COURS THÉORIQUES PPL

CARBURANT

RÈGLES D'EMPORT - GESTION - BILAN



Sommaire



RÉGLEMENTATION RELATIVE
A L'EMPORT DU CARBURANT



CIRCUIT CARBURANT ET IMPERFECTIONS



LES PIÈGES DU CALCUL DU CARBURANT



CALCUL DU CARBURANT
NECESSAIRE AU VOYAGE



CARBURANT ET SÉCURITE DES VOLS

Règles d'emport de carburant





Annexe 2 de l'OACI (Règles de l'Air)

Code de l'Aviation Civile :

- Arrêté du 24 juillet 1991 (Condition d'exploitation des aéronefs en AG)
- Arrêté du 3 mars 2006 (Règles de l'Air)



NOUVEAUTE

Règles d'emport de carburant



Arrêté du 24 juillet 1991

5.6.3. Le commandant de bord doit s'assurer avant tout vol que les quantités de carburant, de lubrifiant et autres produits consommables lui permettent d'effectuer le vol prévu **avec une marge acceptable de sécurité**.

En aucun cas ces quantités ne doivent être inférieures à celles nécessaires pour: …

Règles d'emport de carburant



AVITAILLEMENT, RÉSERVES DE CARBURANT ET LUBRIFIANT

Le commandant de bord doit s'assurer avant tout vol que les quantités de carburant, de lubrifiant et autres produits consommables lui permettent d'effectuer le vol prévu avec une marge acceptable de sécurité et d'envisager une solution alternative de dégagement…

En aucun cas ces quantités ne doivent être inférieures à celles nécessaires pour :

- atteindre la destination prévue compte tenu des plus récentes prévisions météorologiques, du régime et de l'altitude prévus, ou à défaut, les quantités nécessaires sans vent **majorées de dix pour cent** ;

- et poursuivre le vol au régime de croisière économique :
  - en vol V.F.R. de jour pendant **vingt minutes,**
  - en vol V.F.R. de nuit, pendant **quarante cinq minutes**.

Nul ne peut entreprendre un vol local au voisinage de son lieu de départ si ne sont embarquées les quantités de carburant nécessaires pour voler :

- en V.F.R. de jour, pendant trente minutes ;
- en V.F.R. de nuit, pendant quarante cinq minutes.

Nul ne peut poursuivre un vol au voisinage d'un site d'atterrissage approprié si ne subsistent à bord les quantités de carburant nécessaires pour voler pendant 15 mn.

Règles d'emport de carburant

ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS DE BASE

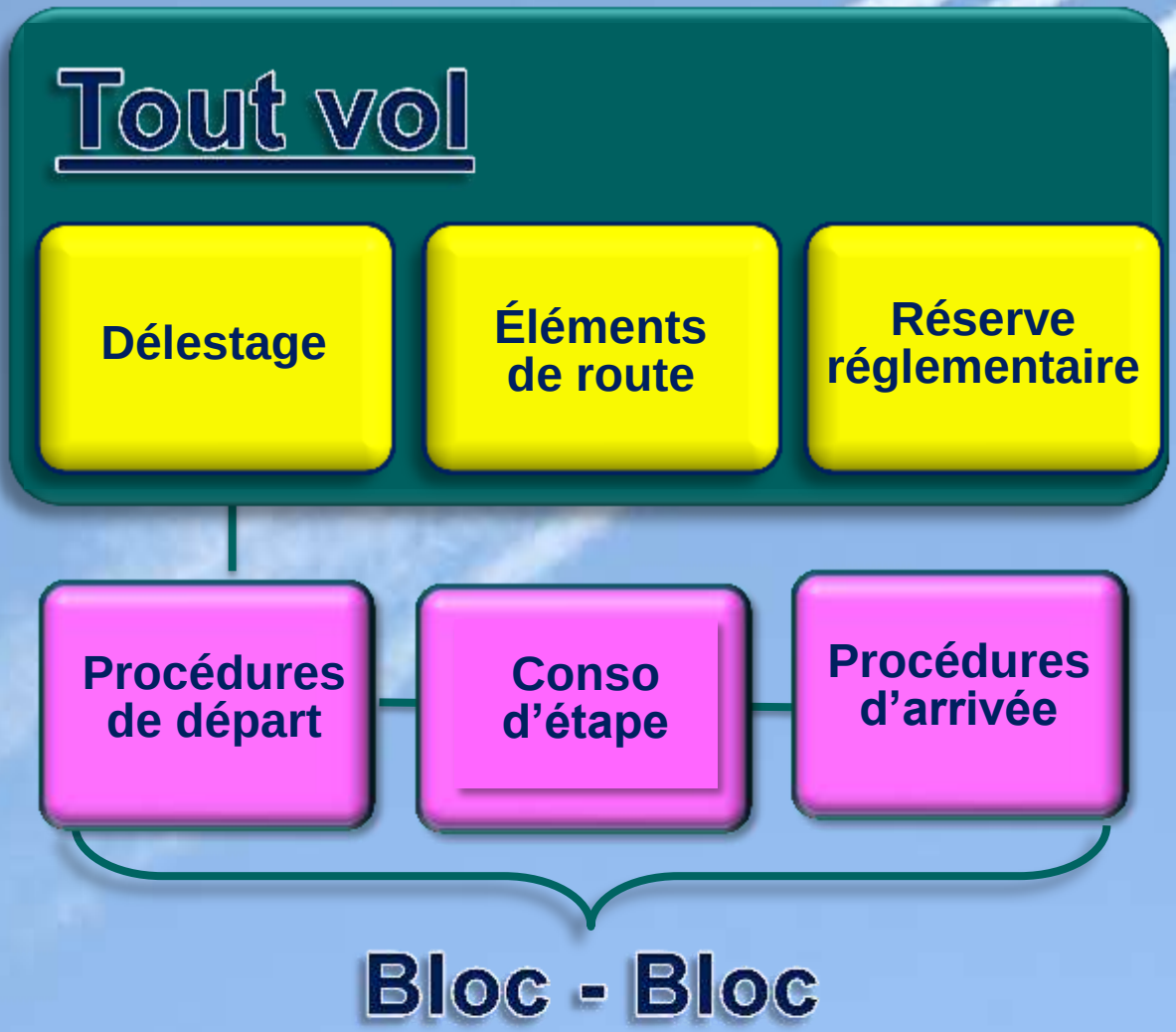
Tout vol

- Délestage
- Éléments de route
- Réserve réglementaire



Règles d'emport de carburant

ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS DE BASE



Règles d'emport de carburant

ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS DE BASE

Tout vol

- Délestage
- Éléments de route
- Réserve réglementaire

- ± Correction du vent

OU

- + 10 % du temps sans vent



Si seconde solution adoptée et Si vent secteur avant privilégier naturellement ce tableau

Vp	Vitesse du vent prévu		
	10 kt	20 kt	30 kt
80 kt	15%	33%	60%
90 kt	12.5%	28%	50%
100 kt	11%	25%	42%
110 kt	10%	22%	37%
120 kt	9%	20%	33%
130 kt	8%	18%	30%

Règles d'emport de carburant

ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS DE BASE

Tout vol

- Délestage
- Éléments de route
- Réserve réglementaire
  - 20 mn VFR de jour
  - 45 mn IFR / nuit



Règles d'emport de carburant



Vol local au voisinage du lieu de départ

- Mini 30 mn VFR de jour
- Mini 45 mn IFR / nuit

Tout vol

- Délestage
- Éléments de route
- Réserve réglementaire

Règles d'emport de carburant

Vol hors des abords d'un aérodrome

Tout vol

- Délestage
- Éléments de route
- Réserve réglementaire

\+

- Solution alternative

(Possibilité d'un dégagement dans 99% des cas)

Règles d'emport de carburant



RÉCAPITULATIF

CIRCUIT D'AÉRODROME

Tout vol

- Délestage
- Éléments de route
- Réserve réglementaire

HORS CIRCUIT D'AÉRODROME (local ou voyage)

Tout vol

- Délestage
- Éléments de route
- Réserve réglementaire

\+ Solution alternative

Règles d'emport de carburant

« Pour atteindre la destination prévue... »

Éléments fluctuant dans le calcul du carbuant :

- Mise en œuvre, réchauffage moteur ;
- Roulage et Essai moteur ;
- Montée et prise de cap ;
- Impondérables météo ;
- Clairances (transit, contournement, …)
- Choix du type de croisière) ;
- Descente ;
- Procédures d'arrivée ;
- Roulage parking.



Nombre de ces éléments varient dans la réalité (attente, vitesse du vent, croisère rapide ou économique, destination imprévue, …).

En bref, la stricte application de la réglementation sur la Quantité minimum de carburant ne laisse que

trop peu de marge…

Règles d'emport de carburant

Arrêté du 3 mars 2006 (Règles de l'Air)

2.3.2 Action préliminaire au vol

..... Pour les vols hors des abords d'un aérodrome, l'action préliminaire au vol comprend l'étude attentive des bulletins et prévisions météorologiques disponibles les plus récents, en tenant compte des **besoins en carburant et d'une solution alternative**, au cas où le vol ne pourrait pas se dérouler comme prévu.

Règles d'emport de carburant



ATTENTION : HORS CIRCULATION D'AÉRODROME, LES RÈGLES DE L'AIR IMPOSENT UNE MARGE DE SÉCURITÉ

Dans tous ces composants du calcul, ce ne sont seulement que des quantités minimales réglementaires

Tout vol

- Délestage
- Éléments de route
- Réserve réglementaire

\+

- Solution alternative

Règles d'emport de carburant



LA MARGE DE SÉCURITÉ EN VOYAGE

Tout vol

- Délestage
- Éléments de route
- Réserve réglementaire

\+

- Solution alternative

Marge acceptable de sécurité

La sécurité, c'est tout le carburant qu'on peut embarquer en plus ! (voir devis de masse).

Règles d'emport de carburant

AVITAILLEMENT, RÉSERVES DE CARBURANT ET LUBRIFIANT

DEUX IMPÉRATIFS AU DÉPART







RESPECT ET CONFORMITÉ AVEC LA RÉGLEMENTATION

DONC

Quantité minimum au départ compte tenu des prévisions + Réserves

ASSURER LA FAISABILITÉ DU VOYAGE

DONC

Quantité ci-contre + solution alternative + marge suffisante

Règles d'emport de carburant



AVITAILLEMENT, RÉSERVES DE CARBURANT ET LUBRIFIANT

CONCRETEMENT, TOUT PILOTE SERA EN INFRACTION SI :

- ***Il décolle avec une quantité d'essence à bord inférieure à la quantité minimale réglementaire, même si le vol se termine bien ;***
- ***Il ne réalise pas de bilan carburant tout au long du voyage à intervalles réguliers lui permettant de prendre la bonne décision en cas d'impondérables ;***
- ***Il prend la décision de poursuivre vers la destination ou de dérouter sans les renseignements opérationnelles nécessaires ;***
- ***Il ne se déclare pas en « Bas niveau essence » avec une quantité inférieure à la réserve finale réglementaire.***

Règles d'emport de carburant

La réglementation en matière de carburant mini exige de prévoir EN VOYAGE

DÉLESTAGE → Mise en œuvre – Roulage
Temps de vol sans vent
Procédures arrivée - Roulage

+

ÉLÉMENTS DE ROUTE → Si Vent connu : Effet sur le temps de vol
ou à défaut : prendre +10% du TSV au mini
ou mieux utiliser tableau % Tsv plus réaliste

+

RÉSERVE RÉGLEMENTAIRE → Jour : 20 mn en croisière éco
Nuit : 45 mn en croisière éco

+

SOLUTION ALTERNATIVE → Rejoindre autre aérodrome ou utiliser autre piste disponible

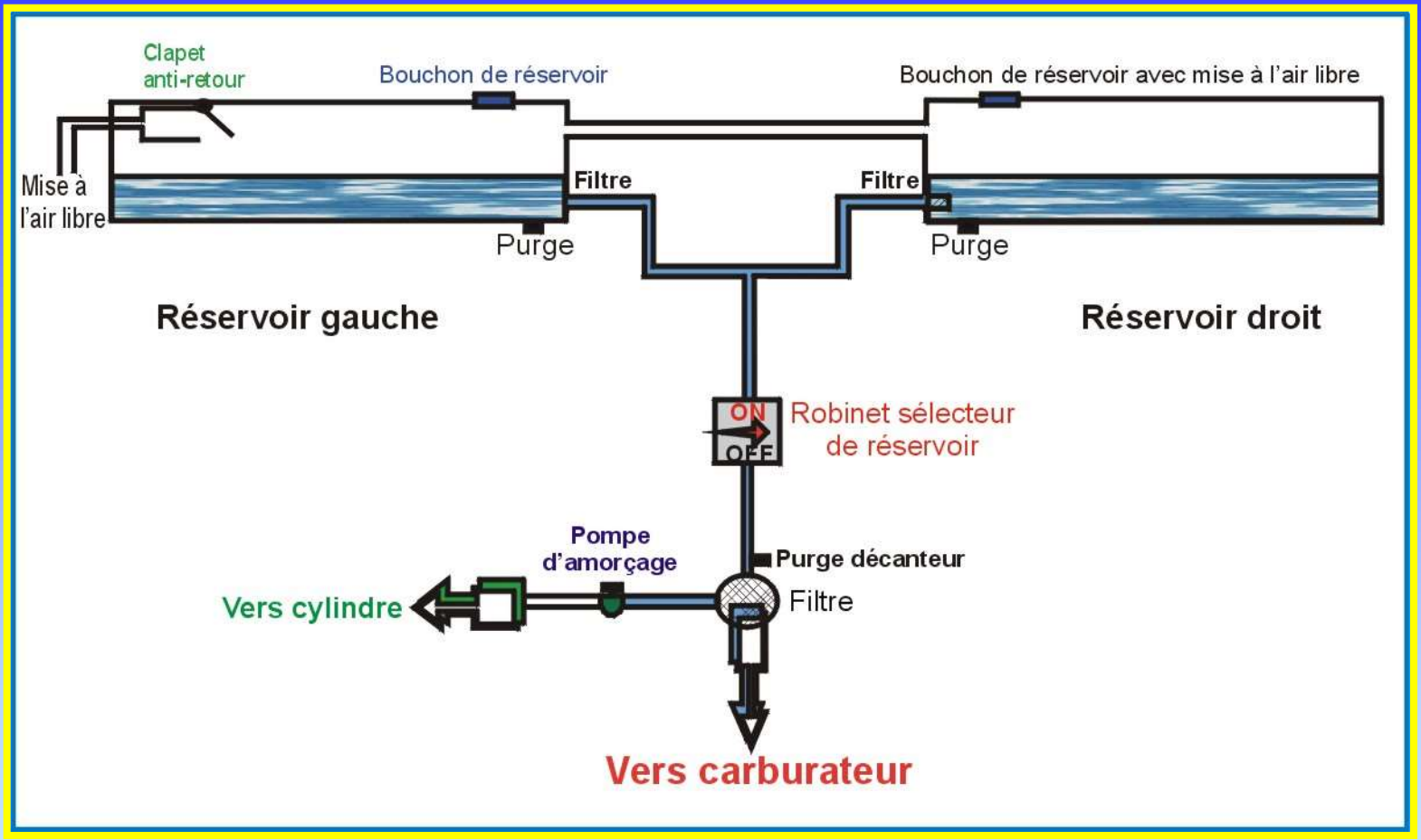
+

MARGE ACCEPTABLE DE SÉCURITÉ → Compensation Impondérables
(maxi essence possible)

CIRCUIT CARBURANT ET IMPERFECTIONS



SCHÉMA DU CIRCUIT CARBURANT

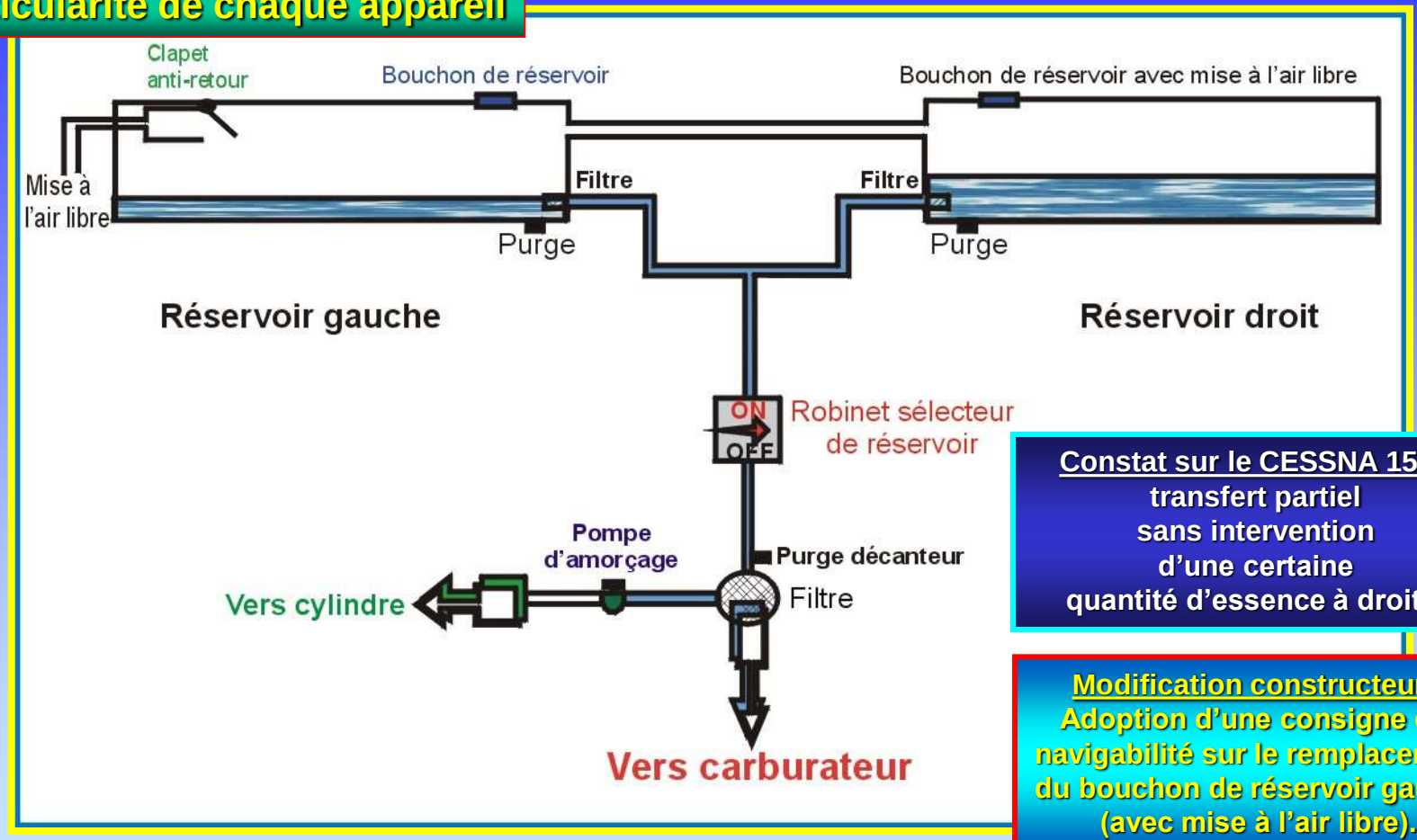


Connaissance de la constitution de son avion sur le manuel de vol

Exemple : le CESSNA 150

DISSYMÉTRIE DES CAPACITÉS EN VOL

Particularité de chaque appareil



Constat sur le CESSNA 150 :
transfert partiel
sans intervention
d'une certaine
quantité d'essence à droite.

Modification constructeur :
Adoption d'une consigne de navigabilité sur le remplacement du bouchon de réservoir gauche (avec mise à l'air libre).

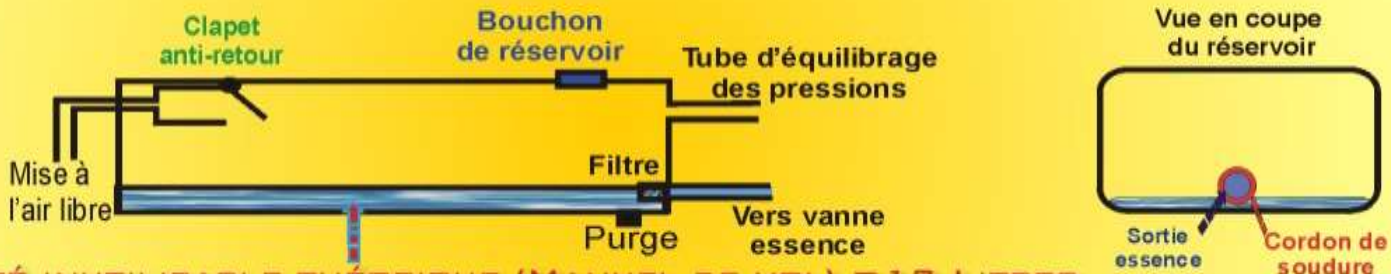
CAUSES POSSIBLES :

- ✓ Mise à l'air libre dissymétrique
  - La gauche en intrados (surpression)
  - La droite en extrados (dépression)
- ✓ Souffle hélicoïdal

Exemple : le CESSNA 150

TYPES DE RÉSERVOIR ET FONDS DE RÉSERVOIR

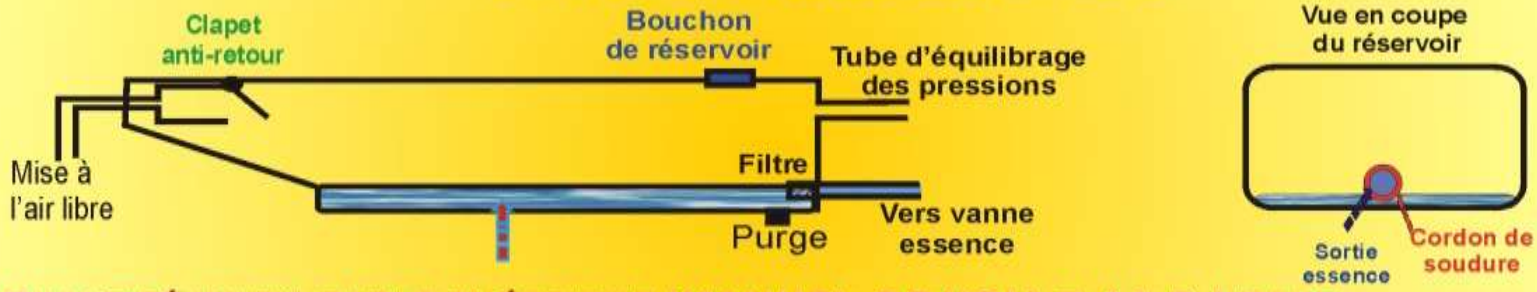
Réservoir standard de 49 l



QUANTITÉ INUTILISABLE THÉORIQUE (MANUEL DE VOL) = 13 LITRES
SOIT PAR RÉSERVOIR 13 LITRES / 2 = 6,5 LITRES

ATTENTION A LA CAPACITÉ DES RÉSERVOIRS

Réservoir Long Range de 72 l



QUANTITÉ INUTILISABLE THÉORIQUE (MANUEL DE VOL) = 11,5 LITRES
SOIT PAR RÉSERVOIR 11,5 LITRES / 2 = 5,75 LITRES

Exemple : le CESSNA 150

QUANTITÉ D'ESSENCE NON UTILISABLE

Le Manuel de vol reste le document de référence de l'emploi d'un avion, mais les modifications apportées au fil des ans par les consignes de navigabilité n'y figurent que <u>rarement.</u>
Par ailleurs, il n'est pas interdit de penser que, comme dans tout document, une erreur, une coquille ou une faute de frappe puisse s'y glisser. Voir instructeur.

Fonds = 11,5 L — **<u>Incidence en descente</u>** — **Fonds = 21,5 L**



DANS CETTE ATTITUDE DE VOL ET APRES VÉRIFICATION,
IL A ÉTÉ CONSTATÉ QUE
LA QUANTITÉ D'ESSENCE NON UTILISABLE EST DE 21,5 LITRES….



ATTENTION DONC AUX DESCENTES PROLONGÉES AVEC RÉSERVOIR PEU REMPLI

Exemple : le CESSNA 150

LES PIÈGES DU CALCUL DU CARBURANT



Règles d'emport de carburant

AUTRES PARTICULARITÉS INTERVENANT DANS LE CALCUL DU CARBURANT
EXEMPLE : CONSOMMATION STANDARD DU CESSNA 150 = 22 L/H

Pour un vol à longue distance,
si la nébulosité le permet et si la composante de vent est arrière
Il est intéressant de prendre de l'altitude.
Quelle est la consommation en montée dans le Manuel de vol de 0 à 5000 ft dans les <u>meilleures conditions</u> par exemple ?



Règles d'emport de carburant

AUTRES PARTICULARITÉS INTERVENANT DANS LE CALCUL DU CARBURANT
EXEMPLE : CONSOMMATION STANDARD DU CESSNA 150 = 22 L/H

Pour un vol à longue distance,
si la nébulosité le permet et si la composante de vent est arrière
Il est intéressant de prendre de l'altitude.
Quelle est la consommation en montée dans le Manuel de vol de 0 à 5000 ft dans les meilleures conditions par exemple ?
4,9 l en 9 mn, soit 32,6 litres/heure.



Exemple : le CESSNA 150

Règles d'emport de carburant

AUTRES PARTICULARITÉS INTERVENANT DANS LE CALCUL DU CARBURANT
EXEMPLE : CONSOMMATION STANDARD DU CESSNA 150 = 22 L/H

Pour un vol à longue distance,
si la nébulosité le permet et si la composante de vent est arrière
Il est intéressant de prendre de l'altitude.
Quelle est la consommation en montée dans le Manuel de vol de 0 à 5000 ft dans les meilleures conditions par exemple ?
4,9 l en 9 mn, soit 32,6 litres/heure.

De plus, en conditions réelles, c'est :
- **un avion moins performant**
- **un pilote privé et non d'essai**
- **des conditions météo aléatoires**



La montée à ce niveau demandera certainement plus de temps donc plus d'essence…

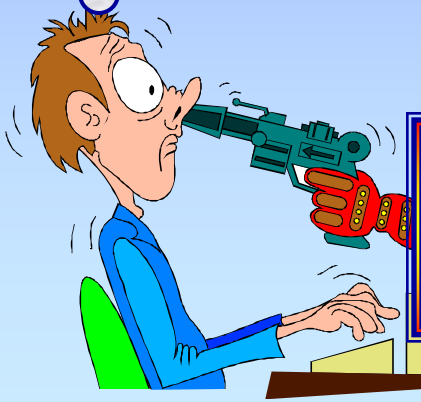
Exemple : le CESSNA 150

Règles d'emport de carburant

AUTRES PARTICULARITÉS INTERVENANT DANS LE CALCUL DU CARBURANT
EXEMPLE : CONSOMMATION STANDARD DU CESSNA 150 = 22 L/H

Pour des raisons de fiabilité du moteur et de meilleur rendement, le constructeur recommande une utilisation permanente du moteur comprise entre 55 % et 75 % de sa puissance maxi.
Quelles sont les consommations en croisière dans le Manuel de vol à 2500 ft par exemple ?

- 55% soit 2300 t/mn = **15,9 litres/heure** (Vp = 88 Kt)
- 65% soit 2440 t/mn = **18,8 litres/heure** (Vp = 96 Kt)
- 75% soit 2550 t/mn = **21,4 litres/heure** (Vp = 101 Kt)



Attention donc à la puissance choisie
et à la consommation engendrée par ce choix
plus de puissance = plus d'essence

Exemple : le CESSNA 150

Règles d'emport de carburant

DIFFÉRENCES CONSTATÉES ENTRE DEUX MÉTHODES DE CALCUL

Exemple d'un voyage RODEZ – RENNES sur CESSNA 150

Temps réel du voyage = 3 H 20

Fonctionnement moteur :

3 H 20 + 10 mn + 10 mn = 3 H 40

soit 3,66 H

Essence au départ : 112 litres

Niveau de vol : 45

*** Puissance 2600 t/mn = 74%**

MÉTHODE GLOBALE DE CALCUL

- **Fonctionnement moteur = Procédures départ (10 mn) + Temps réel du voyage (ou Temps sans vent + 10%) + Procédures arrivée (10 mn).**
- **Réserves réglementaires = 20 mn de jour ou 45 mn de nuit.**
- **Fonds de réservoir = voir Manuel de vol.**

Consommation horaire moyenne retenue pour le CESSNA 150

22 litres / heure

Calcul du carburant à emporter (Méthode rapide)

Fonctionnement moteur (22 L/H x 3,66 =)	80,52 l
Fonds de réservoir	11,50 l
Réserve réglementaire (22 L/H x 0,33 =)	7,26 l
Procédures départ et arrivée intégrées	
Total :	**99,28 l**



* Choix de croisière rapide à 74% de la puissance max.

Règles d'emport de carburant

DIFFÉRENCES CONSTATÉES ENTRE DEUX MÉTHODES DE CALCUL

Exemple d'un voyage RODEZ – RENNES sur CESSNA 150

Temps de montée = 8 mn

Temps réel du voyage = 3 H 20

Temps de croisière = 3 H 12

Départ et arrivée = 3 litres chacun

Essence au départ : 112 litres

Niveau de vol : 45

*** Puissance 2600 t/mn = 74%**

MÉTHODE DÉTAILLÉE DE CALCUL

- Carburant voyage = Temps réel du voyage (ou Temps sans vent + 10%)
- Temps de montée et consommation donnés par Manuel de vol.
- Procédures départ et procédures arrivée = 3 litres chacune (Manuel de vol).
- Réserves réglementaires = 20 mn de jour ou 45 mn de nuit.
- Fonds de réservoir = voir Manuel de vol.

Consommation en voyage donnée par Manuel de vol
en fonction de l'altitude et de la puissance choisies

ex : au FL 45 et à 2600 t/mn, conso = 20,8 litres / heure

Calcul du carburant à emporter (Méthode détaillée)

Temps de croisière 3H20 – 8 mn = 3H12 soit 3,20 H

Carburant temps de montée (8 mn)	4,00 l
Carburant croisière (20,8 l/H x 3,20 =)	66,56 l
Fonds de réservoir	11,50 l
Réserve réglementaire (22 l/H x 0,33 =)	7,26 l
Procédures départ et arrivée (3 l x 2 =)	6,00 l
Total :	**95,32 l**

Terrain à 2000 ft d'où gain d'altitude d'environ 3000 ft Temps de montée indiqué par le Manuel de vol 8 mn.



* Choix de croisière rapide à 74% de la puissance max.

Règles d'emport de carburant

LA QUANTITÉ DE CARBURANT EMBARQUÉE DEVRAIT ÊTRE CONNUE ET PEUT FIGURER SUR LE CARNET DE ROUTE AU DÉPART ET A L'ARRIVÉE.
(Colonne Observations page de droite)
NE PAS DÉDUIRE LES FONDS DE RÉSERVOIR

A titre de rappel :

- ❑ **Lors d'avitaillement et après chaque vol,**
  indiquer la quantité avitaillée et renseigner le carnet de route.
- ❑ **En cas d'imprécision, utiliser la colonne « Observations »**
  pour lever le doute (ex : pleins à l'arrivée, …).
- ❑ **Rechercher les possibilités d'avitaillement en route**
  (terrains équipés, heures d'ouverture, …).
- ❑ **Vérifier physiquement le contenu des réservoirs avant départ**
  - jauges approximatives,
  - fuite ou retrait possible (purge importante, vol d'essence) de carburant depuis le dernier avitaillement.

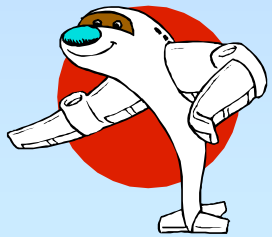
LES BILANS CARBURANT NE SONT UTILISABLES QUE SI L'ON EST SÛR DE LA QUANTITÉ PRÉSENTE AU DÉPART.

Règles d'emport de carburant

AVITAILLEMENT, RÉSERVES DE CARBURANT ET LUBRIFIANT

A titre de rappel, les autres composantes à ajouter au temps sans vent :

- **La mise en route, le chauffage du moteur, le roulage, les procédures au départ et à l'arrivée de chaque escale, (5 mn au mini pour chacune).**
- **L'effet du vent (surtout s'il est de face …) ou à défaut majoration de 10% du temps de voyage sans vent (réglementation du 24/07/1991) ou mieux : majoration en fonction du tableau de % de Tsv plus réaliste.**
- **La réserve réglementaire de sécurité (20 mn de jour, 45 mn de nuit).**
- **La possibilité d'exécution d'une solution alternative de dégagement.**
- **L'emport d'une quantité d'essence assurant une marge acceptable de sécurité (complément d'essence fonction du devis de masse).**
- **Les fonds de réservoir (essence non utilisable = les impompables).**



CALCUL DU CARBURANT NÉCESSAIRE AU VOYAGE



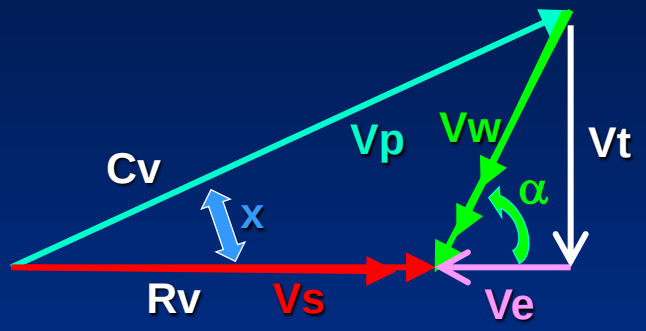
LE TRIANGLE DES VITESSES

POUR MÉMOIRE

CALCUL DES ÉLÉMENTS DE NAV

La vitesse du vent peut être décomposée en deux vitesses orthogonales :

- **un équivalent vitesse VENT TRAVERSIER (Vt) perpendiculaire à la Rv ;**
- **un équivalent vitesse VENT EFFECTIF (Ve) parallèle à la Rv mais de sens opposée.**



Vent effectif (Ve)

Ve = Vw . cos α et Vs = Vp - Ve (si vent secteur avant)

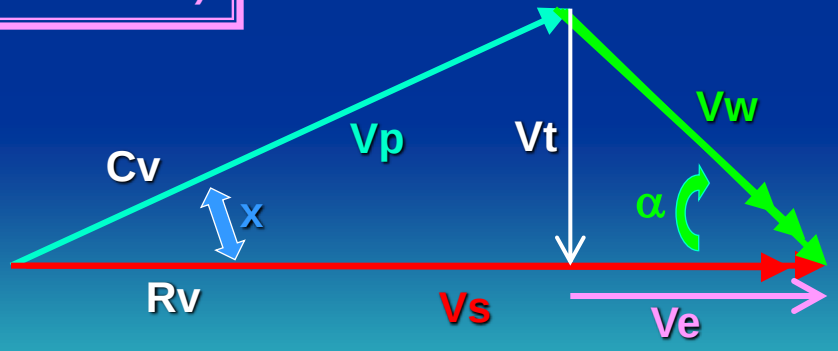
ou Vs = Vp + Ve (si vent secteur arrière).

Vent traversier (Vt)

Vt = Vw . sin α mais aussi Vt = Vp. sin x

d'où l'on tire le calcul de la DÉRIVE SUR AXE

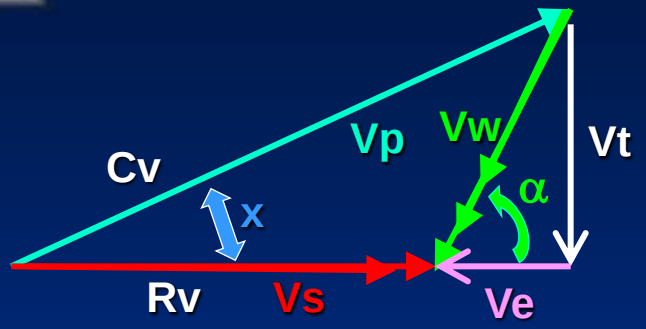
x° = X° .sin α



Le calcul du vent traversier permet de savoir en finale si l'on respecte la limitation de vent de travers maxi démontrée par le constructeur.

LE TRIANGLE DES VITESSES

POUR MÉMOIRE



DÉRIVE SUR AXE

Vt = Vp. sin x° mais aussi Vt = Vw . sin α°
donc Vp . sin x° = Vw . sin α°

En approximation pour angle < 15°, sin x° = X° / 60.
On peut donc écrire : x° / 60 = Vw . sin **α° /** Vp
Et x° = Vw. sin **α° .** 60 / Vp ; Or Vp = 60 / Fb
donc Vw . sin **α° .** 60 . Fb / 60 et **x° = Vw . Fb . sin α°**

Comme X° = Vw . Fb **x° = X . sin α°**



Exemple : Nav Brest – Quimper RV = 160°, Vp = 100 Kt, Vw = 300°/20Kt

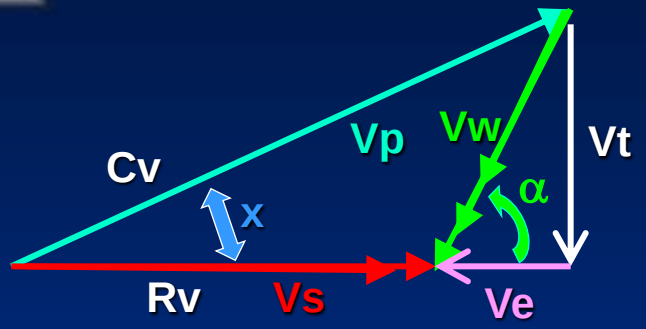
Fb = 60 / 100 = 0,6 X° = Fb . Vw = 0,6 . 20 = 12°
α° = 160° – (300° – 180°) = 040° x° = X° . sin α° = 12° . sin 40° = 7°
Dérive vers la gauche donc négative : x° = -7°
Cv = Rv – x° = 160° - (-7°) = 167°.

Exemple Atterrissage en piste 28 : En finale TWR annonce Vw = 310°/25 Kt

Limite vent de travers pour Cessna 172 = 15 Kt
Angle au vent à l'atterrissage, α° = 310° - 280° = 30°
Vent traversier = Vw . sin α° = 25Kt . sin 30° = 25 . 0,5 = 12,5 Kt
Limitation non franchie donc atterrissage dans les normes

LE TRIANGLE DES VITESSES

POUR MÉMOIRE



CALCUL DU TEMPS DE VOYAGE

Ve = Vw . cos α° et distance équivalente : d = Tsv . Ve
donc t pour parcourir cette distance est : d / Vp
soit t = Tsv . Ve / Vp.

t étant très petit par rapport à T, on l'exprimera en minutes par heure de vol ou en secondes par minute de vol, donc multiplication par 60 de la formule précédente :

t = Tsv . Ve . 60 / Vp, or 60 / Vp = Fb et Ve = Vw . cos α°

t = Tsv . Vw . cos α° . Fb ; comme Vw . Fb = X

Donc le facteur correctif de temps est t = X . cos α°

t s/mn = X . cos α°
et
Tr = Tsv + ou – (Tsv . t) /60



Exemple : Nav Brest – Quimper RV = 160°, D = 28 Nm,
Vp = 100 Kt, Vw = 300°/20Kt

Fb = 60 / 100 = 0,6 X = Fb . Vw = 0,6 . 20 = 12°

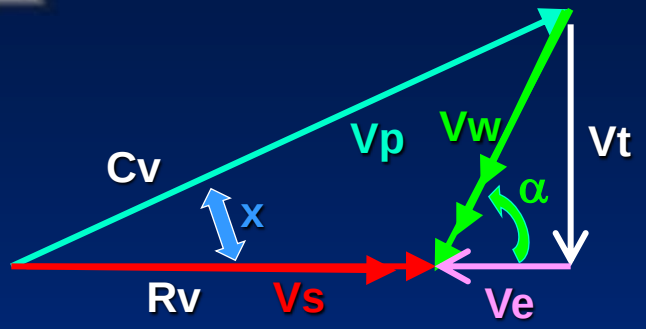
α° = 160° – (300° – 180°) = 040° t = X . cos α° = 12 . cos 40° = 10 s/mn

Temps sans vent = D . Fb = 28 . 0,6 = 15 mn.

Temps avec vent : Tsv – (Tsv . t) / 60 = 15 – (15 . 10) / 60 = 13 mn.

LE TRIANGLE DES VITESSES

POUR MÉMOIRE



CALCUL DU TEMPS DE VOYAGE

En pratique, la correction de temps du au vent : t est différente si le vent est de face ou arrière.

Cette correction s'appelle le temps corrigé : tc.
Elle suit la valeur du tableau ci-dessous :

Tc face	7	8	9	10	12	13	15	16	18	20	22	24	26	28	30
t	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Tc arrière	5	6	7	8	9	9	10	11	12	12	13	13	14	14	16

Le calcul plus précis du temps de vol devient :
Tr = Tsv + ou – (Tsv . tc) /60

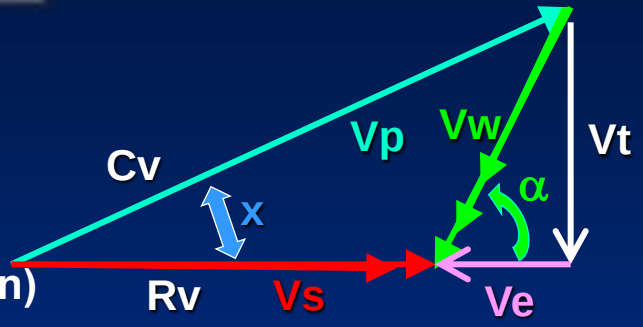


Exemple : Nav Nantes – Dinard RV = 350°, D = 88 Nm, Vp = 100 Kt, Vw = 360°/25 Kt

Fb = 60 / 100 = 0,6 X = Fb . Vw = 0,6 . 25 = 15° α° = 360° – 350° = 010°
t = X . cos α° = 15 . cos 10° = 15 d'où tc de face = 20 s/mn de vol
Temps sans vent = D . Fb = 88 . 0,6 = 53 mn.
Temps avec vent : Tsv + [(Tsv . tc) / 60] = 53 + [(53 . 20) / 60] = 71 mn.

LE TRIANGLE DES VITESSES

POUR MÉMOIRE



CALCUL DU TEMPS DE VOYAGE

En pratique, une autre solution consiste à utiliser un tableau de correction du temps du voyage sans vent en fonction de la vitesse propre (Vp de l'avion) et de la vitesse du vent.

Les valeurs du tableau sont exprimées en % du Temps sans vent et sont à ajouter au Tsv pour obtenir le Temps réel du voyage (Tr) :

Vp	Vitesse du vent prévu		
	10 kt	20 kt	30 kt
80 kt	15%	33%	60%
90 kt	12.5%	28%	50%
100 kt	11%	25%	42%
110 kt	10%	22%	37%
120 kt	9%	20%	33%
130 kt	8%	18%	30%



Exemple : Nav Nantes – Dinard RV = 350°, D = 88 Nm, Vp = 100 Kt, Vw = 360°/30 Kt

Fb = 60 / 100 = 0,6 X = Fb . Vw = 0,6 . 25 = 15° α° = 360° – 350° = 010°
Temps sans vent = D . Fb = 88 . 0,6 = 53 mn.
Temps avec correction : Tsv + (% Tableau) = 53 + (53 . 42%) = 75 mn.

ELEMENTS DE CALCUL DU CARBURANT NECESSAIRE



Mise en oeuvre, Roulage
Procédures départ

Temps de vol
Sans Vent

Procédures arrivée
Roulage

Effet du vent si MTO connu ou
forfait réglementaire de 10% du TSV MAIS
préférer utilisation du tableau de % du TSV plus réaliste

Jour : 20 mn au régime économique
Nuit : 45 mn au régime économique

Possibilité de rejoindre
une aire d'atterrissage non prévue

Complément d'essence possible en fonction de la masse maxi en cas d'impondérables

LA **QUANTITE D'ESSENCE A EMPORTER** AVANT TOUT VOL
DOIT ETRE LA SOMME DE CES ELEMENTS **PLUS LES FONDS DE RESERVOIR**

CALCUL CARBURANT EN PRATIQUE

VOYAGE TRIANGULAIRE EN NAVIGATION
RENNES – LANNION – VANNES - RENNES

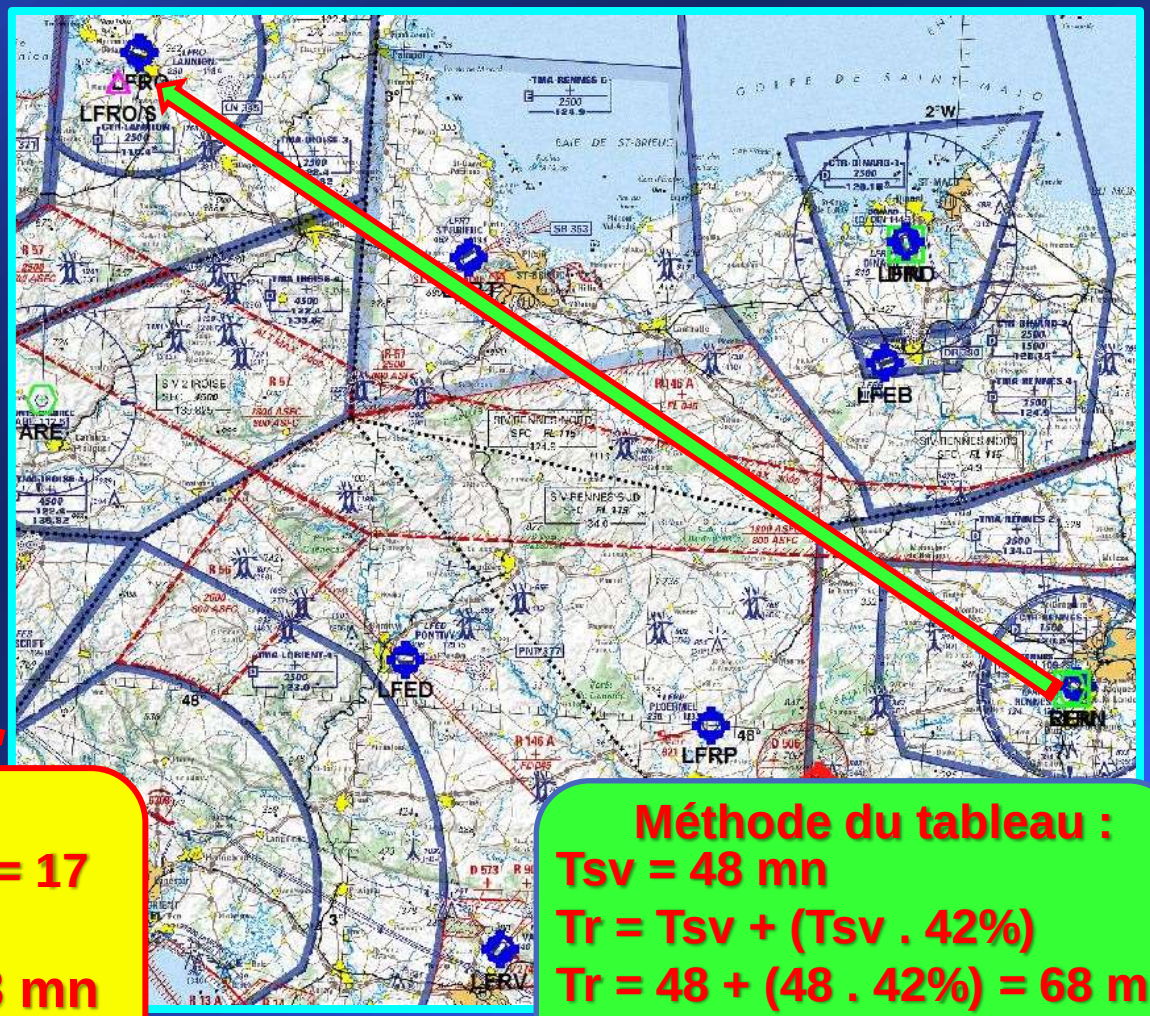


C172 Fb = 0,6
Conso = 30 L/H soit 0,5 L/mn
Vw = 320° / 30 Kt

LFRN - LFRO
Dist : 80 Nm Rm : 300°

Temps de vol sans vent
Tsv = 80 . 0,6 = 48 mn
Conso = 48 x 0,5 = 24 L

~~**Temps de vol avec règle des 10%**~~
~~Tav 10% = 48 + 5 = 53 mn~~
~~Conso = 53 x 0,5 = 26,5 L~~



Temps de vol réel (vent réel)
t = X . Cos α = 18 . Cos 20° = 17
t de 17 avant = tc de 24
Tr = 48 + [(24 . 48) / 60] = 68 mn
Conso = 68 x 0,5 = 34 L

Méthode du tableau :
Tsv = 48 mn
Tr = Tsv + (Tsv . 42%)
Tr = 48 + (48 . 42%) = 68 mn
Conso = 68 x 0,5 = 34 L

CALCUL CARBURANT EN PRATIQUE

VOYAGE TRIANGULAIRE EN NAVIGATION
RENNES – LANNION – VANNES - RENNES



C172 Fb = 0,6
Conso = 30 L/H soit 0,5 L/mn
Vw = 320° / 30 Kt

LFRO - LFRV

Dist : 70 Nm Rm : 155°

Temps de vol sans vent

Tsv = 70 . 0,6 = 42 mn
Conso = 42 x 0,5 = 21 L

Temps de vol avec règle des 10%

Tav 10% = 42 + 5 = 47 mn
Conso = 47 x 0,5 = 23,5 L



Temps de vol réel (vent réel)

t = X . Cos α = 18 . Cos 15° = 17
t de 17 arrière = tc de 13
Tr = 42 - [(13 . 42) / 60] = 32 mn
Conso = 32 x 0,5 = 16 L

Méthode du tableau :
Tsv = 42 mn
mais Vent arrière donc
règle des 10 % acceptable
voir ci-contre

CALCUL CARBURANT EN PRATIQUE

VOYAGE TRIANGULAIRE EN NAVIGATION
RENNES – LANNION – VANNES - RENNES



C172 Fb = 0,6
Conso = 30 L/H soit 0,5 L/mn
Vw = 320° / 30 Kt

LFRV - LFRN
Dist : 50 Nm Rm : 050°

Temps de vol sans vent
Tsv = 50 . 0,6 = 30 mn
Conso = 30 x 0,5 = 15 L

Temps de vol avec règle des 10%
Tav 10% = 30 + 3 = 33 mn
Conso = 33 x 0,5 = 16,5 L

Temps de vol réel (vent réel)
t = X . Cos α = 18 . Cos 90° = 0
t = 0 d'où tc = 0
Tr = 30 + [(18 . Cos 90°) / 60] = 30 mn
Conso = 30 x 0,5 = 15 L



Méthode du tableau :
Tsv = 30 mn
Mais Vent plein travers donc pas d'incidence sur temps de vol.
Règle des 10% acceptable

CALCUL DU CARBURANT NÉCESSAIRE AU VOYAGE



DEVIS DE POIDS ET CENTRAGE

Contrairement à la voiture, les contraintes de poids max obligent le pilote à un choix crucial

131 litres d'essence max dont 116 litres utilisables

LE PLEIN DE PASSAGERS OU LE PLEIN D'ESSENCE

3 personnes poids std + 1 personne de 30 kg

ntrage CESSNA F 172 M / F-BUET

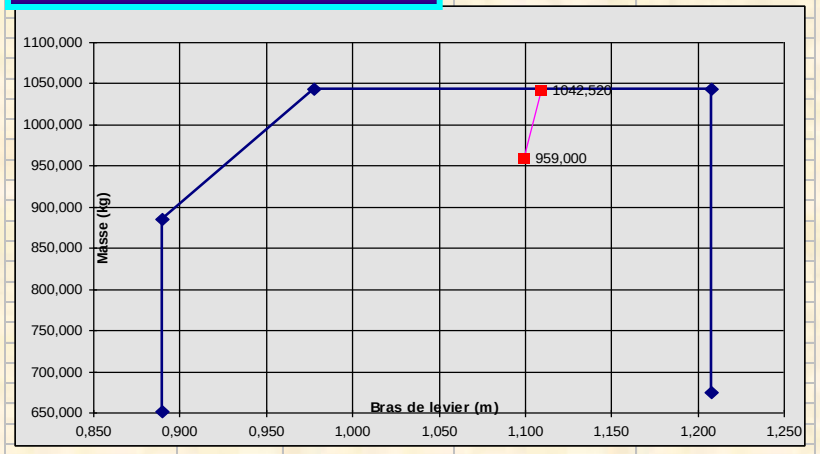
Masse maxi : 1043 Kg

Limites centrage Av : 0,98 Ar: 1,20

	Litres	Masse (kg)	Bras de levier	Moment (m x kg)
Avion + Fonds	15,000	651,000	0,960	624,960
CDB		77,000	0,940	72,380
Co Pilote		77,000	0,940	72,380
Passager 1		77,000	1,850	142,450
Passager 2		77,000	1,850	142,450
Bagages Zone 1		0,000	2,410	0,000
Bagages Zone 2		0,000	3,120	0,000
Essence utilisable	116,000	83,520	1,220	101,894
Total	**131,000**	**1 042,520**	**1,109**	**1 156,514**

CHOIX :
Quatre personnes à bord

Masse Totale	**1 042,520**
Bras de levier	**1,109**



Centrage CESSNA F 172 M / F-

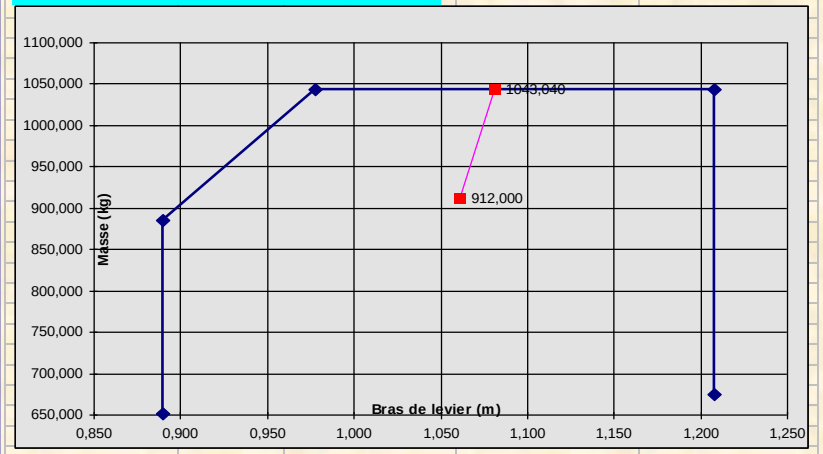
Masse maxi : 1043 Kg

Limites centrage Av : 0,98 Ar: 1,20

	Litres	Masse (kg)	Bras de levier	Moment (m x kg)
Avion + Fonds	15,000	651,000	0,960	624,960
CDB		77,000	0,940	72,380
Co Pilote		77,000	0,940	72,380
Passager 1		77,000	1,850	142,450
Passager 2		30,000	1,850	55,500
Bagages Zone 1		0,000	2,410	0,000
Bagages Zone 2		0,000	3,120	0,000
Essence utilisable	182,000	131,040	1,220	159,869
Total	**197,000**	**1 043,040**	**1,081**	**1 127,539**

CHOIX :
Plein d'essence

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



PRISE DE CONSCIENCE DE LA MARGE ACCEPTABLE DE SÉCURITÉ

LFRN - LFRO

LFRO - LFRV

LFRV - LFRN

Quantité mini pour le vol = 117 L

+

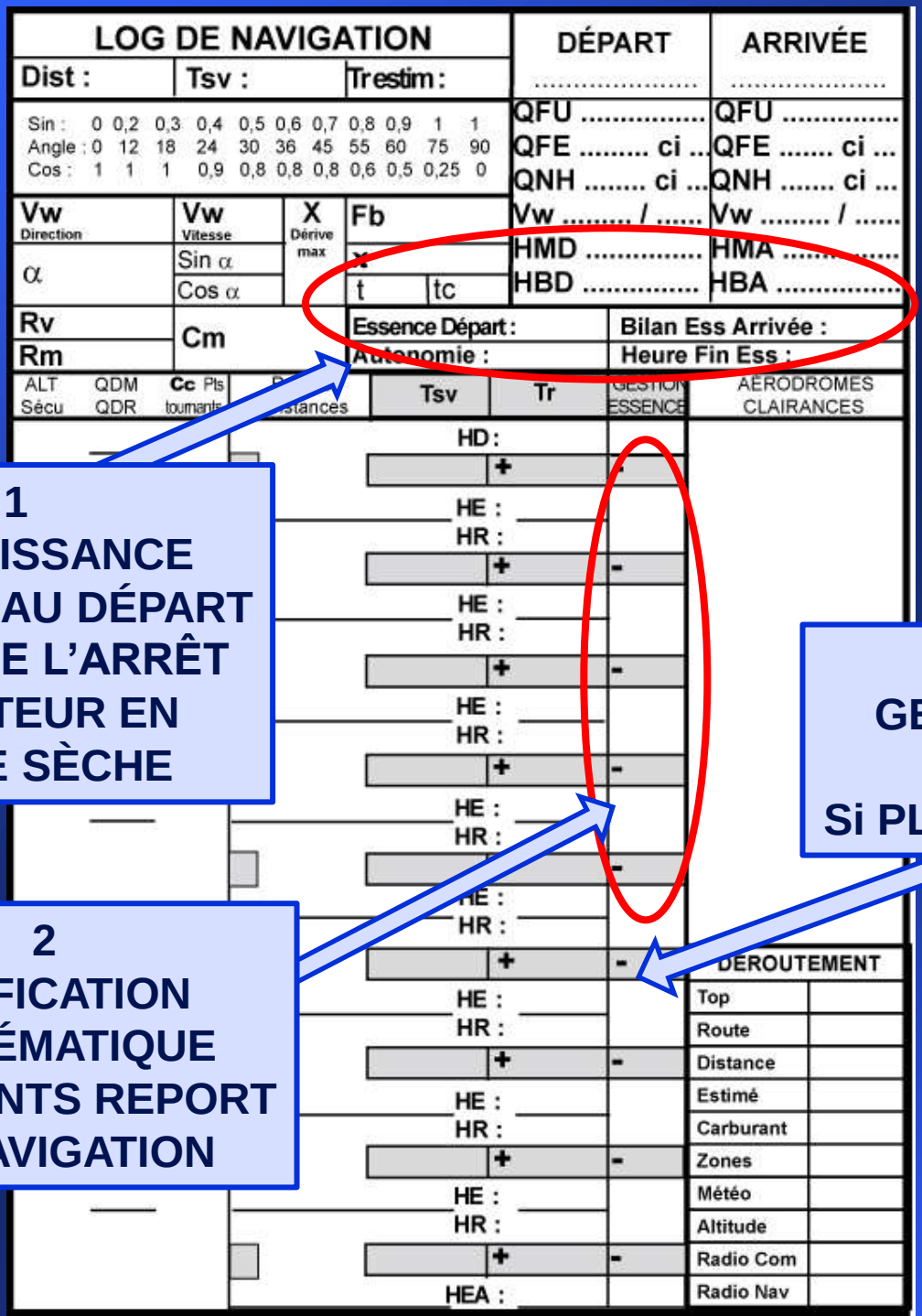
SOLUTION ALTERNATIVE (Rejoindre autre aérodrome ou utilisation de la seconde piste si aérodrome équipé)
<u>Exemple pour Rennes :</u>
si 10/28 impraticable, possibilité d'utiliser la 14/32
donc pas d'essence supplémentaire pour cet item.

QUANTITÉ DE CARBURANT UTILISABLE :
197 L (Capacité) – 15 L (impompables) = 182 L

SI DEVIS DE MASSE ET DIAGRAMME DE CENTRAGE ACCEPTENT LES PLEINS,
MARGE ACCEPTABLE DE SÉCURITÉ = 182 L – 117 L = 65 L

CARBURANT ET SECURITE DES VOLS





1
CONNAISSANCE ESSENCE AU DÉPART HEURE DE L'ARRÊT DU MOTEUR EN PANNE SÈCHE

2
VÉRIFICATION SYSTÉMATIQUE AUX POINTS REPORT DE NAVIGATION

3
GESTION CARBURANT EQUILIBRAGE
Si PLUSIEURS RESERVOIRS

Sécurité des vols

OPÉRATION ZÉRO PANNE D'ESSENCE

SIMPLIFICATION DE LA GESTION CARBURANT
CONNAISSANCE CONTINUE DU BILAN

	HEURE	GAUCHE	VANNE	DROITE
Prévol : au parking	14 H 00	85	←	80
Check bilan essence	14 H 20	75	→	80
Check bilan essence	14 H 50	75	←	65
Check bilan essence	15 H 10	65	→	65
Check bilan essence	15 H 30	65	←	55
Check bilan essence	16 H 00	50	→	55

Consommation pour l'exemple : 30 l / H

Sécurité des vols

OBJECTIF ZÉRO PANNE D'ESSENCE

CHECK CARBURANT « EN VOL »

GESTION DU VOL

- Suivi du carburant à chaque point caractéristique
- Connaissance précise
  - du carburant restant et
  - de l'heure d'arrêt moteur quand le réservoir sera vide
- Sélection méthodique des réservoirs

REPLANIFICATION DU VOL

- Choix de l'aérodrome de déroutement
- Nouveau bilan carburant et contrôle de la faisabilité

EN CAS DE SITUATION CRITIQUE

- **PASSER DE L'OBSTINATION À LA RAISON**
- **DÉCISION D'INTERROMPRE LE VOL AVANT PANNE SÈCHE**
- **PROCÉDURES D'ATTERRISSAGE DE PRÉCAUTION AVEC IVV**

Sécurité des vols

OPÉRATION ZÉRO PANNE D'ESSENCE

IDENTIFICATION DES CAUSES

- **Préparation du vol incomplète ou erronée** (75 % des cas au moins).
  - Données météorologiques (vent, phénomènes dangereux…)
  - Consultation des Notams, accessibilité de l'aérodrome de destination, …
  - Bilan carburant calculé au plus juste,
  - Méconnaissance de la machine utilisée (conso, richesse, limitations, …)
  - Possibilités d'avitaillement (infrastructure, paiement, horaires, …)

- **Défaillances survenant lors de la mise en oeuvre de l'avion**
  - Représentation erronée de la situation (réalité des pleins aléatoire, …)
  - Interprétation tendancieuse des conditions météorologiques
  - Confusion sur les unités (km/h et Kt, Litres et Gallons, Mètres et Feet)
  - Pressions temporelle, identitaire, managériale et enjeux économiques.

- **Défaillances concernant le déroulement du vol**
  - Sélection réservoirs non effectuée
  - Suivi du bilan essence inconnu
  - Inaction face aux impondérables et à une situation non programmée.

Sécurité des vols

AUTRES RECOMMANDATIONS

Le calcul de la QMS dans certaines circonstances, ne garantit pas toujours la sécurité

- **Lors de la pré-vol :**
  - **Contrôlez visuellement (si possible) la quantité de carburant présente dans les réservoirs et**
  - **Vérifiez cohérence entre niveaux, jaugeurs et carnet de route.**
- **A la mise en route du moteur, notez l'heure et**
  - **Calculez l'heure à laquelle le moteur risque de s'arrêter faute de carburant utilisable (fin d'autonomie sans réserve et impompables).**
- **Gestion méthodique du carburant et connaissance fréquente des quantités restantes).**
- **Si la masse le permet, embarquez du carburant supplémentaire (en plus du carburant réglementaire et de la solution alternative : LA MARGE).**

Sécurité des vols

EN GUISE DE CONCLUSION

Préparation du vol

CARBURANT MINI RÉGLEMENTAIRE

Délestage	Éléments de route	Réserve réglementaire	Solution alternative	Marge de sécurité

AUTONOMIE

Gestion du vol

AUTONOMIE

DURÉE MAX DU VOL — 15 mn

Sécurité des vols

EN GUISE DE CONCLUSION

Panne Sèche, cela n'arrive pas toujours aux autres
En voiture c'est désagréable,
En avion, cela peut être FATAL.

- En aviation de loisir, chaque année, dix à douze accidents d'avion, en moyenne, sont imputables aux pannes d'essence, principalement par défaut de préparation des vols ou par négligence.
- Casser un avion, provoquer des blessures, voire pire encore pour ne pas avoir vérifié le carburant avant de partir doit faire réfléchir tout pilote responsable de la sécurité de ses passagers.

Ne prenez jamais ce risque !!!


Merci
de votre attention