

COURS THÉORIQUES LAPL - PPL

CARBURANT

RÈGLES D'EMPORT - GESTION - BILAN

SERA 2010 (b) – AIR OPS NCO.OP.125 et NCO.OP.185



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'export de carburant



Règlements de l'OACI

Annexe 2

(Règles de l'Air)

Annexe 6 – Part II

Exploitation des Aéronefs en
Aviation Générale



Règlements européens (EASA) :

- Règlement 923/2012 « SERA »
(Règles de l'Air européennes)
- Règlement 965/2012 « AIR OPS »
(Exigences techniques et
Procédures administratives
applicables aux opérations aériennes)





Règles d'emport de carburant



Règlement Union européenne n°965/2012 du 05 octobre 2012 (AIROPS Part NCO)

LE TEXTE , RIEN QUE LE TEXTE

CAS N°1 : VOLS DE JOUR EN VUE DE L'AÉRODROME

NCO.OP.125 Carburant et lubrifiant — avions

- a) Le pilote commandant de bord commence uniquement un vol si l'avion contient suffisamment de carburant et de lubrifiant pour ce qui suit :
- 1) pour les vols à règles de navigation à vue (VFR) :
 - i) 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 ;
 - iii) de nuit, voler en direction de l'aérodrome d'atterrissage prévu, puis voler pendant au moins 45 minutes à l'altitude de croisière normale;
- b) En calculant la quantité de carburant nécessaire, y compris une réserve de carburant pour parer à toute éventualité, les éléments suivants sont pris en compte :
- 1) conditions météorologiques prévues;
 - 2) routes ATC prévues et retards dans le trafic;
 - 4) toute autre situation susceptible de retarder l'atterrissage de l'avion ou d'augmenter la consommation de carburant et/ou de lubrifiant.



Règles d'emport de carburant



Vol local avec décollage et atterrissage sur même aéroport et en vue de l'aéroport

Tout vol local en vue de l'AD

Procédures
DÉPART



Durée
estimée
du vol local



Procédures
ARRIVÉE



Marge
Sécurité
(trafic, ATC,...)



Mini 10 mn
ESSENCE
VFR / JOUR

Mini 45 mn
ESSENCE
VFR / NUIT

DE JOUR SE POSER AVEC UN MINIMUM DE L'ÉQUIVALENT ESSENCE DE 10 mn DE VOL
DE NUIT SE POSER AVEC UN MINIMUM DE L'ÉQUIVALENT ESSENCE DE 45 mn DE VOL



Règles d'emport de carburant



Règlement Union européenne n°965/2012 du 05 octobre 2012 (AIROPS Part NCO)

LE TEXTE , RIEN QUE LE TEXTE

CAS N°2 : VOLS AU DELA DES ABORDS D'UN AÉRODROME ET VOYAGE

NCO.OP.125 Carburant et lubrifiant — avions

- a) Le pilote commandant de bord commence uniquement un vol si l'avion contient suffisamment de carburant et de lubrifiant pour ce qui suit :
- 1) pour les vols à règles de navigation à vue (VFR) :
 - ii) **de jour**, voler en direction de l'aérodrome d'atterrissage prévu,
puis voler pendant au moins 30 minutes à l'altitude de croisière normale ;
 - iii) **de nuit**, voler en direction de l'aérodrome d'atterrissage prévu,
puis voler pendant au moins 45 minutes à l'altitude de croisière normale ;
- b) En calculant la quantité de carburant nécessaire, y compris une réserve de carburant pour parer à toute éventualité, les éléments suivants sont pris en compte :
- 1) conditions météorologiques prévues;
 - 2) routes ATC prévues et retards dans le trafic;
 - 4) toute autre situation susceptible de retarder l'atterrissage de l'avion ou d'augmenter la consommation de carburant et/ou de lubrifiant.



Règles d'emport de carburant



Règlement Union européenne n°923/2012 du 26 septembre 2012 (Règles de l'Air)

SERA.2010 (b) Action préliminaire au vol

Avant d'entreprendre un vol, le pilote ...

Pour les vols au-delà des abords d'un aérodrome et pour tous les vols IFR, 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'un plan de diversion pour le cas où le vol ne pourrait pas se dérouler comme prévu.

DÉFINITIONS DES ÉLÉMENTS DE CALCUL DU CARBURANT

DÉLESTAGE

Mise en oeuvre, Roulage
Essai moteur, Procédures départ

Temps de vol sans Vent

Procédures arrivée
Roulage

ÉFFETS DU VENT
CONNU SUR TEMPS DE VOL

Effet du vent connu
sur temps de vol sans vent en fonction
du dernier message "WITEM"

PLAN DE DIVERSION

Possibilité de rejoindre un autre aéroport
Si aéroport prévu inaccessible.

MARGE
DE SÉCURITÉ

Complément d'essence à prévoir pour parer
à toute éventualité (météo, routes ATC non prévues,
évitement zone, retards dans le trafic et toute autre
situation susceptible de retarder l'atterrissage).

RÉSERVE
RÉGLEMENTAIRE

Jour : 30 mn au régime économique
Nuit : 45 mn au régime économique.

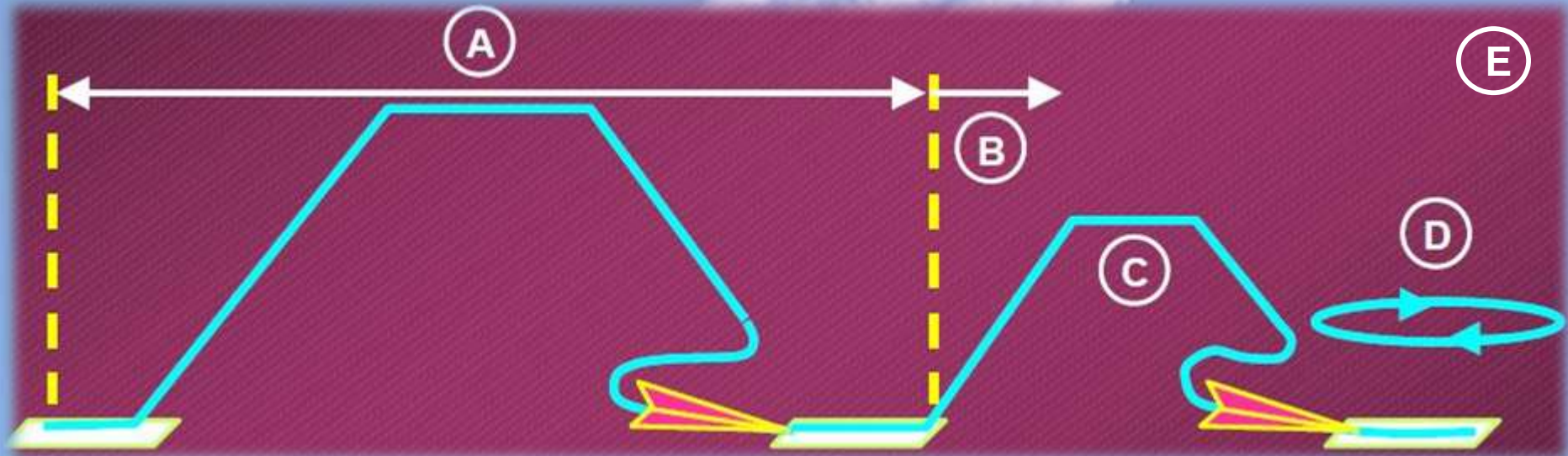
LA QUANTITE D'ESSENCE A EMPORTER AVANT TOUT VOL
DOIT ÊTRE LA SOMME DE CES ÉLÉMENTS PLUS LES FONDS DE RÉSERVOIR



Règles d'emport de carburant



ÉLÉMENTS INTERVENANT DANS LE CALCUL DU CARBURANT EN NAVIGATION VFR



- A : LE DÉLESTAGE Y COMPRIS LES PROCÉDURES DE DÉPART ET ARRIVÉE
- B : LES EFFETS DU VENT CONNU SUR LE TRAJET
- C : LE PLAN DE DIVERSION (SI AÉRODROME PRÉVU NON ACCESSIBLE)
- D : LA MARGE DE SÉCURITÉ POUR ALÉAS (TRAFIC, ZONES, ATC,...)
- E : RÉSERVE RÉGLEMENTAIRE DE 30 mn DE JOUR OU 45 mn DE NUIT



Règles d'emport de carburant



DÉTAILS DES ÉLÉMENTS INTERVENANT DANS LE CALCUL DU CARBURANT

LE DÉLESTAGE

Délestage

Effets du
vent sur
temps de vol

Réserve
réglementaire

Procédures
de départ

Conso
d'étape
sans vent
à puissance
et altitude
définies

Procédures
d'arrivée

Bloc - Bloc





Règles d'emport de carburant



PRÉCISIONS SUR ÉLÉMENTS DE BASE POUR PRÉPARATION DU CALCUL CARBURANT

LE DÉLESTAGE

Délestage

Effets du
vent connu
sur temps
sans vent

Réserve
réglementaire

Mise en oeuvre,
Roulage,
Essai moteur,
Procédures départ
(par convention, on
estime à 10 mn en
temps, mais vu que le
fonctionnement du
moteur dans ces 10
mn est quasiment
au ralenti, sa
consommation est
l'équivalent de 5 mn
au régime de
croisière).

Procédures arrivée,
Roulage,
Parking.
(Même remarque
qu'au départ, 10
mn en temps mais
équivalent de 5 mn
au régime normal).

ÉLÉMENTS POUR CALCUL DU DÉLESTAGE



NE PAS PRENDRE CETTE SEULE DISTANCE COMME LE DÉLESTAGE



Règles d'emport de carburant



DÉTAILS DES ÉLÉMENTS INTERVENANT DANS LE CALCUL DU CARBURANT

LES EFFETS DU VENT

Délestage

Effets du
vent connu
sur temps
sans vent

Réserve
réglementaire

±
Correction
du vent

Application du NCO.OP.125 (b)

Les conséquences du vent (direction et vitesse) sur le temps de vol sans vent prennent l'appellation de vent effectif.

Le Vent effectif (V_e) augmente ou diminue la vitesse par rapport au sol et donc le temps de vol.

$$V_e = V_w \cdot \cos \alpha^\circ \quad (\alpha = \text{angle au vent}).$$

La V réelle = $V_{\text{vraie}} \pm V_e$ d'où l'on tire le temps réel du vol. $T_r = D \cdot (60 / V_r)$

Autre solution par calcul classique des « t » et « tc »

$t = X \cdot \cos \alpha^\circ$, le tableau donne le temps compensé « tc » dont l'unité est la seconde par mn de vol
d'où $T_r = T_{sv} \pm (T_{sv} \cdot t_c) / 60$



Règles d'emport de carburant



DÉTAILS DES ÉLÉMENTS INTERVENANT DANS LE CALCUL DU CARBURANT

LES EFFETS DU VENT

Délestage

Effets du vent connu sur temps sans vent

Réserve réglementaire

±
Correction du vent

Soit autre solution : estimation par tableaux suivants.
Temps avec vent : Ajouter ou retrancher au temps sans vent

(cas le plus défavorable face au vent à gauche)
(cas le plus favorable vent arrière à droite).

Vp	Vitesse du vent effectif de face		
	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 %

Vp	Vitesse du vent effectif arrière		
	10 kt	20 kt	30 kt
80 kt	- 11 %	- 20 %	- 27 %
90 kt	- 10 %	- 18 %	- 25 %
100 kt	- 9 %	- 16 %	- 23 %
110 kt	- 8 %	- 15 %	- 22 %
120 kt	- 7 %	- 14 %	- 21 %
130 kt	- 6 %	- 13 %	- 20 %



Règles d'emport de carburant



DÉTAILS DES ÉLÉMENTS INTERVENANT DANS LE CALCUL DU CARBURANT

LA RÉSERVE

Délestage

Effets du
vent
sur temps
sans vent

Réserve
réglementaire

30 mn
VFR de jour

45 mn
VFR nuit





Règles d'emport de carburant



DÉTAILS DES ÉLÉMENTS INTERVENANT DANS LE CALCUL DU CARBURANT

SÉCURITÉ : LES MARGES

Délestage
sans vent

+

Effet du vent
connu sur
temps de vol
sans vent

+

Marges
Sécurité
(trafic, ATC,...)

+

Plan de
diversion

+

Réserve
réglementaire
30 mn de jour
45 mn de nuit

Les « MARGES DE SÉCURITÉ »

représentent la quantité de carburant nécessaire pour parer à toute éventualité pouvant survenir lors d'un voyage (météo, trafic, contournement, zones, clairance ATC, ...).

Application du NCO.OP.125 (b)



Règles d'emport de carburant



DÉTAILS DES ÉLÉMENTS INTERVENANT DANS LE CALCUL DU CARBURANT

SÉCURITÉ : LES MARGES

Délestage
sans vent

+

Effet du vent
connu sur
temps de vol
sans vent

+

Marges
Sécurité
(trafic, ATC,...)

+

Plan de
diversion

+

Réserve
réglementaire
30 mn de jour
45 mn de nuit



Le « Plan de diversion »
est la possibilité de pouvoir
rejoindre un autre aérodrome au
cas où celui qui était prévu ne
serait pas accessible (SERA 2010).



Règles d'emport de carburant



R
É
C
A
P
I
T
U
L
A
T
I
F

CIRCUIT D'AÉRODROME OU EN LOCAL MAIS EN VUE

Tout vol local en vue de l'AD

Procédures
DÉPART

Durée
estimée
du vol local

Procédures
ARRIVÉE

Marge
Sécurité
(trafic, ATC,...)

Mini 10 mn
ESSENCE
VFR / JOUR

Mini 45 mn
ESSENCE
VFR / NUIT

HORS CIRCUIT D'AÉRODROME (local ou voyage)

Tout vol en voyage

Délestage
sans vent

Effet du vent
connu sur
temps de vol
sans vent

Marge
Sécurité
(trafic, ATC,...)

Plan de
diversion

Réserve
réglementaire
30 mn de jour
45 mn de nuit



Règles d'emport de carburant



« Pour atteindre la destination prévue... »

Éléments fluctuant dans le calcul du carburant :

- ✦ Mise en œuvre, réchauffage moteur ;
- ✦ Roulage et Essai moteur ;
- ✦ Montée et prise de cap ;
- ✦ Impondérables météo ;
- ✦ Clairances (transit, contournement, ...)
- ✦ Choix du type de croisière (rapide, économique)
- ✦ Types de descente (W_{cte} , V_{cte} , réduit) ;
- ✦ Procédures d'arrivée ;
- ✦ Roulage parking.



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

L'application stricte de cette nouvelle procédure de calcul, si elle nous permet une certaine sérénité avant départ, ne doit pas soustraire le pilote de la gestion permanente du carburant et de l'analyse du bilan carburant en vol



Règles d'emport de carburant



AUTRES TEXTES RÉGLEMENTAIRES

GESTION EN VOL DU CARBURANT (NCO.OP.185)

Le pilote commandant de bord
vérifie à intervalles réguliers
que la quantité de carburant utilisable
n'est pas inférieure au carburant
pour poursuivre le vol,
le carburant de réserve prévu restant étant conforme
aux points NCO.OP.125, NCO.OP.126 et NCO.OP.127,
pour atteindre un site d'exploitation ou un aérodrome
accessible selon le temps.





Règles d'emport de carburant



AVITAILLEMENT, RÉSERVES DE CARBURANT ET LUBRIFIANT

DEUX IMPÉRATIFS AU DÉPART



**CONFORMITÉ AVEC
LA RÉGLEMENTATION
DONC**

**Quantité minimum au
départ compte tenu des
prévisions MTO +
Réserves réglementaires**



**ASSURER
FAISABILITÉ ET
SÉCURITÉ EN VOYAGE**

**Quantité ci-contre +
Plan de diversion +
Marges de sécurité**



Règles d'emport de carburant



AVITAILLEMENT, RÉSERVES DE CARBURANT ET LUBRIFIANT

CONCRÈTEMENT, 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 se dérouter sans les renseignements opérationnels nécessaires ;***

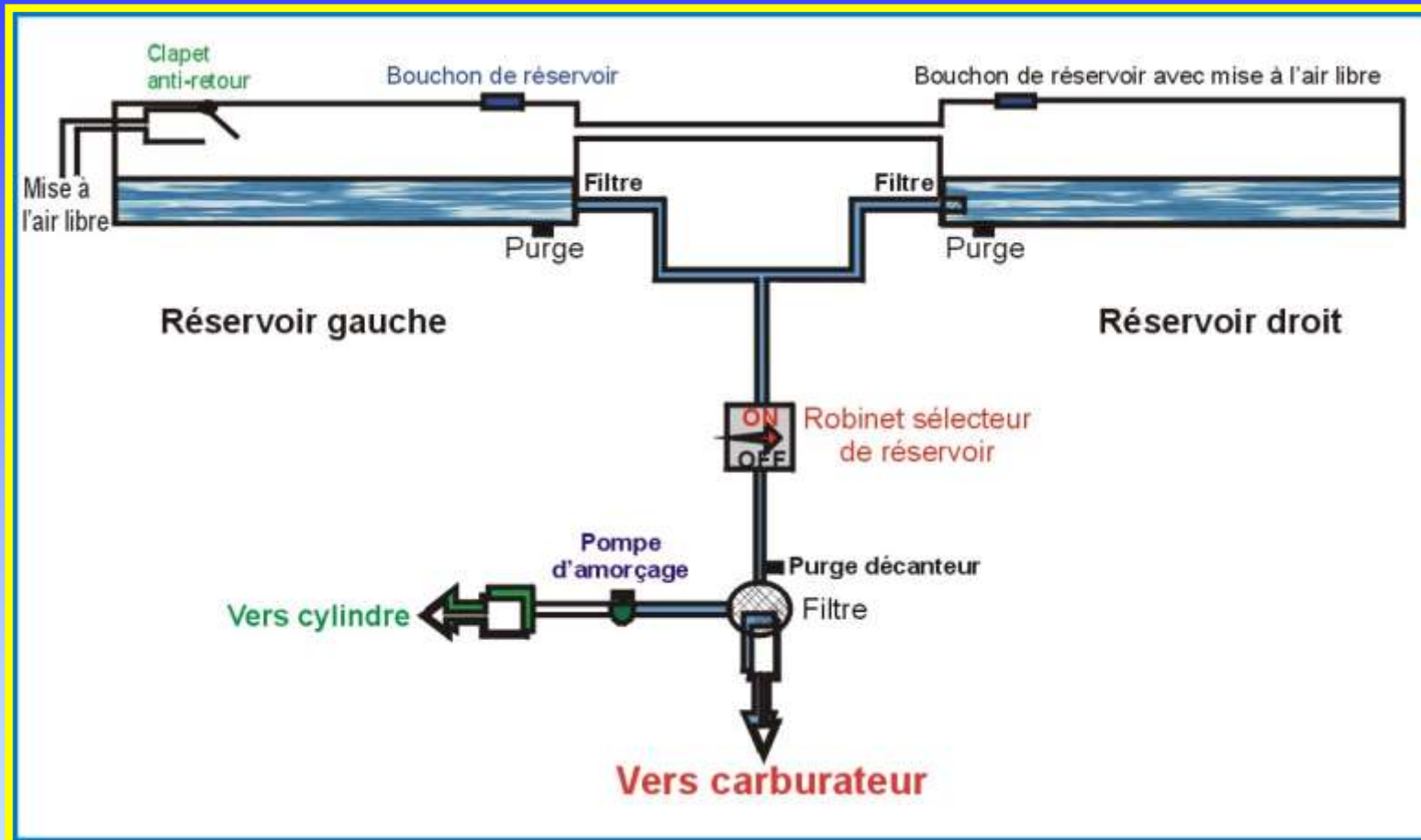


- ***Il ne se déclare pas en « Niveau essence minimum » (minimum fuel) avec une quantité inférieure à la réserve finale réglementaire à l'arrivée.***

CIRCUIT CARBURANT ET IMPERFECTIONS



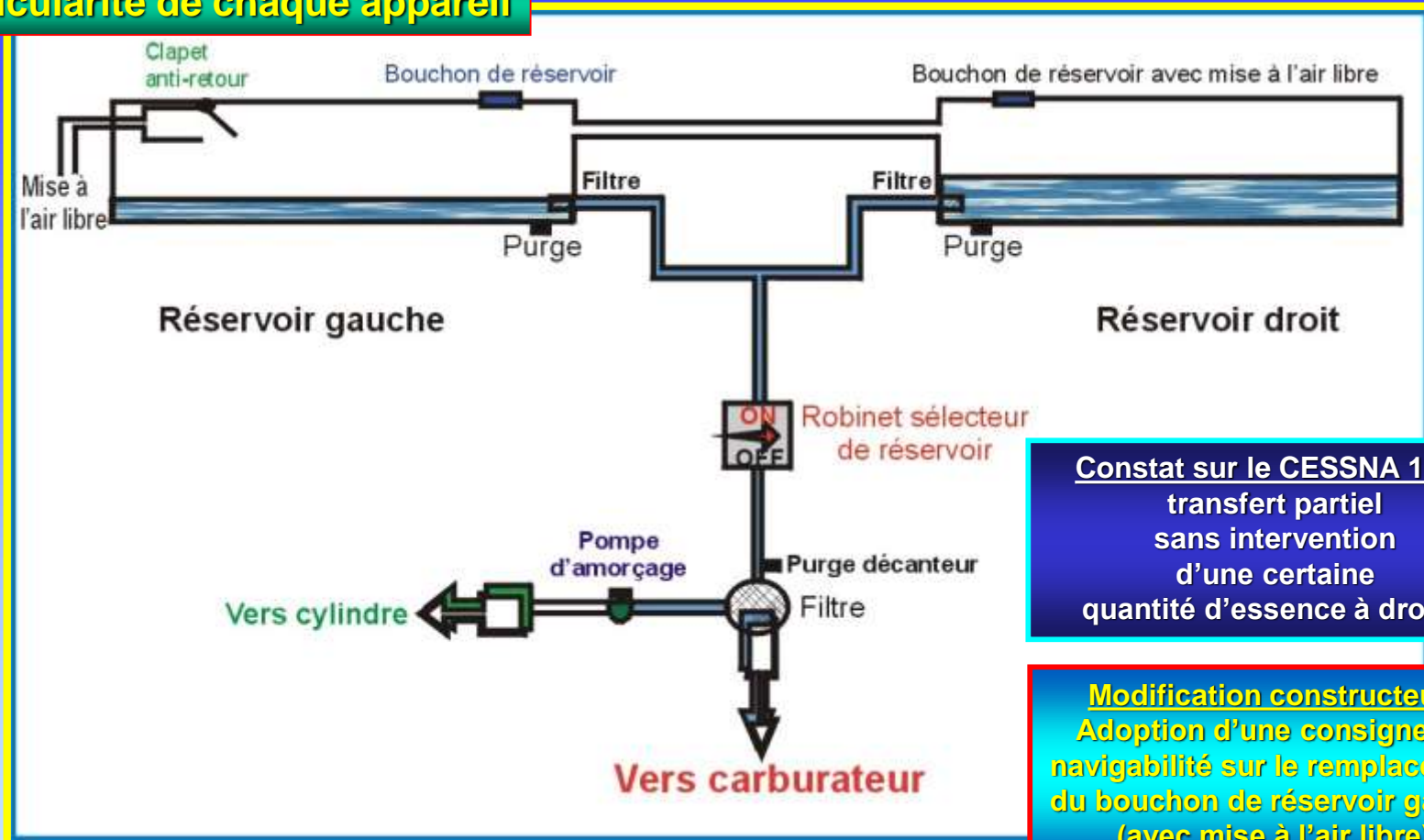
SCHÉMA DU CIRCUIT CARBURANT



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

DISSYMMÉTRIE 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

TYPES DE RÉSERVOIR ET FONDS DE RÉSERVOIR

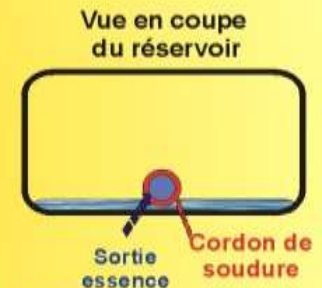
Réservoir standard de 49 l



QUANTITÉ INUTILISABLE THÉORIQUE (MANUEL DE VOL) = 13 LITRES
SOIT PAR RÉSERVOIR $13 \text{ LITRES} / 2 = 6,5 \text{ LITRES}$

ATTENTION A LA CAPACITÉ DES RÉSERVOIRS

Réservoir Long Range de 72 l



QUANTITÉ INUTILISABLE THÉORIQUE (MANUEL DE VOL) = 11,5 LITRES
SOIT PAR RÉSERVOIR $11,5 \text{ LITRES} / 2 = 5,75 \text{ LITRES}$

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 rarement.
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.



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



LES PIÈGES DU CALCUL DU CARBURANT





Règles d'export 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 ?





Règles d'export 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



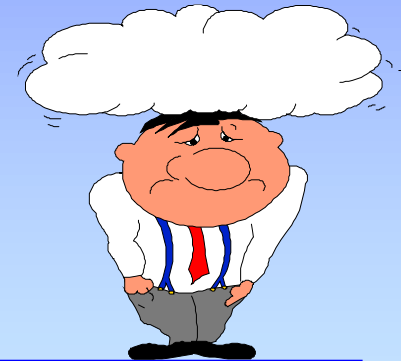
Règles d'export de carburant

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...**



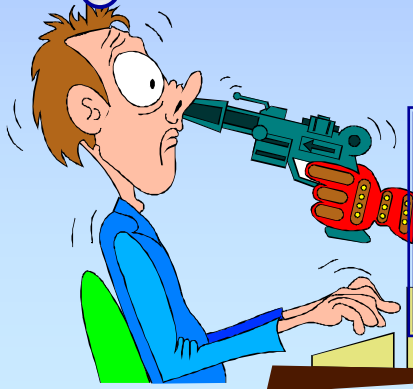
Règles d'export de carburant

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**



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 + 5 mn + 5 mn = 3 H 30

soit **3,50 H**

Essence au départ : 112 litres

Niveau de vol : 45

* Puissance 2600 t/mn = 74%

MÉTHODE GLOBALE DE CALCUL

- Fonctionnement moteur = Procédures départ (5 mn) + Temps réel du voyage avec vent connu + Procédures arrivée (5 mn).
- Réserves réglementaires = 30 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 3,5 =)	77,00 l
Fonds de réservoir	11,50 l
Réserve réglementaire (22 L/H x 0,5 =)	11,00 l
Procédures départ et arrivée intégrées	

Total : 99,50 l



* Choix de croisière rapide à 74% de la puissance max pour facilité (point direct sur courbe).



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 avec vent connu
- Temps de montée et consommation donnés par Manuel de vol.
- Procédures départ et procédures arrivée = 3 litres chacune (Manuel de vol).
- Réserves réglementaires = 30 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 0,5 =)	11,00 l
Procédures départ et arrivée (3 l x 2 =)	6,00 l

Total : 99,06 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 DOIT 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
préciser PC pour pleins complets ou PP pour pleins partiels
- 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.**

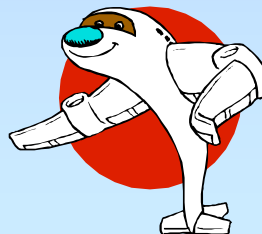


Règles d'emport de carburant

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 ...)
majoration ou diminution par calcul des Vs vraies, des « t » et « tc » ou en fonction du tableau de % de temps en plus ou en moins.
- La réserve réglementaire de sécurité (30 mn de jour, 45 mn de nuit).
- La prise en compte d'un plan de diversion pour l'arrivée et d'un « plan B » en tous points de la nav pour ralliement vers un terrain accessible.
- L'emport d'une quantité d'essence assurant une marge acceptable de sécurité (les impondérables sont inconnus donc prendre 15 mn au minimum).
- Les fonds de réservoir (essence non utilisable = les impompables).



CALCUL DU CARBURANT NÉCESSAIRE AU VOYAGE



Rappel des éléments basiques de navigation

- Triangle des vitesses
- Éléments de calcul mental
- Quatre méthodes de calcul de la dérive et du temps de vol
- Exemple pratique de calcul du carburant



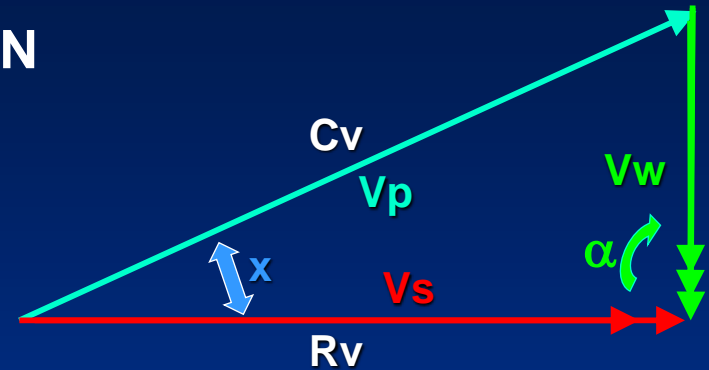
LE TRIANGLE DES VITESSES

CALCUL DES ÉLÉMENTS DE NAVIGATION

Vent perpendiculaire à la Route

$$X = Vw \cdot Fb \quad Cv = Rv - X$$

Dérive est max et Vs légèrement inférieure à Vp
Constat vitesse : Vs et Vp proches

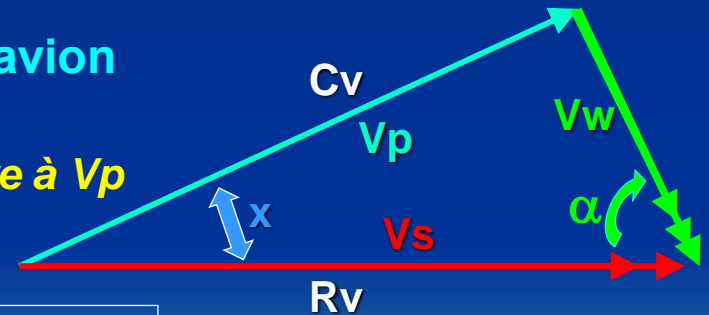


$$\sin x^\circ = Vw / Vp \quad \text{Pour angle} < 15^\circ, \sin x^\circ = x^\circ / 60, \text{ comme } Vp = 60 / Fb$$
$$x^\circ / 60 = Vw / (60 / Fb), x = 60 Vw Fb / 60 \text{ D'où } x = Vw \cdot Fb$$

Vent perpendiculaire à l'axe longitudinal de l'avion

$$X = Vw \cdot Fb \quad Cv = Rv - X$$

Dérive presque au max et Vs légèrement supérieure à Vp
Constat vitesse : Vs et Vp proches



$$\text{tg } x^\circ = Vw / Vp \quad \text{Pour angle} < 15^\circ, \text{tg } x^\circ = x^\circ / 60, \text{ comme } Vp = 60 / Fb$$
$$x^\circ / 60 = Vw / (60 / Fb), x^\circ = 60 Vw \cdot Fb / 60 \text{ D'où } x^\circ = Vw \cdot Fb$$

$$\text{DÉRIVE MAX}$$
$$X^\circ = Vw \cdot Fb$$

Rappel sur direction du vent :

- en direction vrai par rapport au Nv dans les documents météorologiques ;
- en direction magnétique par rapport au Nm dans clearance et messages de la CA.



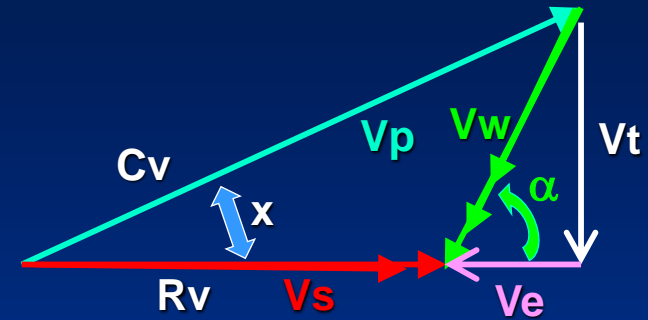
LE TRIANGLE DES VITESSES

CALCUL DES ÉLÉMENTS DE NAVIGATION

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

- un équivalent vitesse VENT TRAVERSIER (V_t) perpendiculaire à la R_v ;

- un équivalent vitesse VENT EFFECTIF (V_e) parallèle à la R_v s'ajoutant ou se retranchant à la vitesse sol .



Vent effectif (V_e)

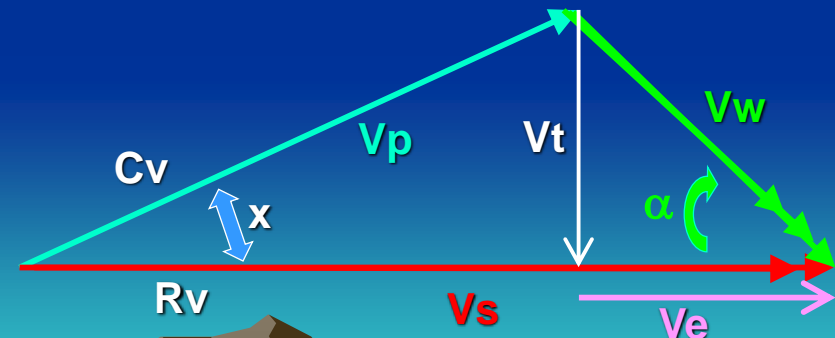
$V_e = V_w \cdot \cos \alpha$ et $V_s = V_p - V_e$ (si vent secteur avant)
 ou $V_s = V_p + V_e$ (si vent secteur arrière).

Le calcul du vent effectif permet donc de connaître :

- La valeur de la vitesse air
- Le temps du voyage.

Vent traversier (V_t)

$V_t = V_w \cdot \sin \alpha$ mais aussi $V_t = V_p \cdot \sin x$
 d'où l'on tire le calcul de la DÉRIVE SUR AXE
 $x^\circ = X^\circ \cdot \sin \alpha$



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



LE TRIANGLE DES VITESSES

CALCUL DÉRIVE SUR AXE (1^{ère} méthode)

Démonstration : $\alpha^\circ = \text{angle au vent} = Rv - Vw$ (direction vent)

$Vt = Vw \cdot \sin \alpha^\circ$, comme $\sin x^\circ = Vt / Vp$

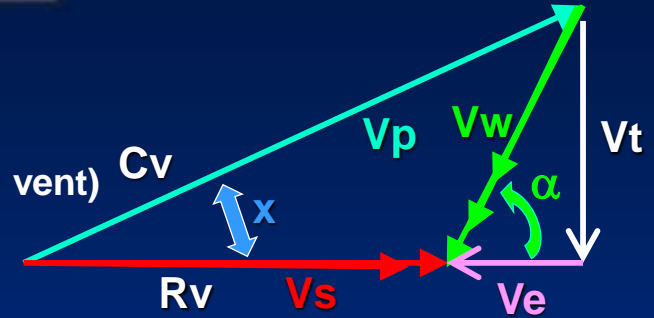
On peut écrire $\sin x^\circ = (Vw \cdot \sin \alpha^\circ) / Vp$

En approximation pour angle $< 15^\circ$, $\sin x^\circ = X^\circ / 60$.

On peut donc écrire : $x^\circ / 60 = Vw \cdot \sin \alpha^\circ / Vp$

Et $x^\circ = Vw \cdot \sin \alpha^\circ \cdot 60 / Vp$; Or $Vp = 60 / Fb$

donc $Vw \cdot \sin \alpha^\circ \cdot 60 \cdot Fb / 60$ et $x^\circ = Vw \cdot Fb \cdot \sin \alpha^\circ$



Comme $X^\circ = Vw \cdot Fb$

DÉRIVE SUR AXE
 $x^\circ = Vw \cdot Fb$

Exemple : Nav Brest – Quimper $Rv = 160^\circ$, $Vp = 100 \text{ Kt}$, $Vw = 300^\circ/20\text{Kt}$

$Fb = 60 / 100 = 0,6$ $X^\circ = Fb \cdot Vw = 0,6 \cdot 20 = 12^\circ$

$\alpha^\circ = 160^\circ - (300^\circ - 180^\circ) = 040^\circ$ $x^\circ = X^\circ \cdot \sin \alpha^\circ = 12^\circ \cdot \sin 40^\circ = 7^\circ$

Dérive vers la gauche donc négative : $x^\circ = -7^\circ$

$Cv = Rv - x^\circ = 160^\circ - (-7^\circ) = 167^\circ$.

Exemple Atterrissage en piste 28 : En finale TWR annonce $Vw = 310^\circ/25 \text{ Kt}$

Limite vent de travers pour Cessna 172 = 15 Kt

Angle au vent à l'atterrissage, $\alpha^\circ = 310^\circ - 280^\circ = 30^\circ$

Vent traversier = $Vw \cdot \sin \alpha^\circ = 25\text{Kt} \cdot \sin 30^\circ = 25 \cdot 0,5 = 12,5 \text{ Kt}$

Limitation non franchie donc atterrissage dans les normes





LE TRIANGLE DES VITESSES

CALCUL DU TEMPS DE VOYAGE (1^{ère} méthode)

Démonstration Effet du vent :

$V_e = V_w \cdot \cos \alpha^\circ$ et distance équivalente : $d = T_{sv} \cdot V_e$

donc t pour parcourir cette distance est : d / V_p

soit $t = (T_{sv} \cdot V_e) / V_p$.

t est exprimé en minutes par heure de vol ou en secondes par minute de vol,

Le facteur correctif approché du temps : $t = X \cdot \cos \alpha^\circ$

TEMPS DE VOL APPROCHÉ

$$T_r = T_{sv} \pm [(T_{sv} \cdot t) / 60]$$

± en fonction de la direction du vent (secteur avant ou arrière)

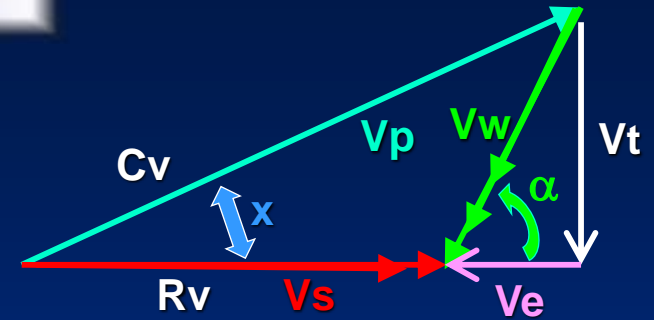
Exemple : Nav Brest – Quimper $RV = 160^\circ$, $D = 28$ Nm,
 $V_p = 100$ Kt, $V_w = 300^\circ/20$ Kt

$$F_b = 60 / 100 = 0,6 \quad X = F_b \cdot V_w = 0,6 \cdot 20 = 12^\circ$$

$$\alpha^\circ = 160^\circ - (300^\circ - 180^\circ) = 040^\circ \quad t = X \cdot \cos \alpha^\circ = 12 \cdot \cos 40^\circ = 9 \text{ s/mn}$$

$$\text{Temps sans vent} = D \cdot F_b = 28 \cdot 0,6 = 16,8 \text{ mn.}$$

$$\text{Temps avec vent : } T_{sv} - (T_{sv} \cdot t) / 60 = 16,8 - (16,8 \cdot 9) / 60 = 13,2 \text{ mn.}$$

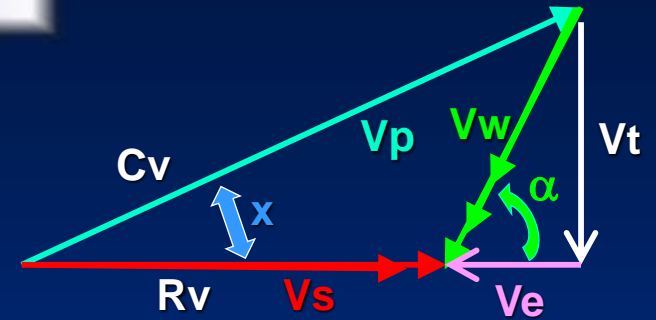




LE TRIANGLE DES VITESSES

CALCUL DU TEMPS DE VOYAGE (1^{ère} méthode)

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



Cette correction s'appelle le temps corrigé : t_c en sec/mn de vol. 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

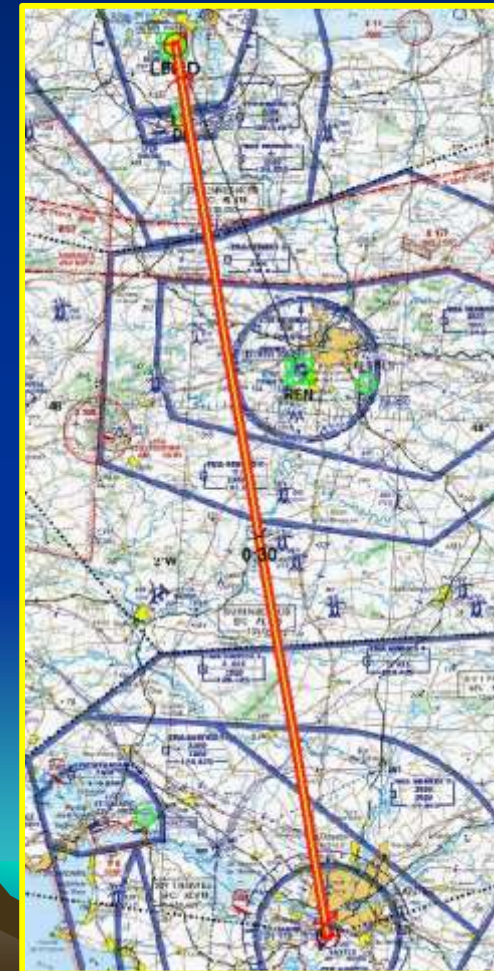
TEMPS DE VOL CORRIGÉ

$$Tr = Tsv \pm [(Tsv \cdot tc) / 60]$$

\pm en fonction de la direction du vent (secteur avant ou arrière)

Exemple : Nav Nantes – Dinard $RV = 350^\circ$, $D = 88$ Nm,
 $Vp = 100$ Kt, $Vw = 320^\circ/25$ Kt

$Fb = 60 / 100 = 0,6$ $X = Fb \cdot Vw = 0,6 \cdot 25 = 15^\circ$ $\alpha^\circ = 360^\circ - 320^\circ = 030^\circ$
 $t = X \cdot \cos \alpha^\circ = 15 \cdot \cos 30^\circ = 15 \cdot 0,8 = 12$ d'où t_c de face = 15 s/mn de vol
 Temps sans vent = $D \cdot Fb = 88 \cdot 0,6 = 53$ mn.
 Temps avec vent : $Tsv + [(Tsv \cdot tc) / 60] = 53 + [(53 \cdot 15) / 60] = 66$ mn.





APPROCHE DES VALEURS TRIGONOMÉTRIQUES (1^{ère} méthode)

SINUS

ANGLES	0° à 9°	10° à 25°	26° à 70°	> 70°
VALEURS	0	$(\alpha^\circ / 100) + 0,1$	$(\alpha^\circ / 100) + 0,2$	1

COSINUS

Ils sont égaux aux sinus de l'angle complémentaire soit = $(90^\circ - \alpha^\circ)$

$$\text{Cos } \alpha^\circ = \text{Sin } 90^\circ - \alpha^\circ \quad \text{Cos } 20^\circ = \text{sin } 90^\circ - 20^\circ = \text{sin } 70^\circ = 0,9$$

$$\text{Cos } 0^\circ = \text{sin } 90^\circ = 1 \quad \text{Cos } 30^\circ = \text{sin } 90^\circ - 30^\circ = \text{sin } 60^\circ = 0,8$$

$$\text{Cos } 90^\circ = \text{sin } 0^\circ = 0 \quad \text{Cos } 50^\circ = \text{sin } 90^\circ - 40^\circ = \text{sin } 50^\circ = 0,7$$

RÉSUMÉ DES FORMULES

$$Fb = 60 / Vp$$

$$X = Vw \cdot Fb$$

$$x = X \cdot \sin \alpha^\circ \quad t = X \cdot \cos \alpha^\circ$$

$$Rv - x = Cv, \quad Cv - Dm = Cm$$

$$Cm - d = Cc$$

$$Tr = Tsv \pm (Tsv \cdot t) / 60$$

Autre moyen mnémotechnique

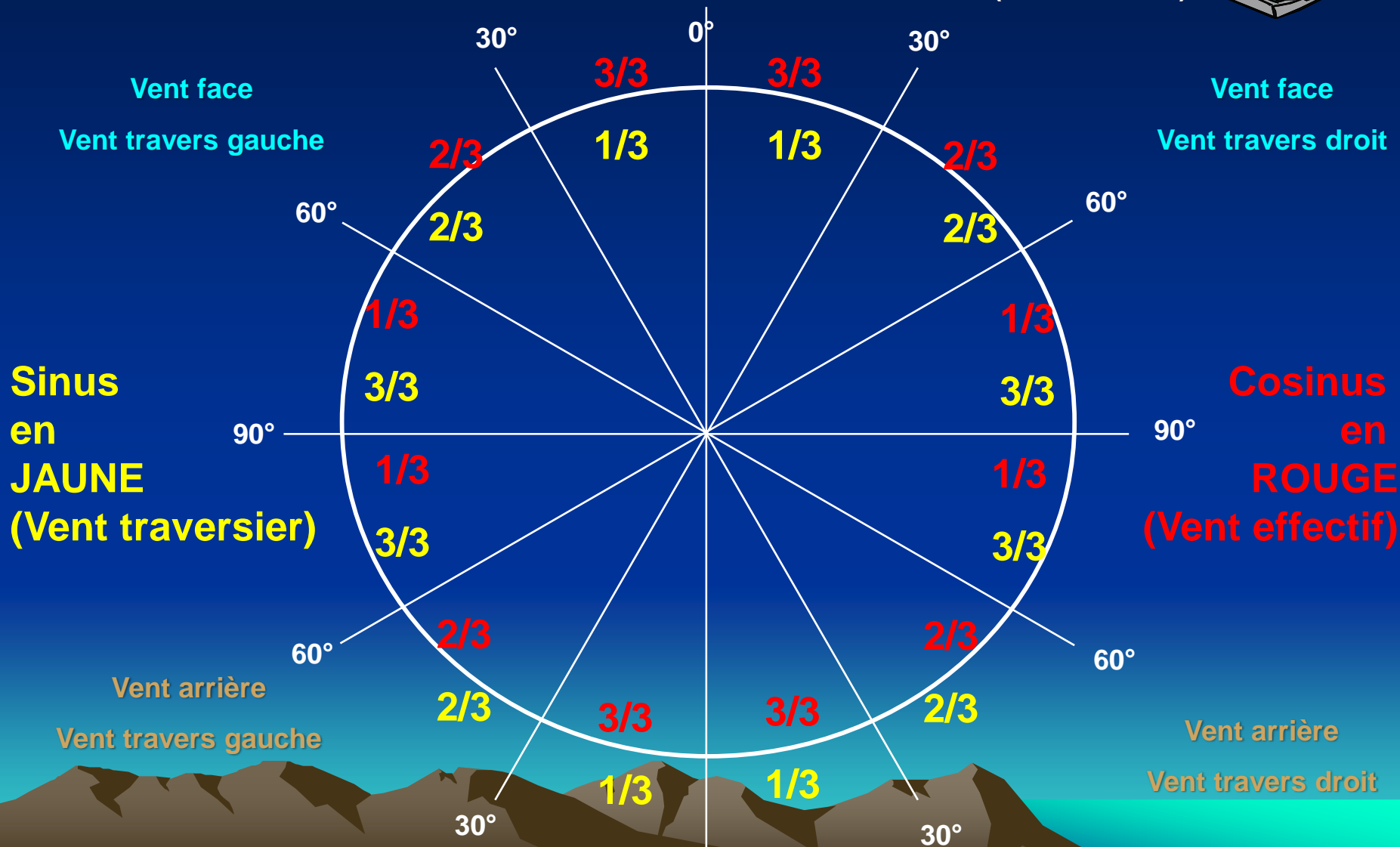
SIN	0°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	90°
	0	1/3	1/2	2/3	3/4	9/10	1	1
COS	90°	70°	60°	50°	40°	30°	20°	0°



ÉLÉMENTS DE CALCUL MENTAL



APPROCHE DES VALEURS TRIGONOMÉTRIQUES (2^{ème} méthode)



Ex : $V_w = 360/20\text{Kt}$. Si $R_v = 020^\circ$, Approche $V_e = 20\text{ Kt}$, Approche $V_t = 20 \times 1/3 = 7\text{ Kt}$.



ÉLÉMENTS DE CALCUL MENTAL

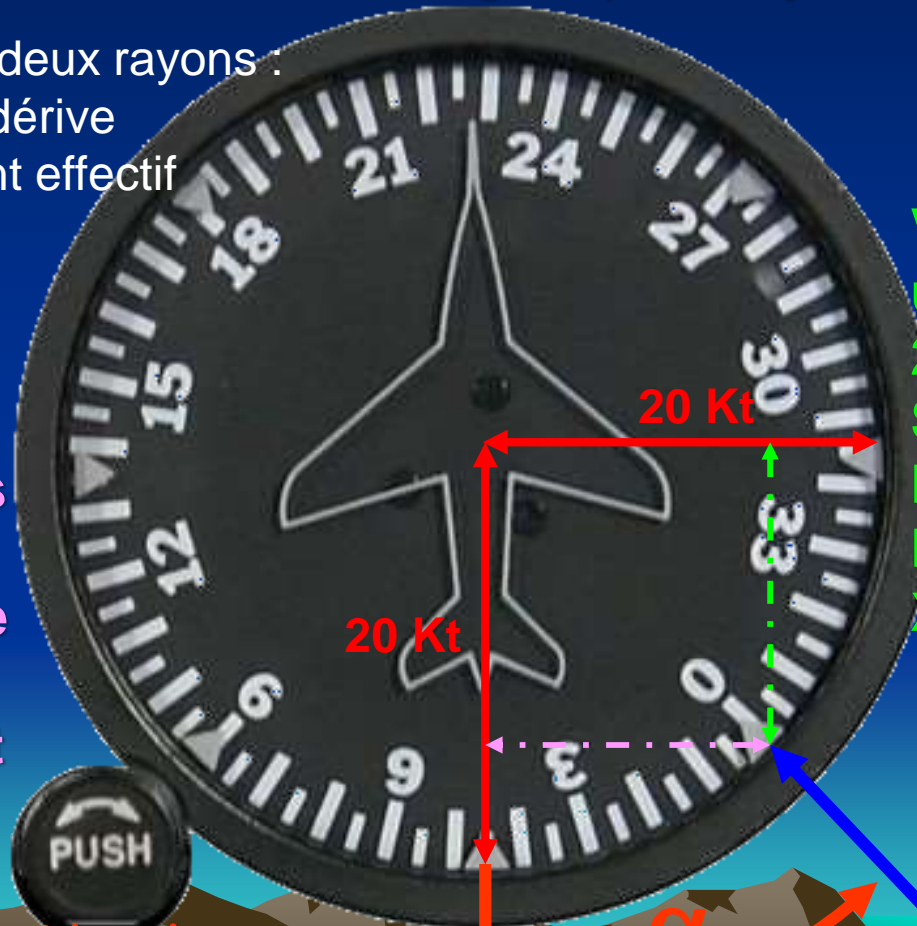


APPROCHE DES VALEURS DE DÉRIVES ET TEMPS (3^{ème} méthode)

Méthode graphique par matérialisation du vent sur conservateur de cap
Cap au 228°. Vent du Nord 20 Kt, on imagine que le rayon du cadran vaut 20 Kt

Report visuel sur les deux rayons :

- Horizontal donne dérive
- Vertical donne Vent effectif



Vent traversier (Vt)
un peu plus des
2/3 donc 14 Kt.

Si V_p 100 Kt,
 $F_b = 0,6$
Dérive = $F_b \cdot V_w$
 $X = 0,6 \cdot 20 = 12^\circ$

Le vent est
du Nord
Vitesse = 20 Kt

L'angle au vent
est de 45°

α

Vent effectif (Ve)
environ un peu plus
des 2/3 soit 14 Kt
Le vent étant arrière
la vitesse sol sera
augmentée de 14 Kt



ÉLÉMENTS DE CALCUL MENTAL



APPROCHE DES VALEURS DE DÉRIVES ET TEMPS (3^{ème} méthode)

Méthode graphique par matérialisation du vent
 Sur conservateur de cap.
 Cap de l'avion au 225°.
 Vw du 255° / 30 Kt.
 Le rayon du cadran vaut 30 Kt

Vent effectif (Ve)
 environ 5/6 du rayon
 soit 25 Kt.
 Le vent effectif étant
 de face, la vitesse sol
 sera diminuée de 25 Kt.



L'angle au vent
 est de 30°

Vent traversier (Vt)
 la moitié du rayon
 donc 15 Kt.
 Si $V_p = 120$,
 $F_b = 0,5$
 $X = F_b \cdot V_w$
 $X = 0,5 \cdot 15 = 7,5^\circ$

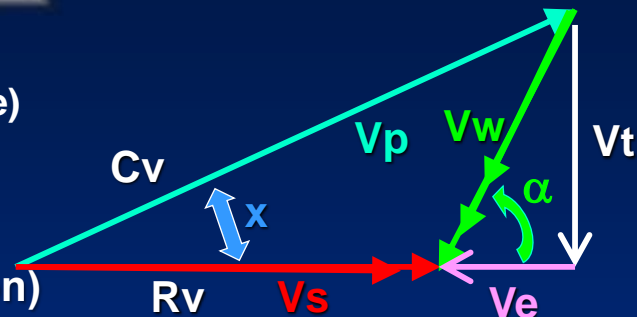
Le vent est
 du Sud-Ouest
 255° / 30
 Vitesse = 30 Kt



LE TRIANGLE DES VITESSES

CALCUL DU TEMPS DE VOYAGE (4ème méthode)

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



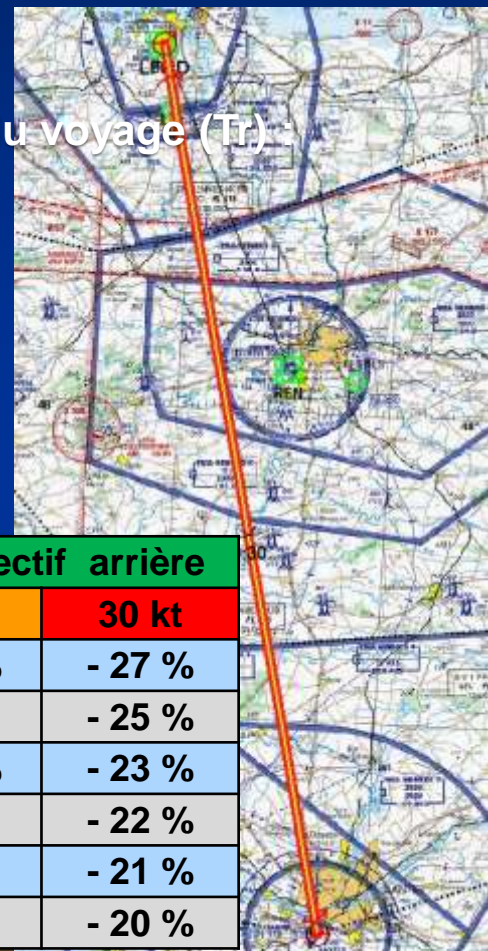
Les valeurs du tableau sont exprimées en % du Temps sans vent et sont à ajouter ou à retrancher au T_{sv} pour obtenir le Temps réel du voyage (T_r).

Exemple : Nav Nantes – Dinard $RV = 350^\circ$, $D = 88$ Nm,
 $V_p = 100$ Kt, $V_w = 360^\circ/30$ Kt

$$F_b = 60 / 100 = 0,6 \quad X = F_b \cdot V_w = 0,6 \cdot 25 = 15^\circ \quad \alpha^\circ = 360^\circ - 350^\circ = 010^\circ$$

$$\text{Temps sans vent} = D \cdot F_b = 88 \cdot 0,6 = 53 \text{ mn.}$$

$$\text{Temps avec correction : } T_{sv} + (\% \text{ Tableau}) = 53 + (53 \cdot 42\%) = 75 \text{ mn.}$$



Vp	Vitesse du vent effectif de face		
	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 %

Vp	Vitesse du vent effectif arrière		
	10 kt	20 kt	30 kt
80 kt	- 11 %	- 20 %	- 27 %
90 kt	- 10 %	- 18 %	- 25 %
100 kt	- 9 %	- 16 %	- 23 %
110 kt	- 8 %	- 15 %	- 22 %
120 kt	- 7 %	- 14 %	- 21 %
130 kt	- 6 %	- 13 %	- 20 %

CALCUL CARBURANT EN PRATIQUE

VOYAGE TRIANGULAIRE EN NAVIGATION RENNES – LANNION – VANNES - RENNES



C172 $F_b = 0,6$
Conso = 30 L/H soit 0,5 L/mn
 $V_w = 320^\circ / 30 \text{ Kt}$

LFRN - LFRO

Dist : 80 Nm Rm : 300°

Temps de vol sans vent

$$T_{sv} = 80 \cdot 0,6 = 48 \text{ mn}$$

$$\text{Conso} = 48 \times 0,5 = 24 \text{ L}$$



Angle au vent $\alpha = 320^\circ - 300^\circ = 20^\circ$
Dérive max $X = F_b \cdot V_w = 0,6 \cdot 30 = 18$
Temps de vol réel (dernier vent connu)

$$t = X \cdot \text{Cos } \alpha = 18 \cdot \text{Cos } 20^\circ = 17$$

t de 17 avant donne $t_c = 24$

$$T_r = 48 + [(24 \cdot 48) / 60] = 68 \text{ mn}$$

$$\text{Conso} = 68 \times 0,5 = 34 \text{ L}$$

Méthode du tableau :
 $T_{sv} = 48 \text{ mn}$
 $T_r = T_{sv} + (T_{sv} \cdot 42\%)$
 $T_r = 48 + (48 \cdot 42\%) = 68 \text{ mn}$
 $\text{Conso} = 68 \times 0,5 = 34 \text{ L}$

CALCUL CARBURANT EN PRATIQUE

VOYAGE TRIANGULAIRE EN NAVIGATION RENNES – LANNION – VANNES - RENNES



C172 $F_b = 0,6$
Conso = 30 L/H soit 0,5 L/mn
 $V_w = 320^\circ / 30 \text{ Kt}$

LFRO - LFRV

Dist : 70 Nm Rm : 155°

Temps de vol sans vent

$$T_{sv} = 70 \cdot 0,6 = 42 \text{ mn}$$

$$\text{Conso} = 42 \times 0,5 = 21 \text{ L}$$



$$\text{Angle au vent } \alpha = 155^\circ - 140^\circ = 15^\circ$$

$$\text{Dérive max } X = F_b \cdot V_w = 0,6 \cdot 30 = 18$$

Temps de vol réel (dernier vent connu)

$$t = X \cdot \cos \alpha = 18 \cdot \cos 15^\circ = 17$$

$$t \text{ de } 17 \text{ arrière} = t_c \text{ de } 13$$

$$T_r = 42 - [(13 \cdot 42) / 60] = 32 \text{ mn}$$

$$\text{Conso} = 32 \times 0,5 = 16 \text{ L}$$

Méthode du tableau :
 $T_{sv} = 42 \text{ mn}$ mais Vent arrière
donc règle des 50 % du
Tableau acceptable
soit $42\% / 2 = 21\%$ du T_{sv}
Donc $42 \text{ mn} - 21\% = 33 \text{ mn}$

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°



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

Temps de vol sans vent

$$T_{sv} = 50 \cdot 0,6 = 30 \text{ mn}$$

$$\text{Conso} = 30 \times 0,5 = 15 \text{ L}$$

$$\text{Angle au vent } \alpha = 140^\circ - 050^\circ = 90^\circ$$

$$\text{Dérive max } X = F_b \cdot V_w = 0,6 \cdot 30 = 18$$

Temps de vol réel (dernier vent connu)

$$t = X \cdot \text{Cos } \alpha = 18 \cdot \text{Cos } 90^\circ = 0$$

$$t = 0 \text{ d'où } t_c = 0$$

$$T_r = 30 + [(18 \cdot \text{Cos } 90^\circ) / 60] = 30 \text{ mn}$$

$$\text{Conso} = 30 \times 0,5 = 15 \text{ L}$$

CALCUL DU CARBURANT NÉCESSAIRE AU VOYAGE

Etape 1 :

Mise en œuvre et roulage

• Temps sans vent

• Effet du vent connu

• Procédure à l'arrivée

Temps (mn)	Carburant (L)
5	2,5
48	24,0
20	10,0
5	2,5

= Forfait pour tous les appareils du Club (Equivalent 5 mn de vol)

= Conso du décollage à la verticale de aérodrome de destination

= Calcul de l'effet du vent connu sur temps de vol sans vent

= Forfait pour tous les appareils du Club (Equivalent 5 mn de vol)

Etape 2 :

Mise en œuvre et roulage

• Temps sans vent

• Effet du vent connu

• Procédure à l'arrivée

Temps (mn)	Carburant (L)
5	2,5
42	21,0
-10	-5,0
5	2,5

= Forfait pour tous les appareils du Club (Equivalent 5 mn de vol)

= Conso du décollage à la verticale de aérodrome de destination

= Calcul de l'effet du vent connu sur temps de vol sans vent

= Forfait pour tous les appareils du Club (Equivalent 5 mn de vol)

Etape 3 :

Mise en œuvre et roulage

• Temps sans vent

• Effet du vent connu

• Procédure à l'arrivée

Temps (mn)	Carburant (L)
5	2,5
30	15,0
0	0,0
5	2,5

= Forfait pour tous les appareils du Club (Equivalent 5 mn de vol)

= Conso du décollage à la verticale de aérodrome de destination

= Calcul de l'effet du vent connu sur temps de vol sans vent

= Forfait pour tous les appareils du Club (Equivalent 5 mn de vol)

Carburant mini pour le voyage

80, L

Plan de diversion :

• Délestage sans vent

• Effet du vent connu

• Procédure à l'arrivée

Temps (mn)	Carburant (L)
15	7,5
5	2,5
5	2,5

Aérodrome de dégagement si destination initiale non accessible

= Conso du décollage à la verticale de aérodrome de destination

= Calcul de l'effet du vent connu sur temps de vol sans vent

= Forfait pour tous les appareils du Club (Equivalent 5 mn de vol)

• Réserve réglementaire

• Autres aléas éventuels

30	15,0
15	7,5

Réserves : de jour 30 mn, 45 mn de nuit, au régime de croisière économique

Attentes, trafic, écarts de route, ...

= Carburant mini réglementaire

115, L

Rappel :

pas de poursuite du vol s'il reste moins de 30 mn de vol de croisière

RÉCAPITULATIF DU CARBURANT A EMPORTER

LFRN - LFRO

LFRO - LFRV

LFRV - LFRN

Quantité mini pour le vol = 80 L

+

PLAN DE DIVERSION (Rejoindre autre aérodrome ou utilisation de la seconde piste si aérodrome équipé)

Exemple pour Rennes :

si 10/28 impraticable, possibilité d'utiliser la 14/32
donc pas d'essence supplémentaire pour cet item.

Si souhait de dégagement vers Dinan avec procédures : 25 mn = 12,5 l

+

MARGE : Si aléas, prévision de 15 mn de vol (application du NCO.OP.125 (b) s) = 7,5 l

+

Réserves réglementaires à l'arrivée : 30 mn = 15 L

+

LES FONDS DE RÉSERVOIR (IMPOMPABLES) = 15 L

TOTAL = 130 L

SI DEVIS DE MASSE ET DIAGRAMME DE CENTRAGE ACCEPTENT LES PLEINS, AVITAILLER PLEINS COMPLETS

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

Centrage CESSNA F 172 M / F-BUET
 Masse maxi : 1043 Kg
 Limites centrage Av : 0,98 Ar: 1,20

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		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

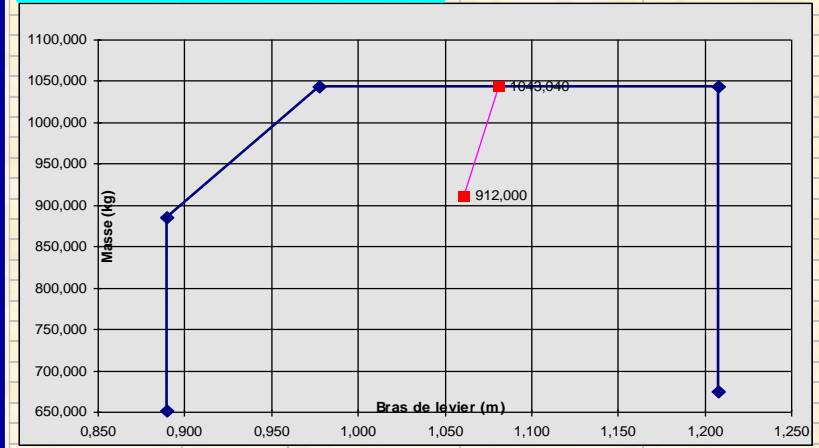
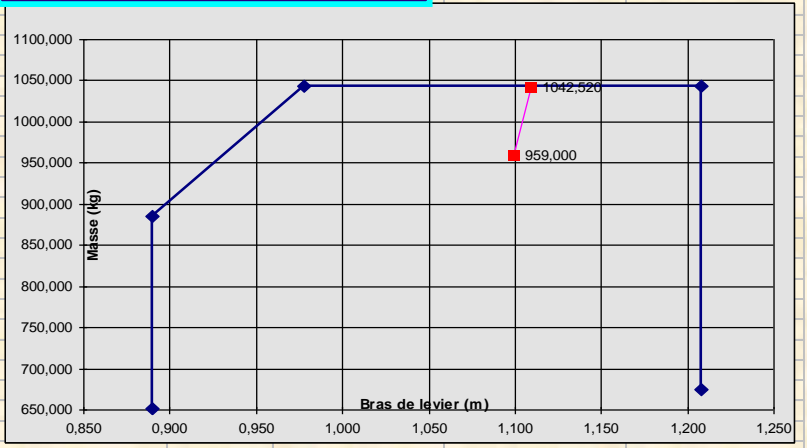
	Litres	Masse (kg)	Bras de levier	Moment (m x kg)
Avion + Fonds	15,000	651,000	0,960	624,960
CDB		77,000	0,940	72,380
Co Pilote		77,000	0,940	72,380
Passager 1		77,000	1,850	142,450
Passager 2		30,000	1,850	55,500
Bagages Zone 1		0,000	2,410	0,000
Bagages Zone 2		0,000	3,120	0,000
Essence utilisable	182,000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

CHOIX :
Quatre personnes à bord

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

CHOIX :
Plein d'essence

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



CARBURANT ET SECURITE DES VOLS





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 quantité minimum de carburant 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 afin d'envisager un déroutement possible.**
- ✦ **Si la masse le permet, embarquez du carburant supplémentaire (en plus du carburant réglementaire, du plan de diversion et de la marge estimée).**



Sécurité des vols

EN GUISE DE CONCLUSION : NE PAS CONFONDRE

Préparation du vol

CARBURANT A EMPORTER

Délestage + Roulages + Procédures

Effets du vent connu

plan de diversion

Marge de sécurité

Réserve réglementaire

Fonds réservoirs

AUTONOMIE

Gestion du vol de jour

AUTONOMIE

DURÉE MAX DU VOL

30 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 FATALE.**

- ✦ **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 par défaut de vérification du carburant avant le départ n'est pas admissible pour un pilote digne de ce nom en tant que responsable de la sécurité de ses passagers.**

**Ne prenez jamais ce risque.
Ne succombez jamais au laxisme.**



**Merci
de votre attention**

