 300 m (1 000 ft) au-dessus de l'obstacle le plus élevé situé dans un rayon de 600 m autour de l'aéronef.
- Ailleurs qu'aux endroits spécifiés ci-dessus, à une hauteur inférieure à 150 m (500 ft) au-dessus du sol ou de l'eau.

Toutefois dans le cadre d'un vol d'instruction en avion, cette hauteur est ramenée à 50 m (150 ft) pour les entraînements aux atterrissages forcés ;

D'autre part, une distance de 150 m (500 ft) par rapport à toute personne, tout véhicule, tout navire à la surface et tout obstacle artificiel est respectée en permanence.



Stage ULM

Pont Sur Yonne - LFGO

04 avril – 06 avril 2025

Thème : Espace aérien.

L'espace aérien

L'espace aérien est subdivisé horizontalement en :

- Espace aérien inférieur : du sol au FL 195, il contient les FIR (Flight Information Region ou Régions d'Information de Vol).
- Espace aérien supérieur : à partir du FL 195, appelé UIR (Upper Information Region).

Les zones à statut particulier

- Les Zones Dangereuses (D) : la pénétration n'est pas interdite, mais les activités qui s'y déroulent peuvent présenter un danger pour les aéronefs. Logique, non ?
- Les Zones Réglementées (R) : la pénétration est soumise à certaines conditions, voire est interdite. Il n'y a pas de règle générale, ces zones sont à étudier au cas par cas.
- Les Zones interdites (P) : la pénétration est interdite.
- Les Zones de ségrégation temporaire (TSA) et Zones de ségrégation temporaire transfrontalières (CBA) : des portions d'espace aérien réservées à des usagers spécifiques (zones d'essai en vol civils, par exemple).

FIR, SIV, TMA, CTR

- Les Régions d'information de vol (FIR) sont les portions d'espace aérien dans lesquelles il est décidé d'établir un service d'information de vol et un service d'alerte. Les FIR sont au nombre de 5 en France : Paris, Brest, Bordeaux, Reims, Marseille. Chaque FIR est munie d'un Centre d'Information de Vol, ou est subdivisée en Secteurs d'Information de Vol (SIV) dans lesquels le service d'information de vol est assuré par des organismes de contrôle. Les FIR couvrent la totalité du territoire.
- Les Régions de contrôle (TMA et CTA) et zones de contrôle (CTR) sont les portions d'espace aérien dans lesquelles il est décidé d'établir un service du contrôle de la circulation aérienne pour les vols IFR.
- Les Régions de contrôle ont leur base à une hauteur d'au moins 200 m (700 ft) et s'élèvent jusqu'à une hauteur définie. Elles peuvent desservir plusieurs aérodromes et servent à faire la transition entre la phase de croisière des avions et la phase d'approche. Les TMA sont gérées par le contrôle d'approche (APP).
- Les Zones de contrôle commencent au sol et s'élèvent jusqu'à une hauteur définie. Une CTR est associée à un aérodrome, lorsque celui-ci est pourvu d'approches et/ou de départs aux instruments. Les aérodromes purement VFR n'ont pas de CTR, mais peuvent bien évidemment avoir une Tour de contrôle, qui est chargé du contrôle d'aérodrome. Les CTR sont gérées par le contrôle d'aérodrome (TWR). Pas de CTR en classe E

Les Classes d'espace aérien

Il existe 7 classes d'espace aérien, identifiés par les lettres A à G.

Chaque classe d'espace aérien correspond à un service rendu aux usagers.

Définitions

Séparation : le contrôle donne des instructions afin d'assurer la séparation entre les aéronefs.

Information de trafic : le contrôle vous informe de la position des autres aéronefs, à vous de les voir et de les éviter.

Les espaces aériens non contrôlés

- Classe F :

Espace consultatif pour les IFR. Le contrôle donne des avis et des suggestions, mais pas de clairances. VFR et IFR acceptés.

Limitation de vitesse à 250 kt IAS en-dessous du FL 100 pour tout le monde.
Contact radio obligatoire pour les IFR.

Pas de classe F en France

- Classe G :

VFR et IFR acceptés.

Limitation de vitesse à 250 kt IAS en-dessous du FL 100 pour tout le monde.
Contact radio obligatoire pour les IFR.

Les espaces aériens contrôlés

- **Classe A :**

interdit aux VFR, ça simplifie les choses. La seule classe A en France est au-dessus de la région parisienne.

- **Classe B :**

Pas de classe B en France.

VFR et IFR acceptés.

Tous les aéronefs sont séparés. Contact radio et clairance obligatoire. Pas de limitation de vitesse.

- **Classe C :**

VFR et IFR acceptés.

Les IFR sont séparés entre eux et avec les VFR. Les VFR reçoivent l'information de trafic sur les autres VFR. Contact radio et clairance obligatoire.

Limitation de vitesse à 250 kt IAS en-dessous du FL 100 uniquement pour les VFR.

- **Classe D :**

VFR et IFR acceptés.

En VFR spécial, l'espacement est assuré.

Les IFR sont séparés entre eux et reçoivent l'information de trafic sur les VFR. Les VFR reçoivent l'information de trafic sur les autres VFR.

Contact radio et clairance obligatoire.

Limitation de vitesse à 250 kt IAS en-dessous du FL 100 pour tout le monde.

- **Classe E :**

VFR et IFR acceptés.

Les IFR sont séparés entre eux et reçoivent l'information de trafic sur les VFR autant que possible. Les VFR reçoivent l'information de trafic sur les autres VFR autant que possible.

Contact radio et clairance non obligatoires pour les VFR.

Limitation de vitesse à 250 kt IAS en-dessous du FL 100 pour tout le monde.

Conditions météorologiques de vol à vue

- Les VMC sont :

- visibilité 5 km en dessous du FL 100, 8 km au-dessus.
- espacement des nuages : 1500 m horizontalement et 300 m verticalement.

Sauf en espace aérien non contrôlé où elles sont en dessous de 3000 ft AMSL ou 1000 ft AGL (la plus haute des 2 surfaces) :

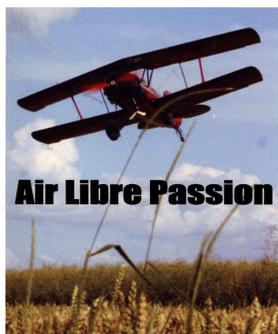
- visibilité 1,5 km ou 30 secondes de vol.
- hors des nuages.
- en vue de la surface.

- Le VFR spécial

C'est une autorisation de pénétrer un espace aérien contrôlé en dessous des VMC, mais sans que les conditions soient inférieures aux VMC de l'EANC en dessous de 3000 ft AMSL ou 1000 ft AGL.

Le VFR spécial ne peut se faire qu'en CTR.

- Dans les EAC, tout changement de votre altitude ou de votre route doit faire l'objet d'une autorisation du contrôle.
- A partir du FL115 oxygène obligatoire.



Stage ULM

Pont Sur Yonne - LFGO

04 avril – 06 avril 2025

Thème : Navigation.

Les différentes méthodes de navigation

- Le cheminement
- L'estime
- La radionavigation
- L'erreur systématique

La radionavigation

- Principe :

Suivre un axe radioélectrique ou baliser un point ou une entrée/sortie de zone.

- Les instruments :

- Le radiocompas (ADF : Automatic Direction Finder)
- Le VOR (abréviation de VHF Omnidirectional Range)
- Le GPS (avec RAIM : Receiver Autonomous Integrity Monitoring)

- Utilisation :

Très rare en ULM (absence de radiocompas).

La radionavigation est parfois le seul recours du pilote VFR en transit maritime.

Les règles de l'air l'imposent dans le cas du VFR sans la vue du sol (VFR on top avec contact obligatoire avec un organisme de contrôle).

Le cheminement

- Principe :

Suivre des lignes naturelles (rivière, côte, ...) ou artificielles (routes, voies SNCF, ...)

- Comment :

En vol se placer à droite de l'axe à suivre. Assurer une vigilance extérieure accrue car cette méthode est souvent utilisée lors de mauvaises conditions météorologiques.

- Quand :

Cela nécessite que la ligne suivie passe à proximité de votre destination afin qu'elle puisse être vue lorsque vous y arriverez.

L'estime

- Principe :

La position de départ tant connue, il faut déterminer une Rm à suivre pour rejoindre le point de destination. On en déduit un temps de vol compte tenu de la distance et des performances de la machine.

- Quand et pourquoi :

C'est le principe de base de la navigation et le moyen le plus rapide pour arriver à destination.

- Méthode :

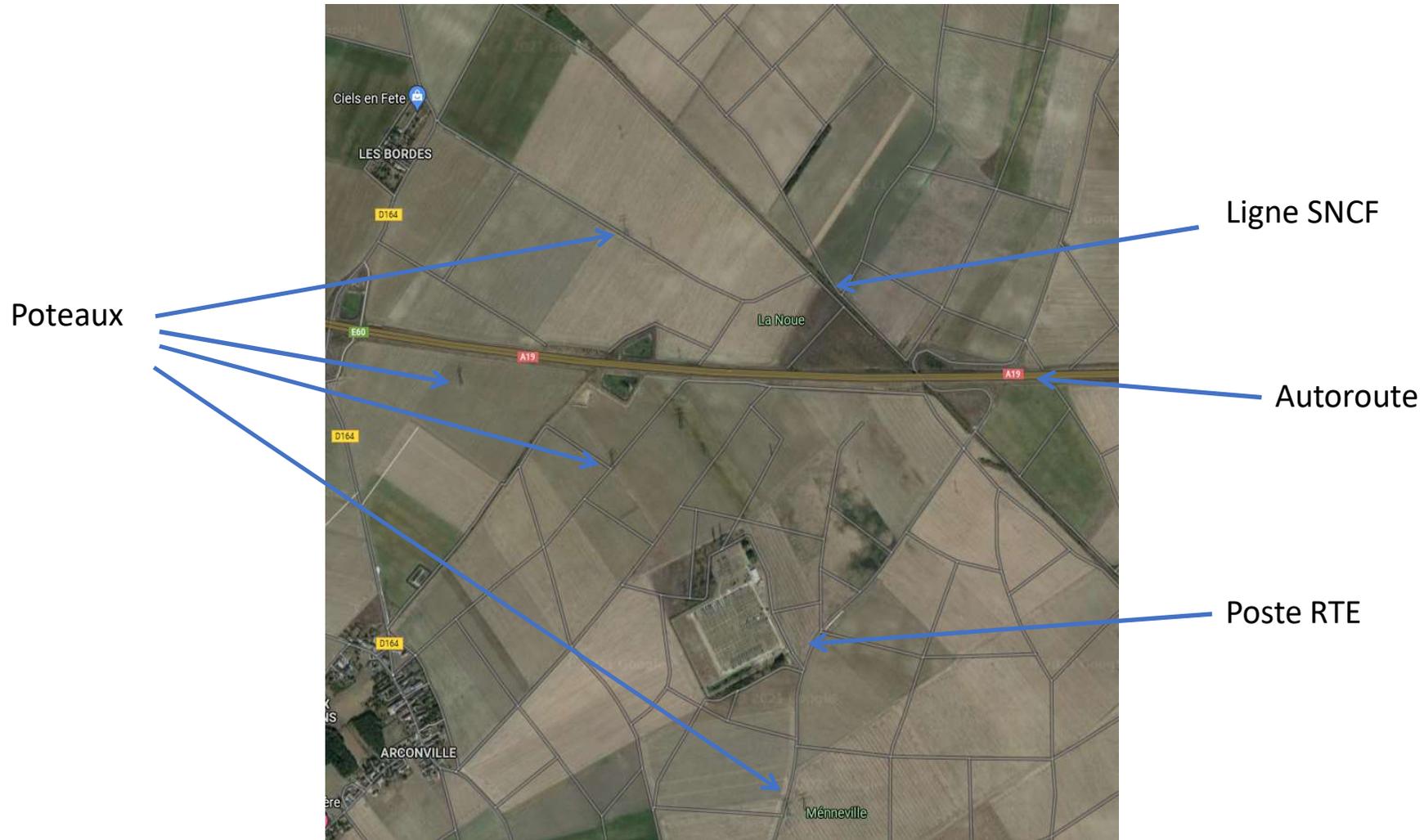
Lors de la préparation du vol, on mesure une Rm et on calcul un temps sans vent (Tsv). Au moment de la réalisation, on calcule un cap magnétique (Cm) et un temps effectif (Te) en fonction des dernières conditions météorologiques.



- Fb : $60/150 = 0,4$
- 20 cm \Rightarrow 100 km
- 40 mn (fb x D)
- 38° (rapporteur)

Branche 1 :
 40° pdt 40 mn ...

Maps ou Google earth



Plan de vol de : LFOZ (Orléans) à : LFGO (Pont Sur Yonne)

Pilote : D. Haas Machine : F-JEDQ Date : 20/09/2021 Heure de départ : 10h15
 Vitesse: 150 Km/h Consommation : 15 L/h

QNH : 397 Carburant : 60

Passage Orientation Piste	Code OACI coordonnées	Fréq. Radio	Distance Restante	Temps au passage	Route Magnétique	Distance étape	Durée	Altitude ou FL
			Carburant restant					
St-Denis	LFOZ	122,4	180 Km	0 mn				
23-05			60 L		37 °	28,0 Km	11 '	2 500 ft
Poste RTE + SNCF +A19			152 Km	11 mn				
			57 L		35 °	30,0 Km	12 '	2 500 ft
A6 (Aire de repos de Villiers) entre Ury et Nemours			122 Km	23 mn				
	54 L		42 °	15,0 Km	6 '	3 500 ft		
Thomery (Seine)			107 Km	29 mn				
			53 L		39 °	8,0 Km	3 '	3 500 ft
RTE/Hippodrome - A5			99 Km	32 mn				
			52 L		39 °	19,0 Km	8 '	2 000 ft
Nangis	LFAI	127,98	80 Km	40 mn				
23-05			50 L		271 °	25,0 Km	10 '	2 000 ft
Melun	LFPM	121,10	55 Km	50 mn				
10-28) 01 - 19			48 L		128 °	55,0 Km	22 '	2 500 ft
Pont Sur Yonne	LFGO	118,18	0 Km	72 mn				
14-32)			42 L				0 '	
			0 Km				0 '	
			42 L				0 '	
			0 Km				0 '	
			42 L					

Carburant restant	42 L	} 30 L
10% conditions météo	5 L	
1/2 heure	8 L	
Total :	180,0 Km	72' 1 h 12 mn



Remarques

Passage du SIV Seine 3 (118,050) à Seine 2 (118,050) 3 km avant le point de report.
 Déroulement possible Montargis (LFEM - 123,50)

Passage sur Seine 1 (134,300) 2 km avant point report "A6" et entrée dans TMA Paris.
 Déroulement possible Pithiviers (LFPP - 123,50)

Sur la route : à 4 km carrière de Bourron Marlotte, à 11km Bleau/Avon à gauche //canal chateau. Entrée dans TMA Seine (134,300)
 Déroulement possible Moret (LFPU - 123,50)

On coupe 5 lignes RTE au niveau de l'hippodrome et D605 (Montereau/Melun) 2km avant A5
 On longe CTR Melun (121,100)

LFAI - TDP 1200 ft au sud-est

Eviter Raffinerie de GrandPuit. Passer au Nord - SNCF - RTE - TGV
 LFPM - TDP 1300 ft à l'Est (01-19) ou au Sud (10-28)
 FIS et APP : 134,30 - ATIS : 128,175 (01 64 14 28 44) - TWR 121,10

Itinéraire connu et possibilité faire du cheminement avec A5



Le point équitemps

Sans vent => mi-chemin. Mais avec du vent à partir d'où faut-il mieux continuer que revenir en arrière ?

$$X = D \times V_{sr} / V_{sa} + V_{sr}$$

(en km si vitesse en km/h sinon en Nm si vitesse en knots)

Exemple : Distance 100km, Vent (dans le dos aller) de 30km/h, Vitesse 150 km/h => V_{sa} :180 km/h et V_{sr} 120 km/h

$$X = 100 \times 120 / (180 + 120) = 12000 / 300 = 40 \text{ km}$$

Vérification : 40 km à 120 km/h = 0,33 h (20 mn) pour revenir au point de départ.
distance restante 100-40 = 60 km à 180 km/h = 0,33h (20 mn) pour aller au point d'arrivée

Donc dans notre exemple, passé 40 km c'est plus vite fait de poursuivre sa route que de revenir.

Log de nav

- Pour les vols en général, il y a nécessité d'établir un log de nav (ou fiche de nav).
 - Point de départ
 - Point d'arrivée } Rm et Distance totale
- Notam de ces points et sur route étroite.
- Obstacles (Zones, pylônes, villes,) sur 5 km de chaque côté => altitudes
- Qui dit "altitude" dit classe ... => noter les fréquences à contacter.
- Définir les points de report et calculer pour chaque trajet entre 2 points la distance, le temps.
- À partir des cartes Witem prendre en compte le vent.
- Carburant nécessaire, fiche de pesée.
- Consulter les Metar, Taf, écouter les ATIS, embarquer les cartes VAC nécessaires ou susceptibles de l'être.