



Ouvrage PPL

AMENDEMENT DE L'AIRCREW

PART-NCO

Arrêté du 26 août 2016

1 - Réglementation

1 Réglementation

5 Annexe 2 : règles de l'air

1/8

Dès qu'un aéronef est en mouvement, son commandant de bord doit se soumettre à des règles, pour sa sécurité, celle de ses passagers ainsi que celle des autres aéronefs.

Ces règles, appelées « règles de l'air », fixent toutes les actions que doit accomplir le pilote, et sont définies par l'Etat, conformément à l'annexe 2 de l'OACI.

A – Règles de vol

Il existe deux types de règles de vol, appelés aussi régimes de vol :

- les **règles de vol à vue**, appelées aussi **VFR** (Visual Flight Rules), qui sont soumises à des conditions météo de vol à vue « VMC » (Visual Meteorological Conditions) ; la règle fondamentale dans ce type de vol est « **voir et éviter** » ;
- les **règles de vol aux instruments**, appelées **IFR** (Instrument Flight Rules), qui nécessitent une qualification de vol aux instruments (IR) et qui ne seront pas étudiées ici.

B – Les responsabilités du commandant de bord

Le commandant de bord est le pilote qui prend les décisions nécessaires pour assurer le vol dans son intégralité. Il est le **garant du respect des règles de l'air** ; il ne peut y déroger que s'il juge que la sécurité du vol est compromise.

Il est responsable de :

- la préparation, la conduite du vol et l'utilisation de son aéronef ;
- la prévention des abordages ;
- la tenue à jour des documents (carnet de route, etc.) ;
- l'application des clairances et autorisations reçues.

C – Hauteurs minimales de survol

Les règles de l'air imposent des hauteurs minimales de vol en fonction des situations.

Rappel. La hauteur est définie comme la distance verticale entre un niveau, un point ou un objet assimilé à un point, et un niveau de référence spécifié.

En dehors des besoins du décollage et de l'atterrissage, aucun vol VFR n'est autorisé au-dessus des zones à forte densité des villes ou agglomérations ou de rassemblements de personnes en plein air à moins de **1 000 pieds (300 m) au-dessus de l'obstacle le plus élevé situé dans un rayon de 600 m** autour de l'appareil.

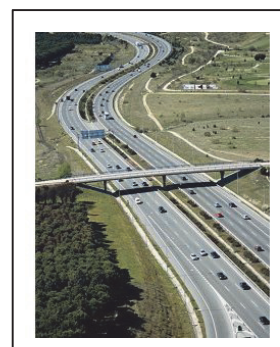


Figure 1.

En dehors du cas précédent, la hauteur minimale de survol du sol ou de l'eau lors d'un vol VFR est de **500 pieds (150 m) au-dessus de l'obstacle le plus élevé situé dans un rayon de 150 m** autour de l'aéronef.

Lors d'un vol d'instruction, et particulièrement dans le cas d'une simulation d'atterrissage forcé, la hauteur minimale de survol peut être ramenée à **150 pieds (50 m)**.

Dans le cas de survol des agglomérations et pour des questions de nuisances sonores et de sécurité, l'arrêté de 1957 prévoit les cas suivants.

- Survol des usines et autres infrastructures industrielles, des hôpitaux et des installations portant une marque distinctive (figure 2), des autoroutes :

- **1 000 ft (300 m)** pour un aéronef monomoteur à pistons ;
- **3 300 ft (1 000 m)** pour les autres types d'aéronefs.

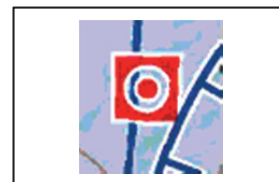


Figure 2. Marque distinctive.

- Survol des agglomérations de largeur moyenne **inférieure à 1 200 m**, des plages, des stades et des rassemblements de personnes :

- **1 700 ft (500 m)** pour un aéronef monomoteur à pistons ;
- **3 300 ft (1 000 m)** pour les autres types d'aéronefs.

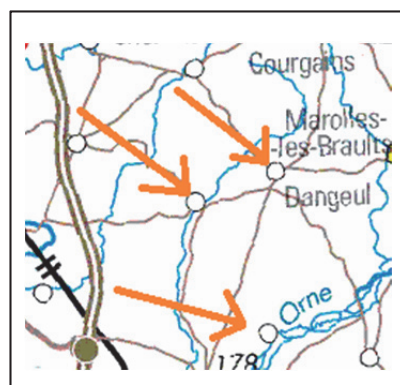


Figure 3. Agglomération de largeur moyenne inférieure à 1 200 m.

- Survol des agglomérations de largeur moyenne comprise **entre 1 200 m et 3 600 m** ou de tout rassemblement supérieur à 10 000 personnes : **3 300 ft (1 000 m)** pour tous les aéronefs.

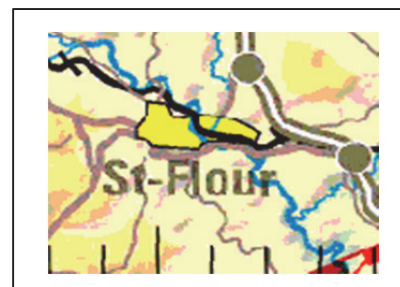


Figure 4. Agglomération de largeur moyenne comprise entre 1 200 m et 3 600 m.

- Survol des agglomérations de largeur moyenne **supérieure à 3 600 m** ou des rassemblements de plus de 100 000 personnes : **5 000 ft (1 500 m)** pour tous les aéronefs.

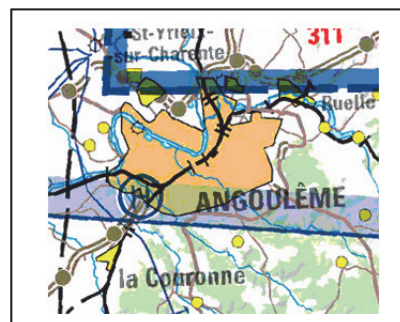


Figure 5. Agglomération de largeur moyenne supérieure à 3 600 m.

Sur les cartes aéronautiques au 1/500 000 de l'IGN, un cartouche récapitule l'ensemble de ces règles.






RÈGLES DE SURVOL. AÉRONEFS MOTOPROPULSÉS		Hauteurs AGL minimales de survol (en pieds). <i>Minimum AGL heights (in feet).</i>		
Agglomérations, installations diverses, réserves et parcs naturels dont le survol est réglementé <i>Built-up areas, various installations, nature reserves and parks over which flight is restricted.</i>				
Les règles de survol des agglomérations telles qu'elles sont symbolisées sur cette carte résultent de la réglementation nationale, elles ne s'appliquent donc pas aux agglomérations appartenant aux pays limitrophes. <i>Rules for overflying built-up areas comply with national legislation and do not therefore apply to bordering countries.</i>		Hélicoptères <i>Helicopters</i>	Aéronefs monomoteurs à piston <i>Single piston-engine aircraft</i>	Autres aéronefs moto-propulsés <i>Other powered aircraft</i>
Parc ou réserve naturelle <i>Park or nature reserve</i>	Étendus <i>Large</i> Très petits <i>Small</i>		(Sauf indication contraire sur la carte) <i>(Unless otherwise stated on the chart)</i>	
Installations portant une marque distinctive <i>Site with special marking</i>		1000 ft		
Agglomérations de largeur moyenne inférieure à 1200 m <i>Small built-up areas less than 1200 m mean wide</i>		1700 ft		
Agglomérations de largeur moyenne comprise entre 1200 m et 3600 m <i>Medium built-up areas between 1200 m and 3600 m mean wide</i>		3300 ft		
Agglomérations de largeur moyenne supérieure à 3600 m <i>Large built-up areas more than 3600 m</i>		5000 ft		
Ville de Paris <i>The city of Paris</i>	(ZONE P 23)	6500 ft AMSL		

Figure 6. Cartouche des cartes aéronautiques au 1/500 000 de l'IGN récapitulant les hauteurs minimales de survol.

Note. Concernant les villes et les agglomérations dont la taille est inférieure à 1 200 m, la réglementation indique un survol de 500 m (1 650 ft). Cependant, sur les cartes ainsi que certaines questions de l'examen, cette valeur est arrondie à 1 700 pieds.

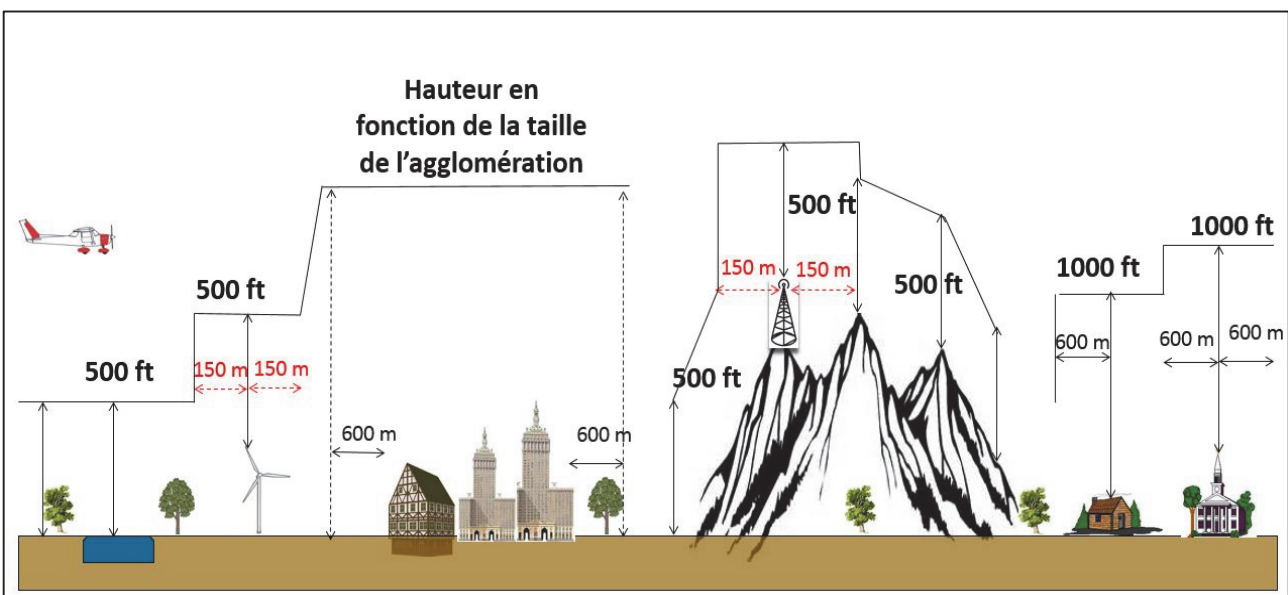


Figure 7. Récapitulatif.

D – Priorités et préventions des collisions

1 - Feux de position

Les feux de position, appelés également **feux de navigation**, permettent de repérer un aéronef, au sol et en vol, ainsi que de déterminer sa trajectoire.

On trouve sur tous les aéronefs :

- une **lumière verte**, située sur le saumon de l'aile droite, qui se voit dans un champ de 110° ;
- une **lumière rouge**, située sur le saumon de l'aile gauche, qui se voit dans un champ de 110° ;
- une **lumière blanche**, située à l'arrière de l'aéronef (dérive ou extrémité arrière du fuselage), qui se voit dans un champ de 140° .

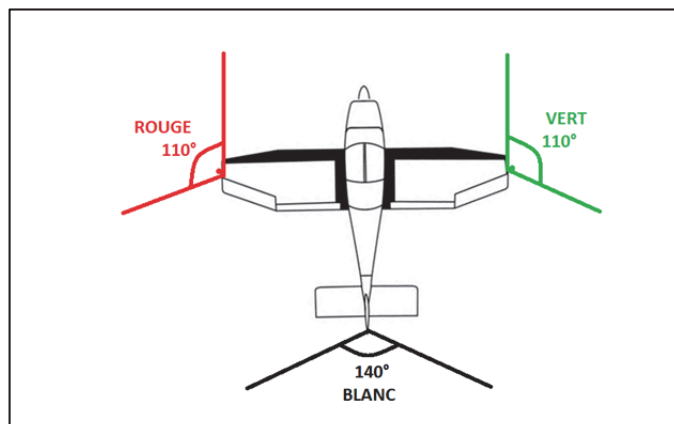


Figure 8. Feux de navigation.

2 - Prévention des abordages

Pour assurer la prévention des abordages (collisions), le commandant de bord doit suivre certaines règles en fonction de sa position, de la phase de vol dans laquelle il se trouve et du type d'aéronefs avec lequel il peut être en conflit.

- Lorsque deux aéronefs sont en rapprochement face à face et à la même altitude, chaque pilote doit modifier sa trajectoire **vers la droite**.

Lorsque les deux aéronefs ne sont plus en conflit, chacun peut reprendre sa trajectoire.

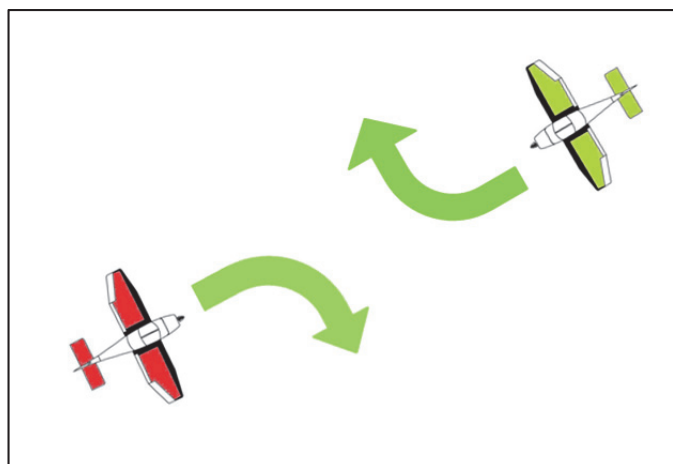


Figure 9. Rapprochement face à face.

- Lorsqu'un pilote veut dépasser un aéronef qui se trouve devant lui selon une trajectoire sensiblement équivalente, il doit le faire **par la droite**. L'aéronef dépassé garde sa trajectoire et sa vitesse, et il reste prioritaire.

On parle d'aéronef en situation de dépassement lorsque celui qui est derrière se trouve dans un angle de **70° par rapport à son axe de symétrie**.

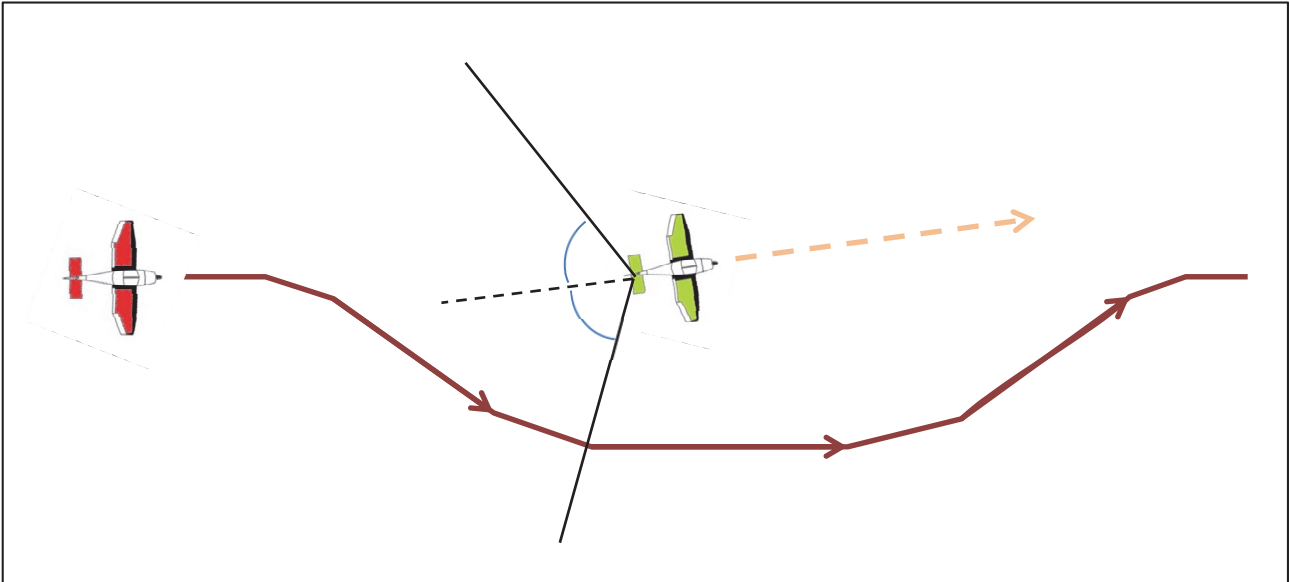


Figure 10. Aéronef en situation de dépassement.

- Lorsque deux aéronefs sont sur des trajectoires convergentes et approximativement à la même altitude, le pilote qui voit un aéronef à sa droite, doit modifier sa route pour ne plus être en conflit. C'est la **règle de la priorité à droite**.

Lorsque le conflit est écarté, l'aéronef qui a modifié sa route peut reprendre sa route initiale.

D'une manière générale, tout aéronef qui est prioritaire sur un autre garde sa trajectoire ainsi que sa vitesse.

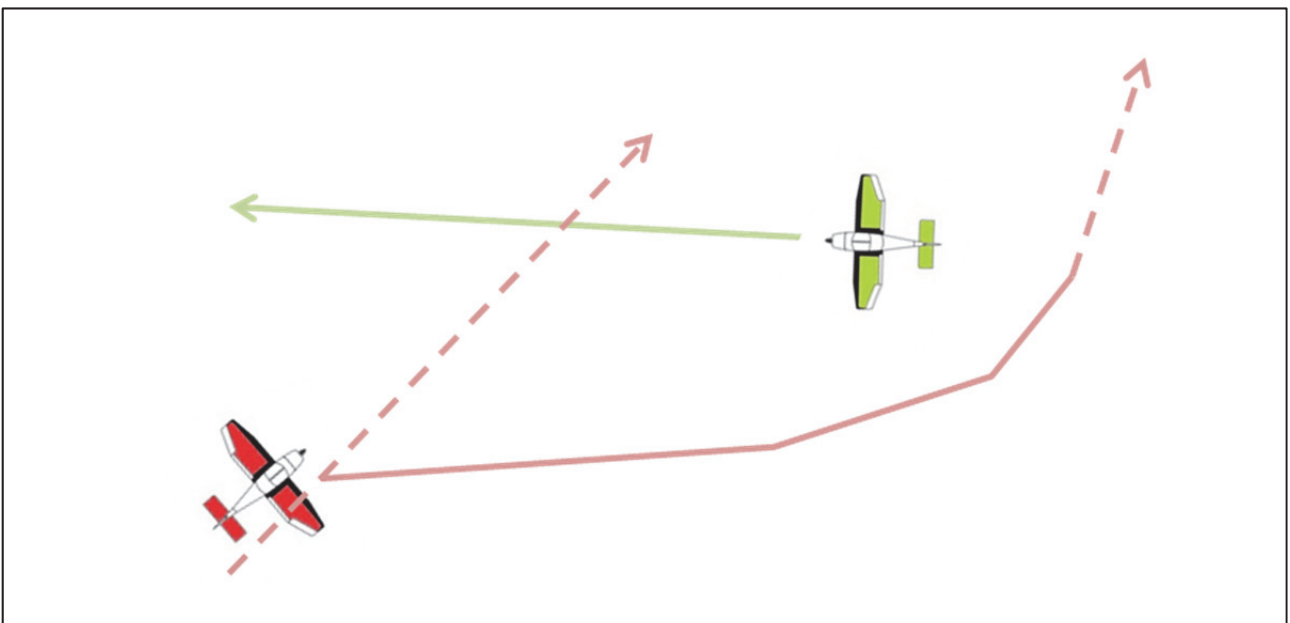


Figure 11. Aéronefs aux trajectoires convergentes.

3 - Priorité en fonction des séquences de vol

Sur et aux abords des aérodromes, il existe également des priorités que chaque pilote doit respecter.

- Les aéronefs qui sont en vol, plus précisément en finale, sont prioritaires par rapport à ceux qui sont au sol, quel que soit le type d'aéronefs en vol (ULM, planeur, avion).
- Lorsque deux aéronefs sont en finale, celui qui est le plus bas est prioritaire sur l'autre. Il est interdit de descendre plus bas que l'aéronef qui nous précède en finale, pour lui passer devant et devenir numéro 1 sur la séquence d'atterrissage.

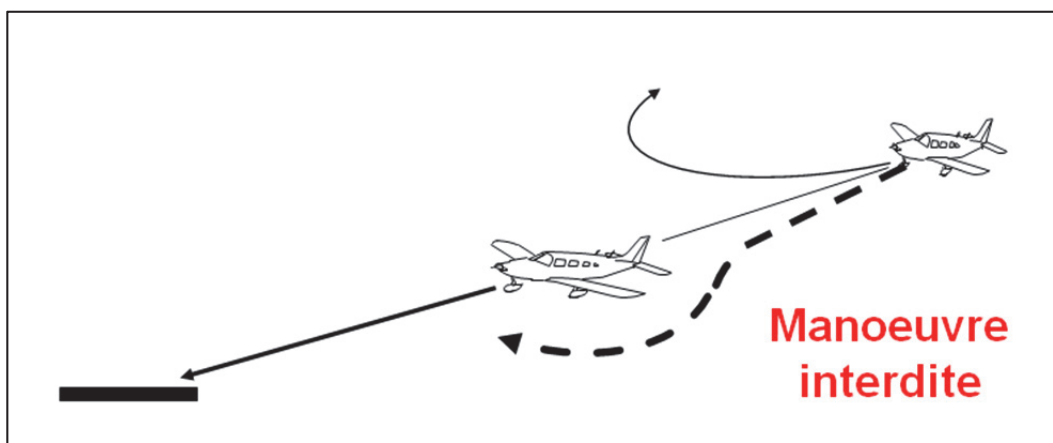


Figure 12.

- Lorsqu'un aéronef est en finale, il ne peut pas atterrir tant que l'aéronef qui est devant lui :
 - si celui-ci est à l'arrivée, n'a pas dégagé complètement la piste ;
 - si celui-ci est au décollage, n'a pas franchi l'extrémité de la piste ou amorcé un virage.

4 - Priorité relative aux types d'aéronefs

On utilise toujours la règle : « Priorité à l'aéronef le moins manœuvrable ».

On en déduit facilement l'ordre de priorité suivant (du plus prioritaire au moins prioritaire) :

- les ballons (les ballons ne peuvent pas contrôler leur trajectoire) ;
- les planeurs (les planeurs peuvent contrôler leur trajectoire, mais ils n'ont pas la possibilité de faire une remise de gaz, par exemple) ;
- les dirigeables (les dirigeables contrôlent leur trajectoire et leur vitesse, mais ils sont peu maniables) ;
- les appareils volant en formation ou ceux qui remorquent des aéronefs ou des objets (plus difficile de manœuvrer à plusieurs que seul) ;
- les aéronefs motopropulsés (avions, hélicoptères, ULM, etc. ont la maîtrise totale de leurs déplacements).

Il existe une exception à cette règle : **tout aéronef en détresse devient prioritaire à l'atterrissage** sur tous les autres types d'appareils, peu importe son activité (civile, militaire, sanitaire...).

E – Procédures d'interception en vol

Une interception d'aéronef est une procédure qui consiste à lever le doute sur son identité, de le faire quitter une zone où il ne devrait pas être ou de le contraindre à le suivre pour le contrôler ainsi que ses occupants. Elle peut être opérée par un hélicoptère militaire ou un avion de chasse. Elle est décidée par le commandant de la région aérienne militaire où se trouve l'aéronef intercepté.

Il existe une procédure établie par l'OACI pour uniformiser la communication entre l'intercepté et l'intercepteur. Il est fortement conseillé d'avoir en permanence à bord ces informations (obligatoire lors d'un vol transfrontalier).

Il existe six situations intercepteur/intercepté, que l'on retrouve dans les « Compléments aux cartes aéronautiques » du SIA.

Voici le principe général de la procédure en cas d'interception.

- suivre les instructions transmises par l'aéronef intercepteur par signaux visuels ;
- aviser l'ATC (contrôle) de sa situation « d'intercepté » ;
- **communiquer** par radio (très important) avec l'aéronef intercepteur sur la fréquence d'urgence 121,5 MHz ;
- afficher le **code 7700** sur le transpondeur (si disponible), sauf indication contraire du contrôleur aérien.



Figure 13. Interception.

F - Survol maritime

Lorsqu'une partie ou la totalité de la **trajectoire d'un vol se situe au-dessus d'une étendue d'eau** (lac, mer, océan), le commandant de bord d'un aéronef doit s'assurer que **certains équipements soient à bord** avant d'entreprendre le vol.

Le matériel nécessaire varie en fonction de la distance du point le plus proche de la terre ferme avec la position la plus éloignée de l'aéronef au-dessus de l'eau :

- Si l'aéronef se trouve à une distance de planée des côtes, aucun équipement spécifique n'est nécessaire. En cas de problème l'aéronef pourra se rendre en planant vers un point sur la terre où il pourra effectuer un atterrissage d'urgence.

- Si l'aéronef se trouve **au-delà de la distance de planée**, et jusqu'à une **distance de 50 NM ou 30 minutes de vol** des côtes (distance la plus courte des deux), **chaque occupant** devra avoir en sa disposition **un gilet de sauvetage munies de lampes**.
- Si l'aéronef se trouve au-delà de 50 NM ou 30 minutes de vol des côtes (distance la plus courte des deux), il doit posséder en plus des gilets de sauvetage :
 - des canots de sauvetage en nombre suffisant pour transporter toutes les personnes à bord ;
 - des équipements de survie (adéquat à la température de l'eau, état de la surface de l'eau...)
 - un équipement qui permet d'envoyer des signaux de détresses

Note : Si la trajectoire de décollage ou d'approche se situe au-dessus de l'eau, et qu'en cas de problème, le commandant de bord estime que la probabilité d'un amerrissage n'est pas à écarter, l'emport de gilets de sauvetage devient alors obligatoire (décollage face à un lac, sur une île...).

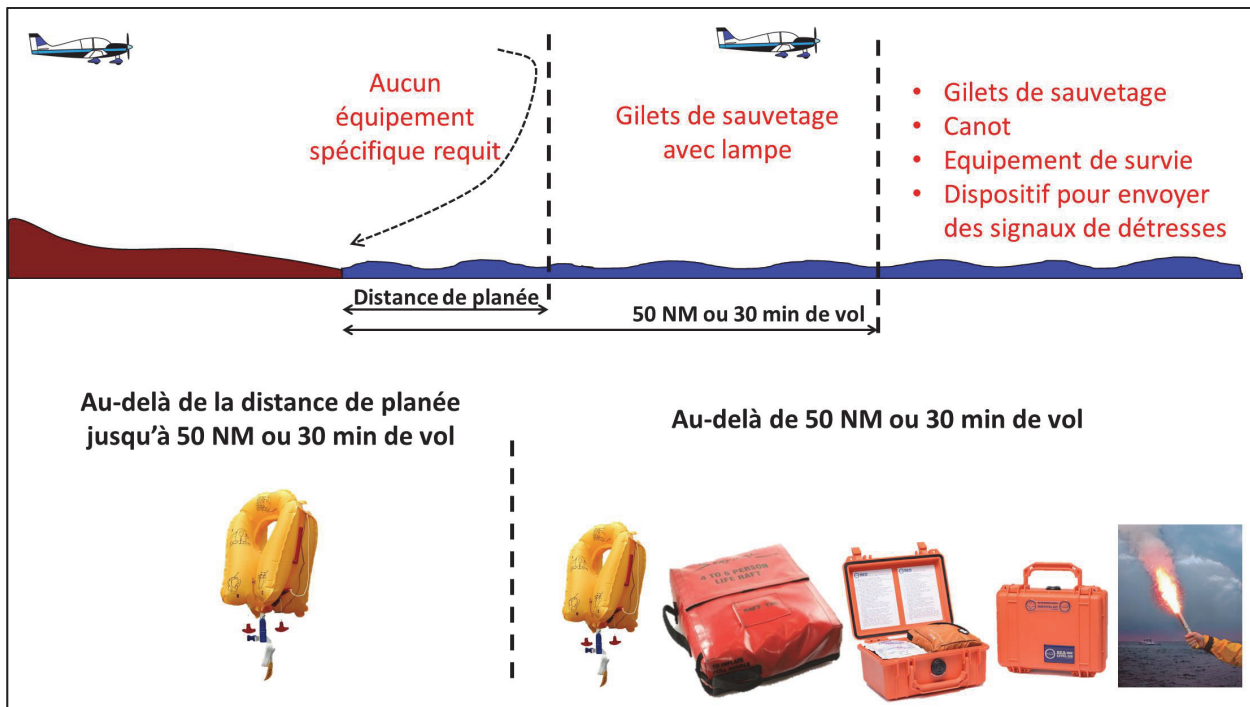


Figure 14. Récapitulatif survol maritime.

6 – Procédures Opérationnelles

6 Procédures opérationnelles

1 Exploitation des aéronefs

annexe 6 de l'OACI

1/3

A – Texte réglementaire

L'exploitation des aéronefs est régie par un texte de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI).



Figure 1. Sigle de l'OACI.

Ce texte, appelé annexe 6 de l'OACI, comporte des normes et pratiques recommandées internationales, qui concernent les **caractéristiques physiques, la configuration, le matériel, les performances, le personnel et les procédures** (à titre d'information, il existe 19 annexes de l'OACI).

Les **normes** sont des spécifications dont l'application est nécessaire à la sécurité ou à la régularité de la navigation aérienne internationale. Les Etats contractants, dont la France, doivent s'y conformer.

Les **pratiques recommandées** sont des spécifications dont l'application est souhaitable. Les Etats contractants, dont la France, doivent s'efforcer de s'y conformer.

B – Annexe 6 de l'OACI et aviation générale

1 - Annexe 6 de l'OACI

L'annexe 6 comprend trois parties.

La partie 2 traite des aéronefs de l'aviation générale internationale.

A titre d'information :

- annexe 6, partie 1 : « Transport aérien commercial international – aéronefs » ;
- annexe 6, partie 3 : « Opérations internationales – hélicoptères ».

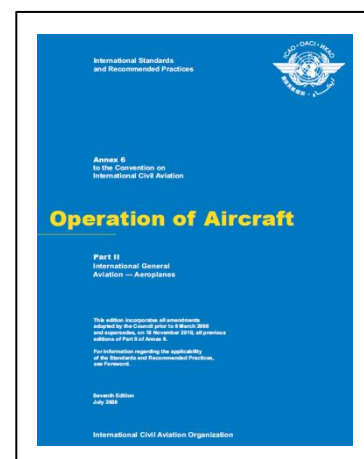


Figure 2. Annexe 6 de l'OACI.

2 - Structure de l'annexe 6, partie 2 : « Aviation générale internationale – aéronefs »

L'annexe 6 partie 2 comprend notamment :

- **Les définitions**
- **Le domaine d'application**
- **Les opérations de l'aviation générale :**
 - opérations de vol (préparation, procédures en vol, tâches du commandant de bord, bagages...) ;
 - performances ;
 - instruments, équipements et documents de vol de l'aéronef ;
 - équipements de communication et de navigation de l'aéronef ;
 - maintenance ;
 - composition et qualifications de l'équipage ;
 - manuels et enregistrements ;
 - sûreté ;
 - feux de navigation d'un aéronef ;
 - enregistreurs de vol ;
 - emport et utilisation d'oxygène.
- **Aéronefs turbo jets ou de plus de 5 700 kg**
 - opérations de vol (préparation, procédures en vol, tâches du commandant de bord, bagages...) ;
 - performances ;
 - instruments, équipements et documents de vol de l'aéronef ;
 - équipements de communication et de navigation de l'aéronef ;
 - maintenance ;
 - équipage de l'aéronef (composition, tâches en cas de détresse, entraînement, qualifications) ;
 - agent d'opérations de vol ;
 - manuels et enregistrements ;
 - équipage de cabine ;
 - sûreté ;
 - liste d'équipement minimal ;
 - manuel d'opérations.

Il est recommandé que les aéronefs de plus de 9 sièges passagers se conforment, en aviation générale, à cette partie.

Dans l'annexe 6, partie 2, « Exploitation des aéronefs en aviation générale internationale », on peut trouver notamment les définitions suivantes.

Opération d'aviation générale. Opération d'avion autre qu'une opération de transport aérien commercial, ou une opération de travail aérien.

Travail aérien. Opération d'aéronef dans lequel l'aéronef est utilisé pour des activités spécifiques comme l'agriculture, les travaux de constructions, la photographie, la surveillance, les patrouilles et observations, la recherche et le sauvetage, la publicité aérienne, etc.

Aéronef. Tout appareil pouvant évoluer dans l'atmosphère grâce aux réactions de l'air, autres que les réactions de l'air sur la surface de la terre.

C – Règlement européen : NCO, exploitation d'aéronefs à des fins non commerciales (motorisation non complexe).

L'AIR OPS est un règlement européen de l'EASA (agence européenne de la sécurité aérienne)

Il comprend différentes parties appelées "Annexes".

L'annexe 7, partie NCO, est entrée en vigueur le 26 août 2016.

La partie NCO (Non Commercial Operations) traite des règles de l'aviation non commerciale (aéronefs à moteurs autres que complexes).

Ce texte introduit ou modifie notamment des règlements concernant :

- l'emport carburant : carburant minimum réglementaire, réserve finale
- utilisation de l'oxygène pour les vols haute altitude (avions non pressurisés)
- le terrain de dégagement
- le survol de l'eau : gilets de sauvetage, canots
- trousse de 1^{er} secours
- sièges bébés
- ceintures, harnais
- l'extincteur à bord
-

7.1 – Masses et centrage

7.1 Masses et centrage

2 Les masses

1/5

A – Terminologie

Concernant la terminologie, nous pouvons distinguer trois catégories : le chargement, le carburant, les masses.

1 - Le chargement

En aviation commerciale, le chargement est appelé **charge marchande** : tout ce qui rapporte de l'argent. Il y a donc le fret, mais également les passagers. Pour nous, cette charge marchande se compose des personnes que l'on souhaite emmener à bord, de leurs et de vos bagages.

La charge marchande est limitée par la quantité de carburant embarqué. Cette limite, correspondant à la charge marchande maximale, s'appelle la **charge offerte** : ce qui vous est offert d'embarquer à bord de l'avion.

Charge marchande maximale = charge offerte

On peut également définir la **charge utile**, qui correspond à la somme de la charge marchande et du carburant utilisable au décollage.

Charge utile = charge marchande + carburant

2 - Le carburant

Réglementairement, l'arrêté du 14 juillet 2013 en vigueur à partir du 26 août 2016 et le PART NCO stipulent les règles suivantes.

• **Pour un vol de navigation**, les quantités de carburant ne doivent pas être inférieures à celles nécessaires pour :

- atteindre la destination prévue compte tenu des plus récentes prévisions météorologiques, du régime et de l'altitude prévus
- prendre en compte une « marge » pour les attentes ou toutes autres conditions pouvant retarder l'atterrissage ou augmenter la consommation, telles que les conditions météorologiques prévues, les routes ATC ou retards de gestion de trafic...
- poursuivre le vol au régime de croisière économique :
 - en vol VFR de jour pendant **30 minutes** ;
 - en vol VFR de nuit pendant 45 minutes ;
- une **solution alternative**, qui permettrait de rejoindre un aéroport de décollage (cause météo, nuit, malaise d'un passager, problème mécanique...).

• **Pour un vol VFR en vue de l'aéroport** une réserve finale doit être présente à bord de l'avion lors de l'atterrissage :

- en vol VFR de jour, elle représentera 10 minutes à la consommation croisière ;
- en vol VFR de nuit, elle représentera 45 minutes à la consommation croisière.

Dans la pratique, pour établir un bilan carburant, vous utiliserez les termes suivants.

Carburant roulage (R). Carburant nécessaire pour le roulage depuis le parking jusqu'à la piste. Ce carburant roulage est généralement donné sous forme de forfait.

Délestage (d). Carburant nécessaire depuis la mise en puissance sur le terrain de départ jusqu'à l'atterrissage sur le terrain de destination. Ce délestage prend en compte une réserve de route considérant le niveau de vol choisi, ainsi que les conditions météorologiques.

Marge (M). Carburant prenant en compte toute attente ou toutes autres conditions pouvant retarder l'atterrissage ou augmenter la consommation.

Solution alternative (Sa). Vous choisirez éventuellement un terrain de dégagement. Cette solution alternative correspond au carburant nécessaire depuis la remise des gaz au terrain de destination jusqu'à l'atterrissage au terrain de dégagement ou au carburant nécessaire pour se rendre à un autre terrain en cas de déroutement.

Réserve réglementaire (Res). Elle correspond aux 30 minutes de jour en VFR et 45 minutes en VFR de nuit pour les navigations.

Marge acceptable de sécurité (Sup). Carburant embarqué laissé à la discrétion du commandant de bord.

$$\text{Carburant décollage} = d + M + Sa + Res + Sup$$

$$\text{Carburant parking} = R + d + M + Sa + Res + Sup$$

$$\text{Carburant atterrissage} = Sa + Res + Sup$$

3 - Les masses

Masse à vide = masse de l'avion sorti d'usine.

Masse à vide équipée = masse à vide + arrangements spécifiques à l'avion.

Masse de base = masse à vide équipée + équipements occasionnels (pilotes, lot de bord).

Masse sans carburant = masse de base + charge marchande

Masse à l'atterrissage = masse sans carburant + carburant atterrissage

Masse au décollage = masse à l'atterrissage + délestage

Masse à vide = masse de l'avion sorti d'usine
 + équipements permanents (avionique, fournitures intérieure)
 = masse à vide équipée (notion retrouvée dans les fiches de pesée)
 + équipements occasionnels (pilotes, lot de bord)
 = masse de base
 + charge marchande
 = masse sans carburant
 + carburant atterrissage
 = masse à l'atterrissage
 + délestage
 = masse au décollage
 + roulage

= masse au parking

B – Les Limitations de masse

1 - Limitations structurelles

Pour préserver les limitations structurelles de l'avion, il existe des masses maximales à vérifier.

a) Masse maximale de structure au décollage

En cas d'atterrissage immédiat après le décollage, cette masse garantit qu'avec une $V_z = -360$ ft/min, le train et la structure résistent.

Vous la retrouvez dans la section 2 du manuel de vol « Limitations ».

Par exemple : C150 : 726 kg ; TB9 : 1 050 kg ; SR22 : 1 542 kg ; PC 12/47 : 4 740 kg.

b) Masse maximale de structure à l'atterrissage

Elle garantit une résistance de la structure à l'impact avec un $V_z = -600$ ft/min maximum. Elle est parfois égale à la masse maximale de structure au décollage.

Vous la retrouvez également dans la section 2 du manuel de vol « Limitations ».

Par exemple : C150 : 726 kg ; TB9 : 1 050 kg ; SR22 : 1 542 kg ; PC12/47 : 4 500 kg.

c) Masse maximale soute à bagages

Elle est éditée pour la résistance du plancher de cette soute, ou pour des considérations de centrage.

Vous la retrouvez également dans la section 2 du manuel de vol « Limitations ».

Par exemple : C150 : non fournie ; TB9 : 65 kg ; SR22 : 59 kg ; PC12/47 : 180 kg.

2 - Limitations de performance

a) Masse maximale de performance au décollage

La masse au décollage peut être limitée par différents paramètres, tels que la longueur de piste disponible, la pente requise après l'envol...

Sur certains terrains, la masse maximale de structure de l'avion peut s'avérer supérieure à la masse maximale de performance au décollage.

Pour la calculer, référez-vous à la partie « Performances » du cours.

b) Masse maximale de performance à l'atterrissage

La masse à l'atterrissage peut être limitée par différents paramètres, tels que la longueur de piste disponible, la pente nécessaire pour la remise de gaz.

Sur certains terrains, la masse maximale de structure de l'avion peut s'avérer supérieure à la masse maximale de performance à l'atterrissage.

Pour la calculer, référez-vous à la partie « Performances » du cours.

C – Calcul de masses

Prenons pour ce cas, l'exemple du TB9, dans les conditions suivantes.

Masse à vide équipée	695kg
Equipage	1 homme, 1 femme
Carburant	Vol d'1 h 30 : consommation : 35,5 l/h
Passagers	1 femme, 1 enfant

Bagages

2 en tout

Calculons les masses au décollage et à l'atterrissage.

1 - Introduction aux masses standard

Lors de la préparation, si vous ne connaissez pas le poids de vos passagers, vous pouvez utiliser des masses standard. Ces masses feront éventuellement partie des consignes de votre aéroclub ou école. Si le poids des passagers est connu, vous pouvez bien entendu utiliser les masses réelles.

Celles données ci-dessous sont avancées à titre d'exemple, pour notre exercice. Nous considérerons ainsi :

- homme : 85 kg ;
- femme : 70 kg ;
- enfant (moins de 12 ans) : 35 kg ;
- bagage : 15 kg/passager.

Masse à vide équipée	695kg	695 kg
Equipage	1 homme, 1 femme	155kg
Carburant	Vol d'1 h 30 : consommation : 35,5 l/h	?
Passagers	1 femme, 1 enfant	105 kg
Bagages	1	15 kg

2 - Calcul du carburant décollage

Le carburant décollage est composé de différents éléments, tels que le délestage, la réserve de route, la réserve finale, la réserve de dégagement (si applicable) et le carburant supplémentaire (si applicable). Voici le calcul à effectuer, dans le cas où il n'y a pas la possibilité d'avoir les renseignements météo pertinents sur la route.

- **Roulage (R).** Forfait imposé de 5 l.

- **Délestage (d).** Le vol dure 1 h 30 et la consommation horaire est de 35,5 l/h :
 $d = 35,5 \times 1,5 = 53,25$ l.

- **Marge (M).** Admettons qu'il faille ce jour là, 6 l pour palier aux problèmes météorologiques, ATC ou autres que nous pourrions rencontrer sur la route.

- **Solution alternative (Sa).** On choisit un autre terrain situé à 20 minutes de la destination.

$$Sa = 35,5 / 3 = 11,83 \text{ l arrondis à } 12 \text{ l.}$$

- **Réserve réglementaire (Res).** La réserve réglementaire correspond, en VFR de jour, à 30 minutes d'autonomie.

$$Res = 35,5 / 2 = 17,75 \text{ l.}$$

- **Marge acceptable de sécurité (Sup).** En fonction des conditions du jour, il est intéressant de prendre du carburant supplémentaire en tenant compte de la masse maximum au décollage ou à l'atterrissage. Nous ne l'utiliserons pas dans notre exemple.

$$\text{Carburant total} = R + d + Sa + Res + Sup = 5 + 53,25 + 6 + 17,75 + 12 = 94 \text{ l.}$$

La quantité de carburant inutilisable étant de 6 l, nous embarquons 100 l de carburant.

Cette quantité doit être transformée en masse. La densité de la 100 LL étant de 0,72 kg/l, les 100 l correspondent à **72 kg**.

Masse à vide équipée		695 kg
Equipage	1 homme et 1 femme	155 kg
Carburant décollage	Vol d'1 h 30 ; consommation : 35,5 l/h	72 kg
Passagers	1 femme, 1 enfant	105 kg
Bagages	1 par passager	30 kg
Total		1 057 kg

Nous comparons le résultat à la masse maximale au décollage (1 060 kg) pour vérifier que les limites sont respectées. Mais nous voyons bien que nous ne pouvons pas, sur cet avion, partir avec le plein complet et quatre personnes adultes à bord !

3 - Calcul du carburant à l'atterrissage

Le carburant à l'atterrissage correspond au carburant au décollage auquel on retranche le délestage. En effet la marge est une réserve et si le vol se déroule sans problème, elle n'est pas consommée. Ainsi :

Carburant atterrissage = carburant décollage (carburant total – roulage) – délestage = 100 – 53,25 = 46,75 l (la masse de carburant inutilisable est comprise dans la masse à vide équipée).

Soit une masse de carburant à l'atterrissage voisine de 34 kg.

Masse à Vide Equipée		695 kg
Equipage	1 homme et 1 femme	155 kg
Carburant atterrissage	Vol d'1 h 30 : consommation : 35,5 l/h	34 kg
Passagers	1 femme, 1 enfant	105 kg
Bagages	1 par passager	15 kg
Total		1004 kg

Nous comparons le résultat à la masse maximale à l'atterrissage (1 060 kg) pour vérifier que les limites sont respectées.

7.3 – Préparation et suivi du vol

7.3 Préparation et suivi du vol

2 Carburant requis

1/3

A – Aspect réglementaire

Le carburant nécessaire pour l'exécution d'un vol en aviation générale était régi par l'arrêté du 24 juillet 1991 relatif aux conditions d'utilisation des aéronefs civils en aviation.

Depuis le 26 Août 2016, la réglementation EASA avec l'AIR-OPS et plus précisément le texte UE965/2012 prend le relais.

La partie NCO ((NOC en anglais) Exploitation d'Aéronefs non complexe à des fins non commerciales) définit la réglementation associée à l'exploitation des avions utilisés avec une licence PPL.

La partie NCO-OP-125 définit la réglementation carburant.
La partie NCO-OP-135 définit la partie préparation du vol.

Le pilote commandant de bord commence uniquement un vol si l'avion contient suffisamment de carburant et de lubrifiant pour ce qui suit:

- En VFR de jour, décollage et atterrissage sur le même aérodrome/site d'atterrissage, cet aérodrome/site d'atterrissage **restant toujours en vue**, suivre la route prévue, puis voler pendant au moins **10 minutes** à l'altitude de croisière normale;
- En VFR de jour, voler **en direction de l'aérodrome d'atterrissage prévu**, puis voler pendant au moins **30 minutes** à l'altitude de croisière normale;
- En VFR de nuit, voler en direction de l'aérodrome d'atterrissage prévu, puis voler pendant au moins **45 minutes** à l'altitude de croisière normale;
- permettre une **solution alternative** (hormis vol aux abords d'un aérodrome), qui consiste le plus souvent à la sélection d'un terrain de dégagement, et qui tient compte des conditions météo.
- respecter une **réserve de carburant** pour parer à toute éventualité, qui tient également compte de la réserve Commandant de bord.

B – Aspect pratique

1 - Les postes carburant

Voici les différents postes carburant pour le **calcul du carburant minimum**.

Consommation roulage. Elle comprend la consommation roulage sur le terrain de départ et d'arrivée et dépend donc de chacun d'eux. Elle est souvent mise sous forme d'un forfait roulage dans les calculs.

Le délestage (ou consommation étape). Comprend la consommation pour effectuer les trajectoires de décollage, de montée, de croisière, de descente, d'intégration, d'approche et d'atterrissage.

D'une manière pratique, on considère une consommation moyenne (voir manuel de vol), la consommation supplémentaire durant la montée étant compensée par la consommation réduite en descente.

La solution alternative. Pour les vols hors des abords d'un aérodrome, une quantité de carburant pour rejoindre un terrain de dégagement doit être ajoutée à la quantité de carburant nécessaire au vol, selon le même principe de calcul que pour le délestage.

La réserve finale. Quantité de carburant permettant de voler pendant 30 min pour un vol VFR de jour et 45 minutes pour un vol VFR de nuit.

Une réserve de sécurité. Elle tient compte : des conditions météo qui peuvent changer, d'une modification de la route ATC, du retard prévue dans le trafic, ou de toute autre situation susceptible de modifier l'heure d'atterrissage, ou d'augmenter la consommation carburant.

Laissée à la discrétion du commandant de bord, elle se résume souvent au carburant supplémentaire que l'on peut embarquer tout en respectant les limitations de masses et de centrage de l'aéronef.

2 - Facteurs influençant le délestage

Plusieurs facteurs influencent le délestage par modification de la consommation horaire, comme par exemple la masse de l'aéronef, l'altitude de vol considérée, la température de l'air...

Un facteur important qui va modifier de manière significative la quantité de carburant pour le délestage est la **composante de vent**.

C – Exemples de calcul carburant

Nous allons considérer un exemple avec les données suivantes.

Navigation d'Etampes à Nangis.

Vitesse : 120 kt.

Vent : 080°/ 20 kt.

Consommation horaire : 36 litres/h.

Forfait roulage : 5 litres.

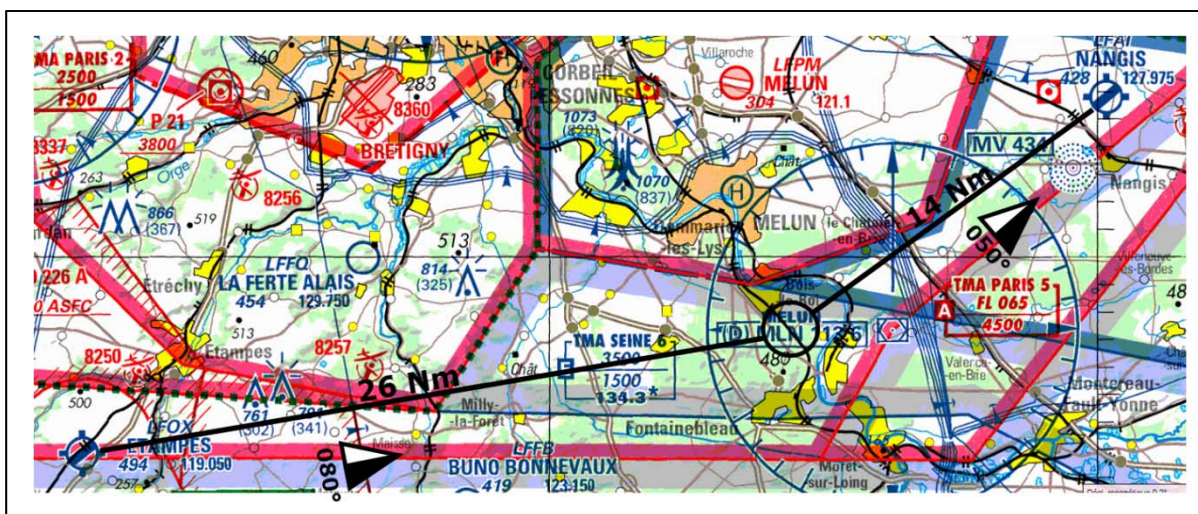


Figure 1.

- **Calcul du délestage (avec vent) pour la première branche**

Composante du vent effectif : - 20 kt (vent de face).

Vitesse sol = vitesse air + composante de vent effectif.

Vitesse sol = 120 - 20 = 100.

Le facteur de base avec vent ($F_{b_{AVEC\ VENT}}$) = $\frac{60}{\text{vitesse sol}} = \frac{60}{100} = 0,6 \text{ min/NM}$.

temps = distance \times $F_{b_{AVEC\ VENT}} = 26 \times 0,6 = 16 \text{ minutes}$.

• **Calcul du délestage (avec vent) pour la deuxième branche**

Composante du vent effectif : $20 \times \cos(\text{angle au vent}) = 20 \times \cos(80 - 50) = 18$.

Composante du vent effectif : - 18 kt (vent de face).

Vitesse sol = vitesse air + composante de vent effectif.

Vitesse sol = 120 - 18 = 102.

Le facteur de base avec vent ($F_{b_{AVEC\ VENT}}$) = $\frac{60}{\text{vitesse sol}} = \frac{60}{102} \approx 0,6 \text{ min/NM}$.

temps = distance \times $F_{b_{AVEC\ VENT}} = 14 \times 0,6 = 9 \text{ minutes}$.

• **Calcul du délestage (avec vent) pour le vol**

Temps total de vol = 16 + 9 = **25 minutes**.

Consommation d'étape = 25 \times 36/60 = **15 litres**.

• **Calcul du carburant requis**

Roulage	5 litres
Délestage	15 litres
Solution alternative (retour à étampes ou tout autre terrain relativement proche si Nangis est fermé)	15 litres
Réserve finale (30 minutes en VFR de jour)	18 litres
Marge acceptable de sécurité	20 litres
Carburant requis	73 litres

C – Conclusion

Il est important de se souvenir que la réglementation est là pour donner une quantité réglementaire minimum qui ne laisse que peu de marge. En aucun cas, nous ne sommes tenus de partir en vol uniquement avec la quantité minimale réglementaire : il est judicieux d'embarquer le maximum de carburant possible en fonction des contraintes structurelles et opérationnelles du vol.

La panne sèche est l'une des causes principales des accidents en aviation générale.

Une fois le calcul du carburant requis effectué, en tant que commandant de bord, vous devez vérifier la quantité d'essence présente dans les réservoirs de l'aéronef (vérification de la quantité restante sur le carnet de route, vérification des jauges, vérification visuelle).