

# Ready for Pushback, 2<sup>ème</sup> génération

---

Manuel de vol et manuel de référence

Système de carburant

Version originale : Ready for Pushback 2<sup>nd</sup> génération - 747 Classic Flight Handbook & Reference Manual, <http://www.panelshop.com>

Copyright : Ralph's Panel Shop

Traduction : Alain HERBUEL, [alainherbuel@yahoo.fr](mailto:alainherbuel@yahoo.fr)

Version : 1.0

# Table des matières

TABLE DES MATIERES	2
TABLE DES ILLUSTRATIONS	3
SYSTEME DE CARBURANT	5
Introduction	5
<i>Réservoirs de carburant</i>	6
<i>Système de mise à l'air libre</i>	6
<i>Remplissage</i>	6
<i>Vidange</i>	7
<i>Mesure de la quantité restante</i>	7
<i>Vidange</i>	7
<i>Alimentation en carburant</i>	8
Les pompes	8
<i>Pompes du réservoir principal</i>	8
<i>Pompes du réservoir central</i>	9
Valves de carburant	9
<i>Vannes de coupure des moteurs</i>	9
<i>Robinet d'intercommunication</i>	10
Système de vidange	10
Système de contrôles carburant et indicateurs (panneau supérieur)	11
<i>Interrupteur de remise à zéro du carburant utilisé</i>	11
<i>Compteur de carburant utilisé</i>	11
<i>Afficheur de masse totale (Gross Weight) et de carburant total</i>	12
<i>Interrupteur de réchauffage carburant</i>	12
<i>Givrage / lampe témoin réchauffage carburant</i>	13
<i>Commande des vannes de réacteur</i>	13
<i>Voyants des vannes de réacteur</i>	13
Système de contrôles et indicateurs (panneau inférieur)	14
<i>Jauge de quantité de carburant</i>	14
<i>Interrupteur de vanne de réserve</i>	14
<i>Voyant de vanne de réserve</i>	14
<i>Vanne d'alimentation croisée</i>	15
<i>Voyant d'alimentation croisée</i>	15
<i>Bouton poussoir de test des jauges</i>	15
<i>Interrupteurs de pompes de gavage</i>	15
<i>Voyant de pression des pompes</i>	16
<i>Interrupteurs de surcharge / vidange</i>	16
<i>Voyant de pression des pompes</i>	16
<i>Panneau de vidange du carburant</i>	16
Exploitation	17
<i>Avant vol</i>	17
<i>Démarrage des moteurs</i>	18
<i>Roulage et décollage</i>	18
<i>Montée et croisière</i>	19

<i>Descente et atterrissage</i>	21
<i>Surveillance de base du système</i>	21
<i>Réchauffage carburant</i>	21
Vidange carburant	21
Chargement carburant	22
<i>Tolérances et limitations</i>	22
<i>Réservoirs de réserve</i>	22
<i>Réservoirs principaux</i>	22
<i>Réservoir central</i>	22
Remplissage carburant	22
<i>Remplissage automatique du carburant</i>	23
<i>Remplissage manuel du carburant</i>	25
<i>Trucs et astuces : menu de remplissage rapide</i>	26
Notes sur le système de carburant et bonnes pratiques	27
<i>Informations de base que vous devriez connaître</i>	27
Séquence des réservoirs et configuration	28
<i>Démarrage des moteurs</i>	28
<i>Roulage et décollage</i>	29
<i>Montée</i>	30
<i>Croisière</i>	31
<i>Pompe de gavage</i>	32
<i>Transfert du carburant de réserve</i>	32
<i>Atterrissage</i>	33
<b>GESTION DU CARBURANT</b>	<b>34</b>
Généralités	34
Equilibrage de carburant	34
Décollage avec les réserves vides	34
Atterrissage avec les réserves vides	34
Carburant minimum à destination	35
Carburant minimum à l'atterrissage	35

## Table des illustrations

Figure 1 : Système de carburant .....	5
Figure 2 : Réservoirs de carburant.....	6
Figure 3 : Panneau de fuel, ouverture .....	7
Figure 4 : Panneau de carburant, fermeture .....	7
Figure 5 : Alimentation en carburant .....	8
Figure 6 : Interrupteurs des pompes des réservoirs principaux .....	9
Figure 7 : Interrupteurs des pompes de réservoir central .....	9
Figure 8 : Vannes de coupure des moteurs.....	9
Figure 9 : Robinet d'intercommunication .....	10
Figure 10 : Système de vidange, ouverture du panneau .....	10
Figure 11 : Système de vidange, fermeture du panneau.....	11
Figure 12 : Système de contrôles carburant et indicateurs.....	11

Figure 13 : Interrupteur de remise à zéro du carburant utilisé .....	11
Figure 14 : Compteur de carburant utilisé .....	12
Figure 15 : Afficheur de masse totale (Gross Weight) et de carburant total .....	12
Figure 16 : Réchauffage carburant .....	13
Figure 17 : Commande des vannes de réacteur .....	13
Figure 18 : Voyants des vannes de réacteur.....	13
Figure 19 : Système de contrôles et indicateurs (panneau inférieur).....	14
Figure 20 : Jauge de quantité de carburant.....	14
Figure 21 : Interrupteur de vanne de réserve, voyant de vanne de réserve .....	14
Figure 22 : Vanne d'alimentation croisée, voyant d'alimentation croisée.....	15
Figure 23 : Bouton poussoir de test des jauges .....	15
Figure 24 : Interrupteurs de pompes de gavage .....	15
Figure 25 : Interrupteurs de surcharge / vidange .....	16
Figure 26 : Démarrage des moteurs .....	18
Figure 27 : Roulage et décollage, avec moins de 10 000 lbs dans le réservoir principal.....	18
Figure 28 : Roulage et décollage, avec plus de 10 000 lbs dans le réservoir principal.....	19
Figure 29 : Montée et croisière, avec plus de 10 000 lbs dans le réservoir principal.....	19
Figure 30 : Montée et croisière, réservoir central vide, réservoirs n°2 et n°3 plus lourds que les n°1 et n°4 .....	20
Figure 31 : Montée et croisière, réservoir central vide, réservoirs n°2 et n°3 égaux aux n°1 et n°4 plus leurs réserves .....	20
Figure 32 : panneau de remplissage carburant .....	23

# Remarques sur la traduction

Elle est en cours ! Je vous propose néanmoins cette partie pour commencer. Les autres suivront au fil du temps.

J'ai essayé de vous donner, en plus de la traduction telle quelle, un certain nombre de repères qui, je l'espère, vous faciliteront la vie, comme certains titres dans les deux langues, un glossaire de traduction, un index (à venir), etc.

Bonne lecture, bon vol, et n'hésitez pas à me faire part de vos remarques.

## Système de carburant



Figure 1 : Système de carburant

## Introduction

Le système de carburant consiste en :

- 7 réservoirs de carburant : 4 principaux, un central, 2 réserves.
- 4 systèmes d'alimentations directs des réservoirs vers les réacteurs.
- Une conduite d'interconnexion permettant l'alimentation croisée des réacteurs à partir de n'importe lequel des réservoirs.
- Une combinaison de vidange et mise en pression du système d'alimentation du carburant.

## Réservoirs de carburant

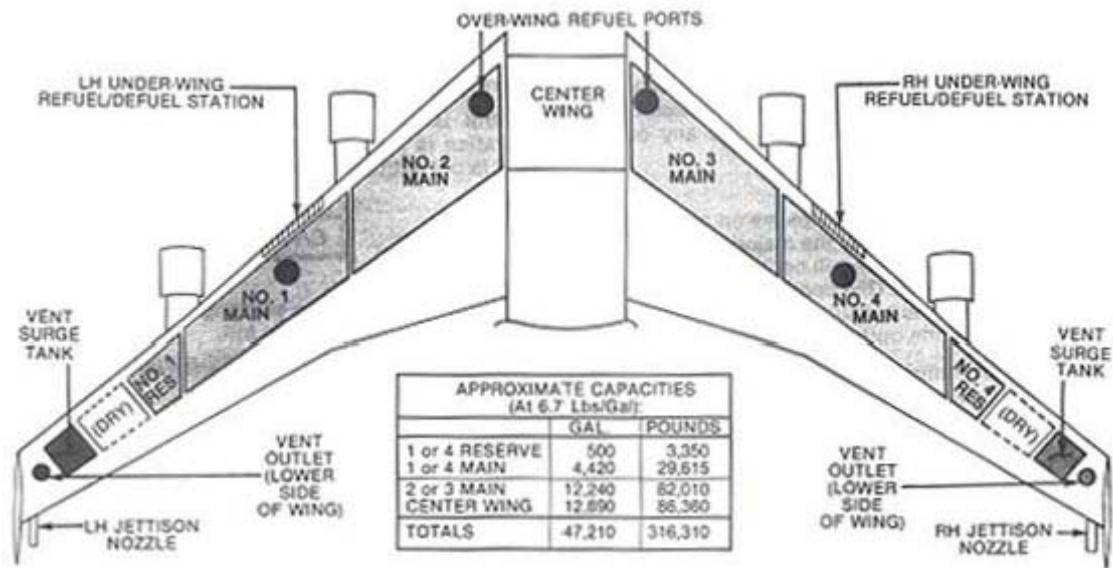


Figure 2 : Réservoirs de carburant

Les réservoirs sont formés par des sections de bases étanches et une structure centrale. Les réservoirs principaux sont en général pompés par le réacteur associé ; ils peuvent cependant être alimentés par gravité à basse altitude. Les réservoirs de réserve coulent par gravité dans le réservoir principal externe adjacent. Le réservoir central doit être pompé dans n'importe quel autre réservoir principal ; il ne se vide pas par gravité. Le carburant alimentant l'APU est normalement pompé dans le réservoir principal n°2, mais il peut être alimenté par n'importe quel autre réservoir, excepté les réserves.

## Système de mise à l'air libre

Tous les réservoirs sont connectés à un réservoir de débordement, un dans chaque aile. Ces réservoirs sont connectés à un tuyau de mise à l'air libre situé à l'arrière de chaque aile, permettant une légère pressurisation des réservoirs, et faisant office de trop plein des réservoirs de débordement. Normalement, le carburant collecté dans ces réservoirs de débordement est collecté dans les réservoirs principaux de chaque bord.

## Remplissage

Deux stations de remplissage, une dans chaque arrière d'aile, permettent chacune le remplissage de tous les réservoirs. Les contrôles de remplissage et les diverses jauges sont quant à elles seulement sur l'aile gauche. Des jauges électriques détectent le plein des réservoirs et la fermeture de l'alimentation. Chaque station de remplissage est équipée de connexion de remplissage de carburant.

Il est possible au sol de transférer du carburant en étant au sol, des réservoirs principaux intérieurs vers les réservoirs principaux extérieurs, ceci en utilisant les pompes de vidange et les vannes de remplissage.



Figure 3 : Panneau de fuel, ouverture

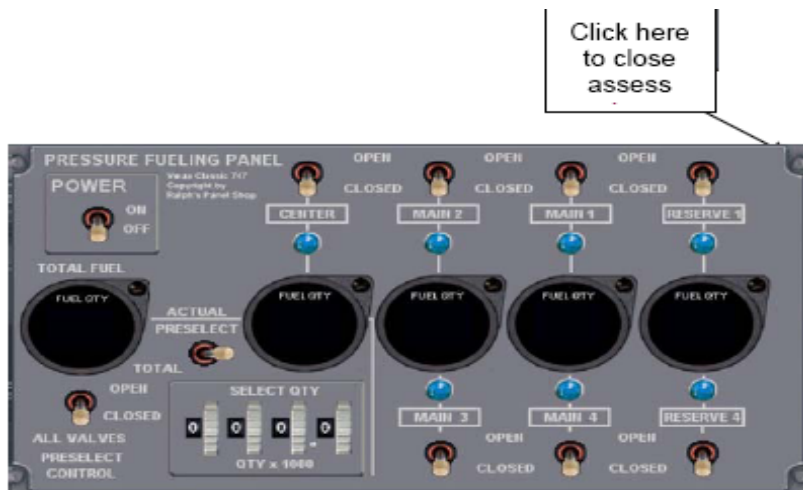


Figure 4 : Panneau de carburant, fermeture

## Vidange

Des fonctions de vidange sont disponibles au travers du système de ravitaillement.

## Mesure de la quantité restante

Des jauges électriques sur le panneau de l'ingénieur navigant, ainsi que sur le panneau de remplissage gauche, indiquent les quantités restantes dans les réservoirs. Les jauges sur le panneau de remplissage gauche sont des répéteurs de celles situées sur le panneau de l'ingénieur navigant. Les tolérances maximales pour un vol stabilisé sont les suivantes :

- réserves 1 et 4 : +/- 52 lb chacune ;
- réserves 2 et 3 : +/- 90 lb chacune ;
- réservoirs principaux 1 et 4 : 525 lb chacun ;
- réservoirs principaux 2 et 3 : 1425 lb chacun ;
- réservoir central : 1950 lb.

## Vidange

Le carburant est vidangé par une embouchure située à chaque bord des ailes. Il est éjecté à l'aide de pompes électriques.

## Alimentation en carburant

Deux pompes de cavage se trouvent dans chaque réservoir principal et dans le central, fournissant ainsi la pression adéquate à un fonctionnement normal. Si le pressostat de chaque pompe est correct, celles-ci pompent du carburant au travers d'un clapet de non-retour dans une canalisation commune aux deux pompes.

Le carburant du réservoir principal passe alors au travers d'une vanne d'arrêt vers le réacteur et, s'il est sélectionné, dans la canalisation d'alimentation croisée. Le réservoir central, après être passé dans un clapet de non-retour, alimente la canalisation d'alimentation croisée, et peut ainsi alimenter n'importe quel moteur.

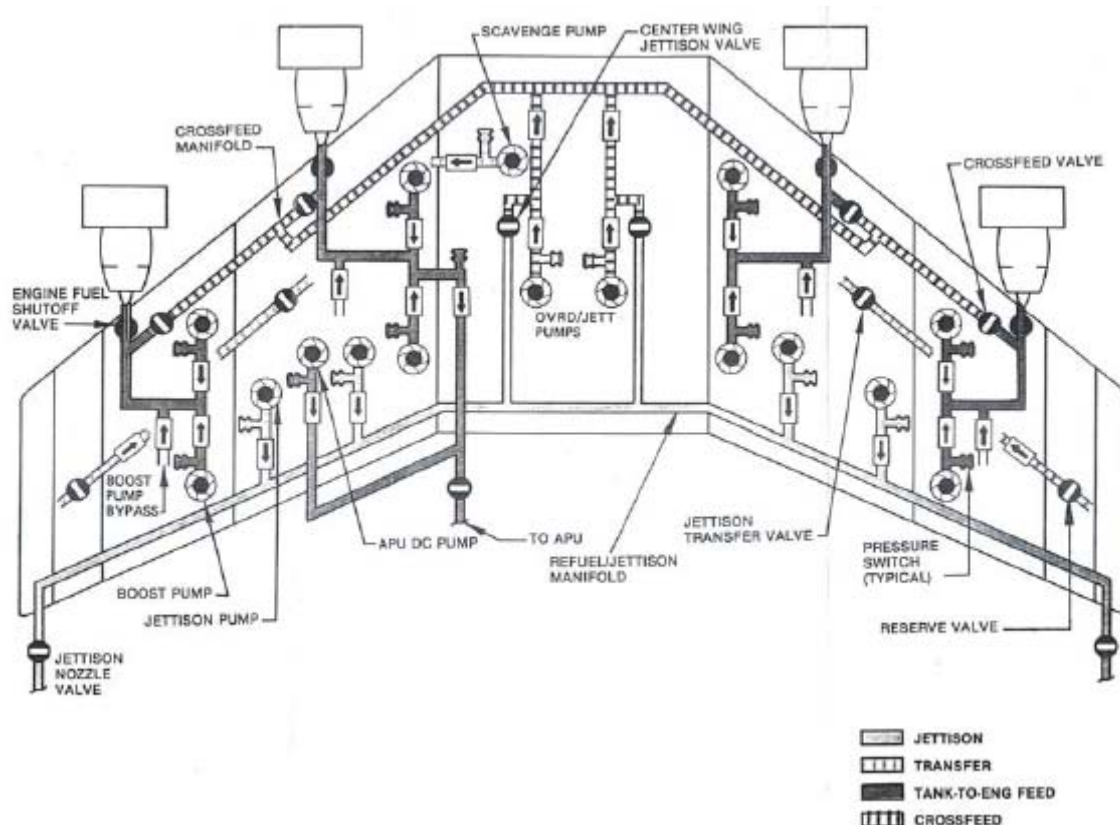


Figure 5 : Alimentation en carburant

La configuration de base de gestion du carburant est d'alimenter les moteurs par leurs réservoirs respectifs, en laissant une vanne de transfert ouverte afin de mettre le conduit d'alimentation sous pression. Les réserves sont vidées dans les réservoirs principaux adjacents lorsque l'on rencontre des contraintes de poids. Lorsque le réservoir central est utilisé, ses pompes plus puissantes que les autres lui donne la priorité sur les autres réservoirs principaux.

## Les pompes

### Pompes du réservoir principal

Deux pompes de gavage se trouvent dans chaque réservoir, l'une à l'avant et l'autre à l'arrière. Elles fournissent une pression positive dans toutes les attitudes du vol. Elles sont alimentées par des bus différents en 115V alternatif. Une panne d'un des bus n'affecte ainsi qu'une seule pompe par réservoir.



Le contrôle de ces pompes se fait par les interrupteurs FWD et AFT. La pompe avant du réservoir principal n°2 peut aussi être mise en service par l'APU, ceci indépendamment de la position de son interrupteur. Les lampes témoin de basse pression indiquent le statut de chaque pompe.

Chaque pompe de gavage possède une valve de contournement et un anti-retour, permettant ainsi une alimentation par gravité plus aisée.



Figure 6 : Interrupteurs des pompes des réservoirs principaux

## Pompes du réservoir central

Les pompes du réservoir principal s'appellent gavage / vidange (OVRD/JETT). Elles ont une pression environ deux fois plus importante que celles des réservoirs principaux. Elles sont aussi utilisées pour effectuer des vidanges.

Leur contrôle s'effectue via des interrupteurs droite (RIGHT) et gauche (LEFT), et des lampes témoin de basse pression indiquent leur statut.



Figure 7 : Interrupteurs des pompes de réservoir central

## Valves de carburant

### Vannes de coupure des moteurs

Chaque moteur possède une vanne de coupure électrique située en haut du pylône moteur correspondant. Cette vanne contrôle l'alimentation du moteur, indépendamment de sa source d'alimentation. Son contrôle est en premier effectué par un interrupteur de coupure moteur (ENG VALVE). De plus, cette vanne est fermée lorsque :

- le levier de démarrage est en position CUTOFF ;
- la poignée d'incendie est tirée.



Figure 8 : Vannes de coupure des moteurs

## Robinet d'intercommunication

Chaque combinaison réservoir principal / moteur possède une vanne d'intercommunication commandée électriquement, et le mettant en communication avec le conduit d'intercommunication. Chaque vanne est commandée par un interrupteur rotatif. Un voyant CROSFEE VALVE indique la position de la vanne.



Figure 9 : Robinet d'intercommunication

## Système de vidange

Le système de vidange (ou largage), est un moyen de réduire très rapidement le poids de l'avion. Le carburant est pompé à l'aide de pompes, et éjecté au travers de deux embouts situés à l'arrière de chaque aile. Un total de 6 pompes sont utilisées : les pompes OTBD et INBD de chacun des réservoirs principaux n°2 et n°3, et les pompes LEFT et RIGHT OVRD / JETT du réservoir principal.



Figure 10 : Système de vidange, ouverture du panneau

Le carburant des réservoirs principaux n°1 et n°4 est transféré dans les réservoirs principaux n°2 et n°3 par gravité, puis pompé dans le réservoir central, et enfin pompé par-dessus bord. Les réservoirs de réserve sont transférés dans leurs réservoirs adjacents. Les colonnes d'alimentation dans chaque réservoir principal assurent une réserve minimum.

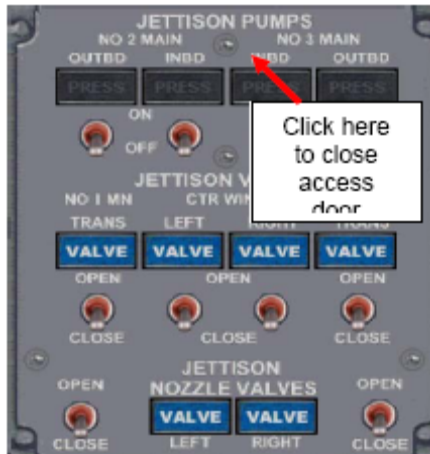


Figure 11 : Système de vidange, fermeture du panneau

Le taux de vidange approximatif est de 1000 lbs / min. Un panneau de vidange situé sur le panneau de l'ingénieur navigant donne le contrôle des opérations de vidange.

## Système de contrôles carburant et indicateurs (panneau supérieur)



Figure 12 : Système de contrôles carburant et indicateurs

### Interrupteur de remise à zéro du carburant utilisé

Remet à zéro les compteurs de carburant utilisé.



Figure 13 : Interrupteur de remise à zéro du carburant utilisé

### Compteur de carburant utilisé

Totalise les livres de carburant utilisé par réacteur.



Figure 14 : Compteur de carburant utilisé

## Afficheur de masse totale (Gross Weight) et de carburant total

Gross WT (Gross Weight) : Masse totale. Réglé en cliquant sur les boutons cachés en bas à droite du cadran. La masse totale = ZFW + poids de carburant.

Lorsque l'on clique sur un de ces boutons, on affiche temporairement la ZFW. Plus on reste et on clique sur un de ces boutons, plus la valeur du ZFW est modifiée. Dans les 10'' après avoir arrêté ce réglage, l'afficheur revient à la valeur du Gross WT.

Gross WT diminue au fur et à mesure que l'on consomme du carburant.

*Remarque : ZFW est le poids de l'avion vide, plus celui de l'équipage et des passagers, plus celui du cargo et des bagages. ZFW + poids de carburant = Gross Weight. Cette valeur est une indication du MTOW, qui est la valeur maximale du poids au décollage servant à calculer les valeurs des vitesses V.*



Figure 15 : Afficheur de masse totale (Gross Weight) et de carburant total

## Interrupteur de réchauffage carburant

Contrôle l'air de prélèvement des réacteurs dans le réchauffeur de carburant :

- OPEN : ouvre la vanne de réchauffage carburant.
- CLOSE : ferme la vanne de réchauffage carburant.



Figure 16 : Réchauffage carburant

## Givrage / lampe témoin réchauffage carburant

Donne l'état du filtre de carburant et du réchauffage carburant :

- ICING ON : si le filtre carburant est en train de se boucher.
- HEATER ON : si la commande réchauffage carburant est sur ON.

## Commande des vannes de réacteur

Contrôle les vannes de fermeture d'alimentation des réacteurs. Ces commandes sont en série avec les commandes incendie et les leviers de démarrage.

- Les vannes sont ouvertes lorsque les trois commandes sont positionnées pour leurs ouvertures : commandes incendie, leviers de démarrage, fermetures d'alimentations.
- Les vannes sont fermées lorsque une des trois commandes est positionnée sur fermée.



Figure 17 : Commande des vannes de réacteur

## Voyants des vannes de réacteur

Indique la position des vannes :

- ON : la vanne est fermée.
- OFF : la vanne est ouverte.

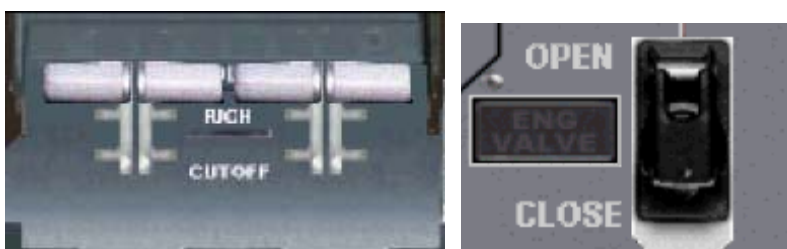


Figure 18 : Voyants des vannes de réacteur

## Système de contrôles et indicateurs (panneau inférieur)



Figure 19 : Système de contrôles et indicateurs (panneau inférieur)

### Jauge de quantité de carburant

Indique la quantité de carburant en livres (lbs) dans le réservoir correspondant. Affichage numérique à multiplier par 1000.

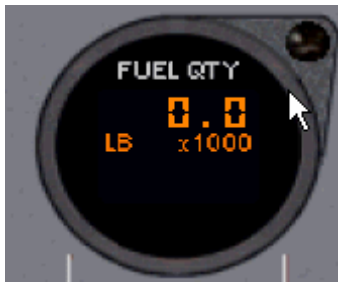


Figure 20 : Jauge de quantité de carburant

### Interrupteur de vanne de réserve

Contrôle les vannes des réservoirs de réserve. L'orientation du commutateur donne la position de la vanne :

- Vertical : la vanne est ouverte, le réservoir de réserve se vide.
- Horizontal : la vanne est fermée.

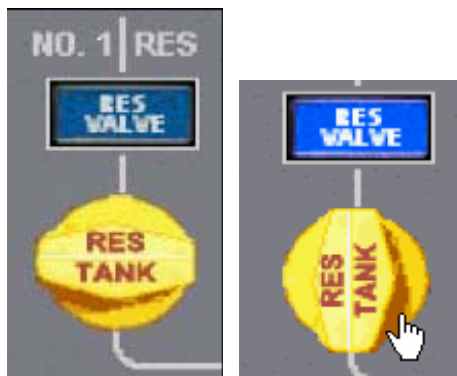


Figure 21 : Interrupteur de vanne de réserve, voyant de vanne de réserve

### Voyant de vanne de réserve

- ON : le voyant s'allume temporairement lorsque la vanne est en transit.

- OFF : la vanne est en position fermée ou ouverte.

## Vanne d'alimentation croisée

Contrôle les vannes d'alimentations croisées.

- Vertical : la vanne est ouverte.
- Horizontal : la vanne est fermée.

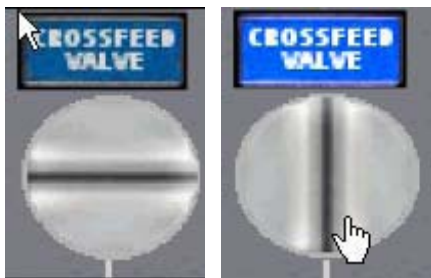


Figure 22 : Vanne d'alimentation croisée, voyant d'alimentation croisée

## Voyant d'alimentation croisée

- ON : le voyant s'allume temporairement lorsque la vanne est en transit.
- OFF : la vanne est en position fermée ou ouverte.

## Bouton poussoir de test des jauges

Permet de tester les amplificateurs et les moteurs de toutes les jauges de carburant. Lorsque l'on appuie sur ce bouton poussoir, toutes les jauges affichent 999.8 ; lors du relâchement, chaque jauge affiche de nouveau la quantité de chaque réservoir.



Figure 23 : Bouton poussoir de test des jauges

## Interrupteurs de pompes de gavage

Contrôlent respectivement les pompes de gavage avant et arrière (FWD et AFT).



Figure 24 : Interrupteurs de pompes de gavage

## Voyant de pression des pompes

- ON : la pression de la pompe est basse (la pompe est peut-être arrêtée).
- OFF : la pression de la pompe est normale.

## Interrupteurs de surcharge / vidange

Contrôlent respectivement les pompes gauche et droite (LEFT et RIGHT).

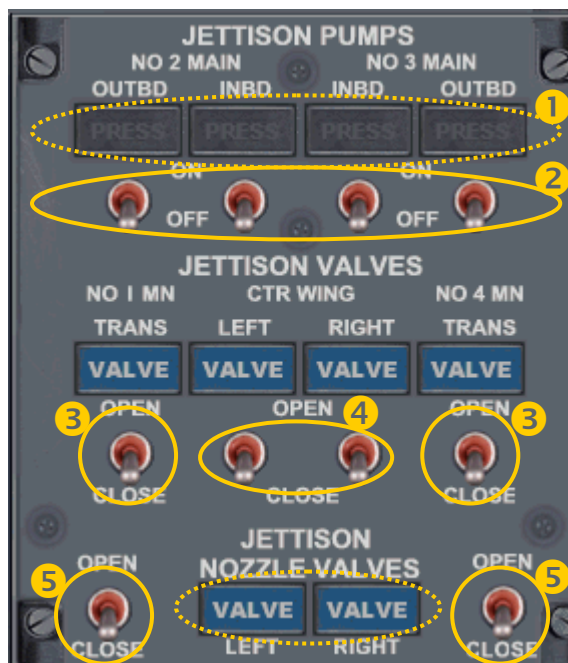


Figure 25 : Interrupteurs de surcharge / vidange

## Voyant de pression des pompes

- ON : la pression de la pompe est basse (la pompe est peut-être arrêtée).
- OFF : la pression de la pompe est normale.

## Panneau de vidange du carburant



- ❶ Voyants de pression des pompes :



- ON : la pression de la pompe est faible. Si vous effectuez une vidange au dessus de 15 000 ft, il peut s'allumer alors que la vidange est normale.
- OFF : la pression de la pompe est normale, ou l'interrupteur de vidange est sur OFF.
- ❷ Interrupteurs de vidanges. Contrôlent les moteurs alternatifs de pompes, et les voyants de pression (PRESS) :
  - ON : La pompe fonctionne et le voyant est armé.
  - OFF : La pompe ne fonctionne pas et le voyant est désarmé.
- ❸ Interrupteurs des vannes de transfert pour la vidange des réservoirs principaux 1 et 4. Contrôlent les vannes de transfert des réservoirs principaux 1 et 4.
  - OPEN : Les réservoirs principaux sont vidés dans les principaux adjacents.
- ❹ Interrupteurs des vannes de vidange du réservoir principal.
  - OPEN : Connecte la pompe de vidange respectivement gauche et droite à la conduite de vidange. Connecte aussi les pompes de vidange des réservoirs intérieurs au conduit de transfert.
- ❺ Interrupteurs des vannes des buses de vidange. Un interrupteur pour chaque buse, gauche et droite.
  - OPEN : Ouvre la vanne de la buse correspondante.
  - CLOSE : Ferme la vanne de la buse correspondante.
- ❻ Voyants des vannes de buses et de vidange.
  - ON : la vanne est en transit.
  - OFF : la vanne est ouverte ou fermée.

## Exploitation

### Avant vol

- Vérifiez que tous les interrupteurs sont sur les positions OFF ou CLOSE, et que les voyants ambres ou bleus sont éteints.
- Fermez les vannes des réservoirs de réserve, pour éviter que ceux-ci se vident lors de leur remplissage. Vérifiez que les voyants des réservoirs de secours (RESS VALVE) sont éteints.
- Positionnez les vannes d'alimentation croisée. Normalement, les vannes 1 et 4 sont ouvertes, 2 et 3 fermées. Vérifiez que les voyants de ces vannes sont éteints.
- Vérifiez que les 10 interrupteurs de pompes de gavage sont sur la position OFF, et que les voyants de ces vannes sont éteints. Si l'APU est en route, le voyant de la pompe arrière (AFT) du réservoir n°2 devrait être éteint.
- Vérifiez que les 4 interrupteurs des vannes des réacteurs sont sur OPEN, et que les voyants de ces vannes sont éteints.
- Vérifiez que les 4 interrupteurs de chauffage carburant (FUEL HEAT) sont sur CLOSE, et que les voyants d'indication de givrage (ICING) sont éteints.
- Pressez sur le bouton de remise à zéro du carburant consommé (FUEL USED RESET), ceci jusqu'à ce que les 4 jauges soient remises à zéro.
- Vérifiez le carburant embarqué, enregistrez les quantités, et testez les jauges.

Il existe beaucoup de configurations différentes du système de carburant dépendant de la phase de vol dans laquelle on se trouve, et des quantités restantes dans les réservoirs.

## Démarrage des moteurs



Figure 26 : Démarrage des moteurs

- Vannes d'alimentation croisée ouvertes.
- Pompe de gavage n° 2 sur ON.

## Roulage et décollage

Avec moins de 10 000 lbs dans le réservoir principal



Figure 27 : Roulage et décollage, avec moins de 10 000 lbs dans le réservoir principal

- Vannes d'alimentation croisée n° 1 et n° 4 ouvertes.
- Vannes d'alimentation croisée n° 2 et n° 3 fermées.
- Pompe de gavage n° 1, 2, 3, 4 sur ON.
- Pompe de surcharge (Over/Jett) réservoir central sur OFF.

Avec plus de 10 000 lbs dans le réservoir principal



Figure 28 : Roulage et décollage, avec plus de 10 000 lbs dans le réservoir principal

- Pompe de surcharge (Over/Jett) réservoir central sur ON.
- Vannes d'alimentation croisée n° 1 et n° 4 ouvertes.
- Vannes d'alimentation croisée n° 2 et n° 3 fermées.
- Pompe de gavage n° 1, 2, 3, 4 sur ON.

Montée et croisière

Avec moins de 10 000 lbs dans le réservoir principal

Ne pas utiliser plus de 16 000 lbs au total sur les réservoirs principaux avant de vider le réservoir central. Utilisez la configuration « Center Tank To All Engines » jusqu'à ce que les réservoirs des ailes soient vides.

Avec plus de 10 000 lbs dans le réservoir principal



Figure 29 : Montée et croisière, avec plus de 10 000 lbs dans le réservoir principal

- Gardez la configuration de décollage jusqu'à ce que vous passiez en configuration « puissance montée » (climb power). Prenez alors la configuration « tous les réacteurs sur le réservoir central » (CENTER TANK TO ALL ENGINES), ceci jusqu'à ce que le réservoir central soit vide.

- Prenez ensuite la configuration « tous les réacteurs sur les réservoirs n°2 et n°3, ceci jusqu'à ce que la quantité de carburant dans les n°2 et n°3 soit égale à la quantité des n°1 et n°4 plus leurs réserve.
- Lorsque le réservoir central est vide, indiqué par les voyants pression basse (LOW PRESS), mettez les pompes OVERRIDE / LETTISON sur OFF

Réservoir central vide, réservoirs n°2 et n°3 plus lourds que les n°1 et n°4



Figure 30 : Montée et croisière, réservoir central vide, réservoirs n°2 et n°3 plus lourds que les n°1 et n°4

- Laissez toutes les pompes sur ON jusqu'à ce que les quantités dans les n°1 et n°4 atteignent 23 500 lbs. Mettez alors les pompes des n°1 et n°4 sur OFF.
- Garder les vannes d'alimentations croisées sur OPEN.
- Continuez avec cette configuration jusqu'à ce que les n°2 et n°3 soient égaux aux quantités des n°1 et n°4 plus leurs réserves.

Réservoir central vide, réservoirs n°2 et n°3 égaux aux n°1 et n°4 plus leurs réserves



Figure 31 : Montée et croisière, réservoir central vide, réservoirs n°2 et n°3 égaux aux n°1 et n°4 plus leurs réserves

- Lorsque cela arrive, mettez les pompes des n°1 et n°4, et les vannes d'alimentations croisées des n°2, 3 et 4 sur CLOSE. Laissez la vanne d'alimentation croisée du n°1 sur OPEN afin que le conduit d'alimentation croisée reste sous pression.
- Cette configuration est connue sous le nom de « tous les réacteurs sur leurs réservoirs » (TANK TO ENGINE).

## Descente et atterrissage

---

La configuration adoptée est celle de « tous les réacteurs sur leurs réservoirs » (TANK TO ENGINE).

## Surveillance de base du système

---

Lors des vérifications de routine (*i.e.* vérifications récurrentes), comparez les jauges des quantités restantes entre les réservoirs intérieurs, extérieurs, et les réserves. Ceci permet de s'assurer que les systèmes d'alimentations croisés fonctionnent bien.

## Réchauffage carburant

---

- OPEN : ouvre la vanne de réchauffage carburant, permettant la circulation d'air chaud au travers du réchauffeur carburant.
- CLOSE : ferme cette vanne.

En réel, il faut environ 2h pour que le carburant givre à haute altitude et en condition très froide. Beaucoup de pilotes transatlantiques préfère voler un peu moins haut afin d'éviter de givrer. Nous avons réduit ce temps à 1h. Ce temps n'est pas affecté par le taux de simulation adopté.

Paramètres de givrage : -37° C TAT, et au dessus de 36 000 ft, et une « remise à zéro » du givrage arrive dès que vous redescendez à 30 000 ft :

- Le n°1 givrera au bout de 58'.
- Le n°2 givrera au bout de 57'.
- Le n°3 givrera au bout de 59'.
- Le n°4 givrera au bout de 60'.

Le réchauffage supprimera le givrage au bout de 2'.

## Vidange carburant

Dans le cas peut probable d'ennuis mécanique lors ou après le décollage, il peut être nécessaire soit de retourner à l'aérodrome de départ, soit de vous poser sur un des aérodromes en court de route, ceci afin de pouvoir régler le problème<sup>NDT</sup>.

La procédure est la suivante :

- Pompes de gavages des réservoirs principaux (Main Tank Boost Pumps) : ON
- Vannes d'alimentation croisées (Crossfeed Valves) : CLOSE
- Pompes de surcharge / vidange réservoir central (Center Wing Ovrdr/Jett Pumps) : ON s'il y a du carburant
- Pompes de vidange réservoirs principaux n°2 et n°3 (Main Jettison Pumps) : ON
- Pompes de vidange réservoir central (Center Wing Jettison Valves) : ON s'il y a du carburant
- Vannes de vidange (Jettison Nozzle Valves) : OPEN
- Le taux de vidange est au moins de 4000 lbs/min.

---

<sup>NDT</sup> : Dans ce cas, il est souvent nécessaire de s'alléger rapidement pour ne pas dépasser les limites de poids au décollage, d'où cette procédure de vidange.

- Lorsque le total des réservoirs n°2 et n°3 est inférieur ou égal à 40 000 lbs :
  - Vannes de transfert de vidange des réservoirs n°1 et n°4 (Main Jettison Transfer Valves) : OPEN
- Pour arrêter la vidange :
  - Pompes de surcharge / vidange réservoir central (Center Wing Ovrdr/Jett Pumps) : OFF
  - Pompes de vidange réservoirs principaux n°2 et n°3 (Main Jettison Pumps) : OFF
  - Vannes de transfert de vidange des réservoirs n°1 et n°4 (Main Jettison Transfer Valves) : CLOSE
  - Pompes de vidange réservoir central (Center Wing Jettison Valves) : CLOSE
  - Vannes de vidange (Jettison Nozzle Valves) : OPEN

## Chargement carburant

*Remarque : le panneau d'avitaillement carburant n'est accessible que si les moteurs sont totalement arrêtés. L'arrêt complet des moteurs peu prendre 2'.*

*L'avitaillement de Ready for Pushback ne peut être effectué qu'à partir de ce panneau, et en aucun cas à partir des menus carburant de FS2004.*

## Tolérances et limitations

Toutes les limitations relatives aux réservoirs s'appliquent en vol. Les erreurs par excès de remplissage peuvent être tolérées du fait que l'on va consommer du carburant lors du roulage.

### Réservoirs de réserve

Ils peuvent être vides que si le TOGW est  $\leq 600\,400$  lbs. Le remplissage des réserves est une procédure standard pour beaucoup de compagnies aériennes, ceci dans le but mieux répartir les résistances structurelles de l'avion.

### Réservoirs principaux

Les réservoirs principaux devraient être remplis de manière symétrique. Ils devraient être remplis en suivant la séquence ci-après :

- Remplir les réservoirs principaux jusqu'à ce que les réservoirs intérieurs soient égaux à ceux extérieurs plus leurs réserves, et ce jusqu'à ce que chaque extérieur aie un poids de 24 6000lbs.
- Remplir les réservoirs principaux intérieurs jusqu'à ce qu'ils soient pleins.

### Réservoir central

On remplit le réservoir central seulement lorsque les réservoirs principaux sont pleins.

## Remplissage carburant

Cet est normalement dévolu au personnel au sol. Dans ce logiciel, nous avons incorporé le panneau de remplissage de l'aile gauche dans le panneau carburant en cabine. Des orifices de

remplissage sont présents sur chaque aile, mais seule l'aile gauche contient un panneau de remplissage.



Figure 32 : panneau de remplissage carburant

Pour avitailler, vous avez une méthode manuelle et une automatique. Nous allons voir en premier la façon automatique.

## Remplissage automatique du carburant

Pour cet exemple, supposons que nous sommes à notre porte d'embarquement, et que nous avons 57 200 lbs de carburant à bord. Pour notre prochain vol, nous avons besoin de 158 000 lbs ; il nous faut donc environ 100 000 lbs de carburant en plus. Voici une vue de l'état de notre panneau carburant.



Le système de chargement automatique va procéder de la manière suivant :

1. Réservoirs principaux extérieurs n°1 & n°4 : à leurs capacités maximale (29 615 lbs chacun).
2. Réservoirs principaux intérieurs n°2 & n°3 : à leurs capacités maximale, ou jusqu'à arriver à la valeur de carburant nécessaire (82 010 chacun).
3. Réservoirs central : à sa capacités maximale, ou jusqu'à arriver à la valeur de carburant nécessaire, ou pas du tout si non nécessaire (86 360).

Comme vous pouvez le voir sur le panneau ci-avant, les n°1 et n°4 ont déjà 14 800 lbs chacun, alors que les n°2 et n°3 ont 8 100 lbs chacun. Le réservoir central a 5 500 lbs. La quantité totale de carburant déjà à bord est de 57 200 lbs, comme indiqué par la jauge en haut et à gauche. Nous devons ainsi charger environ 100 000 lbs.

Pour ce faire, ouvrez le panneau de remplissage en cliquant sur le coin en haut et à droite :

- Mettre le panneau sous tension.
- Entrer la quantité de carburant nécessaire avec les roues à molettes.
- Faire basculer l'interrupteur ACTUAL / PRESELECT vers la gauche.
- Ceci effectue le calcul de la quantité de carburant nécessaire dans chaque réservoir. Cet interrupteur revient à sa position de départ.
- Faire basculer l'interrupteur ALL VALVES PRESELECT sur OPEN.
- Regardez alors les réservoirs se remplir.



Lorsque le remplissage est terminé, mettre l'interrupteur ALL VALVES PRESELECT sur CLOSE, et vérifiez que les réservoirs ont bien été remplis.



Mettez le panneau hors tension, et fermez le de la même façon que vous l'avez ouvert.



## Remplissage manuel du carburant

Lors d'un remplissage manuel, vous devez non seulement déterminer la quantité de carburant nécessaire, mais aussi la façon de remplir les réservoirs ; vous le ferez dans la séquence suivante :

- Réservoirs principaux extérieurs n°1 et n°4.
- Réservoirs principaux intérieurs n°2 et n°3.
- Une fois que ces 4 réservoirs sont pleins, le réservoir central.

Nous commencerons cet exemple sur les mêmes bases que celles utilisées pour le remplissage automatique.



La quantité totale de carburant déjà à bord est de 57 200 lbs, et le bureau du dispatch nous indique que nous avons besoin de 200 000 lbs de carburant pour le prochain vol. Nous avons donc besoin de 143 000 lbs de carburant en plus. Rappelez-vous des capacités des réservoirs :

- Main 1 ou 4 : 29 615 lbs
- Main 2 ou 3 : 12 240 gal / 82 010 lbs
- Réservoir central : 86 360 lbs

	Res 1	Main 1	Main 2	Center	Main 3	Main 4	Res 2	Total
Capacity	3350	29615	82010	86360	82010	29615	3350	316310
Current	2900	14800	8100	5500	8100	14800	2900	57100
Available	450	14815	73910	80860	73910	14815	450	259210
Fill	0	14815	56685	0	56685	14815	0	143000
Current	2900	14800	8100	5500	8100	14800	2900	57100
	2900	29615	64785	5500	64785	29615	2900	200100

Vous devez maintenant faire un peu d'arithmétique pour trouver combien mettre, et dans quel réservoir. Ce tableau vous donne la capacité de chaque réservoir, les quantités restantes, et que l'on pourraient ajouter à chacun si on les remplissait.

La ligne verte indique les quantités à ajouter, la ligne jaune donnant quant à elle le résultat de chaque réservoir après l'opération de remplissage.

Le remplissage manuel des réservoirs est alors le suivant :

- Ouvrir le panneau avitaillement en cliquant en haut à droite de ce panneau.
- Mettre le panneau sous tension.
- Mettre l'interrupteur du n°1 sur ON, regardez le réservoir se remplir, et ceci tant que la lampe bleue est allumée.

- Idem pour le n° 4.
- Mettre l'interrupteur du n°2 sur ON, regardez le réservoir se remplir, et ceci jusqu'à ce que la quantité indiquée arrive à 64 785 ; mettre alors cet interrupteur sur OFF, alors que la lampe bleue de remplissage est encore allumée.
- Idem pour le n° 3.

Notez sur la figure suivante la lampe bleue de remplissage allumée.



*Remarque : Pourquoi ne devez vous pas utiliser le menu de FS2004 pour l'avitaillement ?*

*Il est très important que les différents réservoirs soient remplis dans le bon ordre. Le carburant va tout d'abord dans les réserves, puis dans les réservoirs n°1 et n°4, puis dans les n°2 et n°3, et enfin dans le central si cela est nécessaire. Effectuez le remplissage dans cet ordre permet de terminer le remplissage d'un réservoir avant de remplir le suivant. IL est ainsi courant de partir avec le réservoir central vide.*

*Si vous remplissez le réservoir central et pas les autres, vous allez au devant d'ennuis. Ne proposons aucun support à ceux qui passent par les menus de FS2004 pour remplir et ajuster les différents réservoirs. Notre système est trop sophistiqué et réaliste pour ces méthodes primitives.*

## Trucs et astuces : menu de remplissage rapide

Vous pouvez remplir rapidement les valeurs de carburant suivantes : 25 000, 50 000, 100 000, 150 000, 200 000, 250 000, 300 000, et le plein lbs.



Pour cela, faire un clic gauche sur le mot FUEL CONTROL pour avoir la liste des valeurs possibles. Ceci ne fonctionne que si vous êtes au sol, et que vous avez les freins de parc serrés.

Vous pouvez passer d'une valeur à l'autre avec un autre clic droit. Un clic gauche vous remplira les réservoirs avec la valeur affichée à ce moment. Après 10'' d'inactivité, ce menu disparaît.

Cette méthode vous remplira la bonne valeur, dans le bon ordre, et dans les bons réservoirs.

## Notes sur le système de carburant et bonnes pratiques

### Informations de base que vous devriez connaître

- Une vanne d'intercommunication est en position verticale (OPEN) lorsque le réservoir est connecté au conduit d'alimentation.
- Le conduit d'alimentation est un conduit qui longe le bord d'attaque des ailes, et qui reçoit le carburant des réservoirs, et qui alimente les réacteurs.

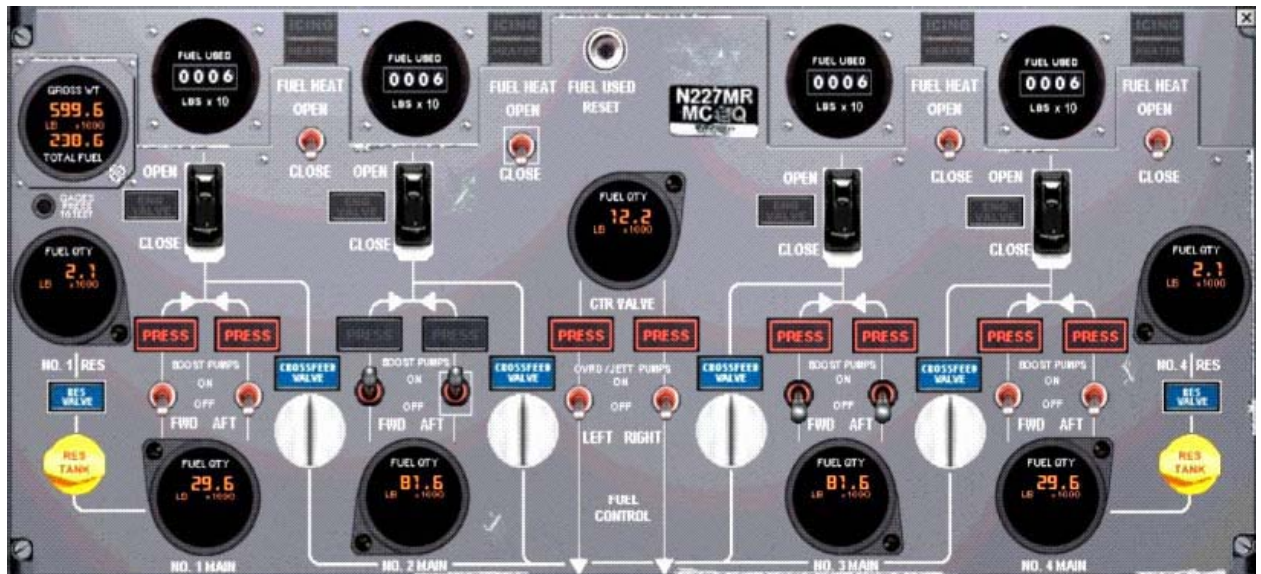
- Une vanne d'intercommunication est en position horizontale (CLOSE) lorsqu'un réservoir est connecté directement à son réacteur respectif.
  - Le réservoir n° 1 alimente le réacteur n° 1.
  - Le réservoir n° 2 alimente le réacteur n° 2.
  - Le réservoir n° 3 alimente le réacteur n° 3.
  - Le réservoir n° 4 alimente le réacteur n° 4.
- Le réservoir central ne peut alimenter que le conduit d'alimentation, et ne peut jamais être connecté directement à un réacteur donné.
- Les réservoirs n° 1, 2, 3 et 4 peuvent être configurés pour alimenter le conduit d'alimentation, ou être connectés directement à leurs réacteurs respectifs (Tank to Engine).
- Quelques exceptions cependant :
  - Les pompes du réservoir central sont plus puissantes que celles des autres réservoirs. Cela veut dire qu'elles auront toujours la priorité sur les autres pompes des autres réservoirs connectés aussi sur le collecteur l'alimentation. C'est pour cela qu'elles sont nommées pompe de surcharge (OVRD) / vidange (JET).
  - Si vous configurez le réservoir n° 1 pour alimenter le collecteur l'alimentation, et que le réservoir central est aussi configuré pour alimenter ce même collecteur l'alimentation, c'est le réservoir central qui va alimenter le réacteur n° 1. La pompe n° 1 servira à mettre sous pression le collecteur l'alimentation, mais ne sera pas suffisante pour avoir le dessus sur celles du réservoir central.
- Les réservoirs de réserve ne peuvent pas alimenter directement un réacteur ; ils peuvent juste être transférés dans les réservoirs principaux adjacents.
- Un réservoir principal alimentant directement un réacteur doit normalement avoir sa pompe de gavage sur ON, mais peut aussi dans certains l'alimenter pas gravité. Le réservoir central ne peut pas alimenter le collecteur d'alimentation par gravité, du fait que celui-ci doit toujours être pressurisé.
- Un réservoir principal connecté au collecteur d'alimentation doit avoir sa pompe sur ON avant que du carburant soit envoyé au collecteur d'alimentation. Si tous les réacteurs sont connectés au collecteur d'alimentation, et qu'aucune pompe n'est sur ON, les 4 réacteurs s'arrêteront. Si un jeu de pompe est sur ON (avant et arrière), le réservoir correspondant alimentera alors les 4 réacteurs.

## Séquence des réservoirs et configuration

### Démarrage des moteurs

---

- Vannes d'alimentation croisée ouvertes.
- Pompe de gavage n° 2 sur ON.

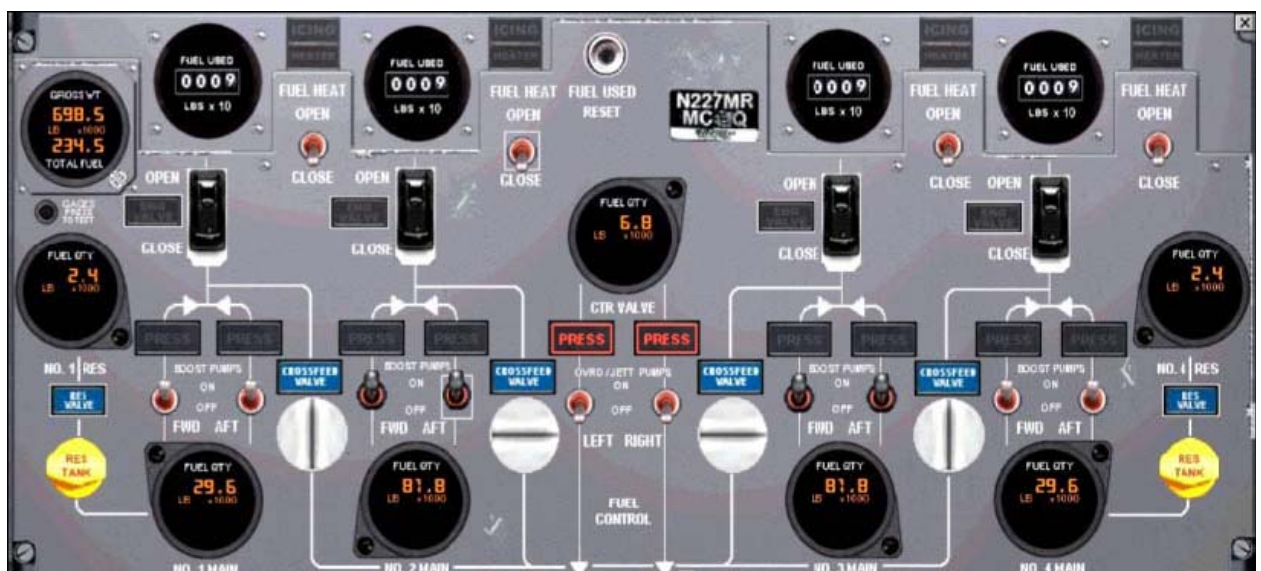


Dans cette configuration, le réservoir n°2 alimente en carburant et pressurise le conduit principal d'alimentation. Tous les réacteurs et l'APU reçoivent ainsi leur carburant par le conduit principal d'alimentation.

## Roulage et décollage

Avec moins de 10 000 lbs dans le réservoir principal

- Vannes d'alimentation croisée n°1 et n°4 ouvertes.
- Vannes d'alimentation croisée n°2 et n°3 fermées.
- Pompe de gavage n°1, 2, 3, 4 sur ON.
- Pompe de surcharge (Over/Jett) réservoir central sur OFF.

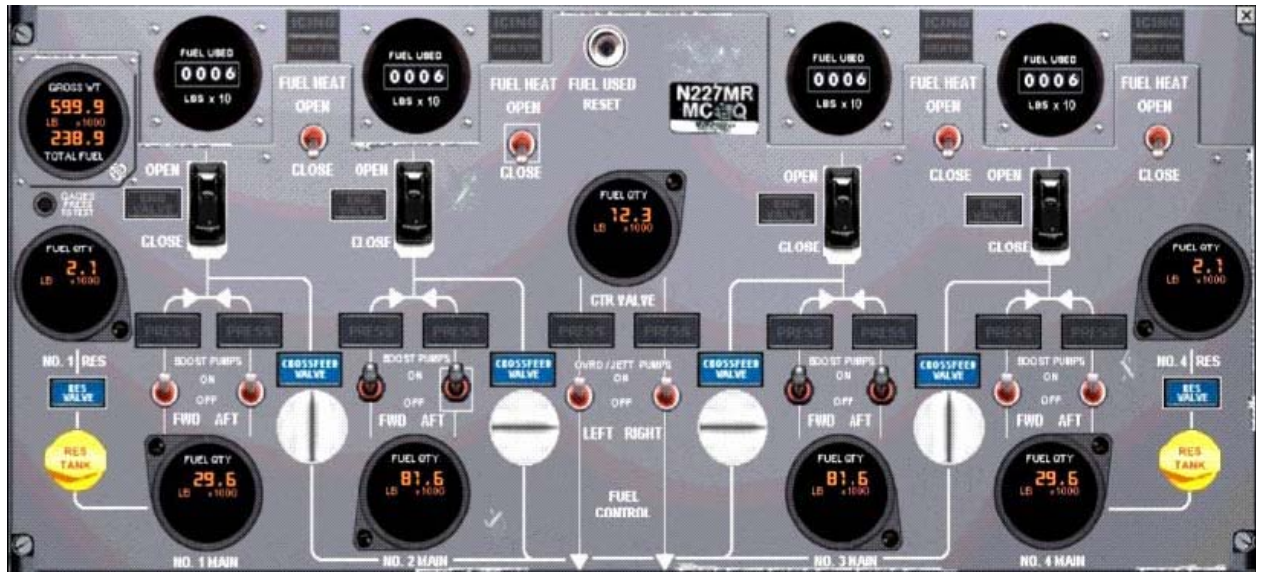


Dans cette configuration, les réservoirs n°1 et n°4 alimentent en carburant et pressurise le conduit principal d'alimentation. Les réservoirs n°2 et n°3 sont dans une configuration "Tank to engine". Le réservoir principal n'est pas utilisé.

Avec plus de 10 000 lbs dans le réservoir principal

- Pompe de surcharge (Over/Jett) réservoir central sur ON.
- Vannes d'alimentation croisée n°1 et n°4 ouvertes.

- Vannes d'alimentation croisée n°2 et n°3 fermées.
- Pompe de gavage n°1, 2, 3, 4 sur ON.



Dans cette configuration, les réservoirs n°1 et n°4 alimentent en carburant et pressurise le conduit principal d'alimentation. Le réservoir principal a ses pompe de surcharge (Over/Jett) sur ON ; ainsi, le carburant utilisé par les moteurs n°2 et n°3 proviennent du réservoir principal. Les réservoirs n°2 et n°3 sont dans une configuration "Tank to engine". Les réservoirs n°1 et n°4 ne fournissent pas de carburant.

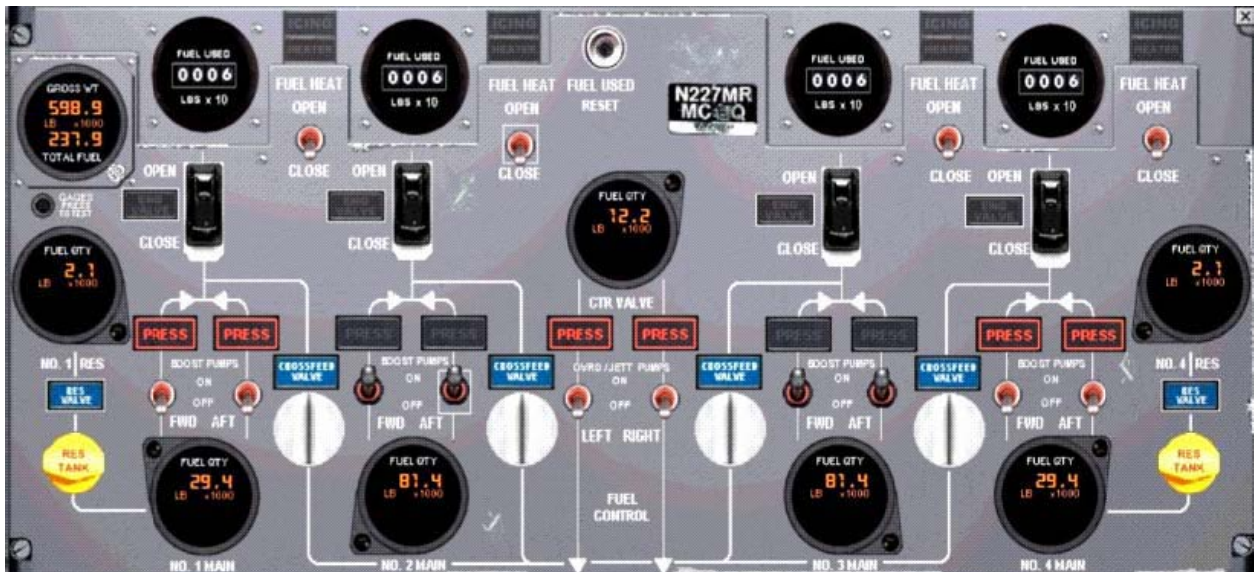
## Montée

Avec moins de 10 000 lbs dans le réservoir principal

Ne pas utiliser plus de 16 000 lbs au total sur les réservoirs principaux avant de vider le réservoir central. Utilisez la configuration "Center Tank To All Engines" jusqu'à ce que les réservoirs des ailes soient vides.

Avec plus de 10 000 lbs dans le réservoir principal

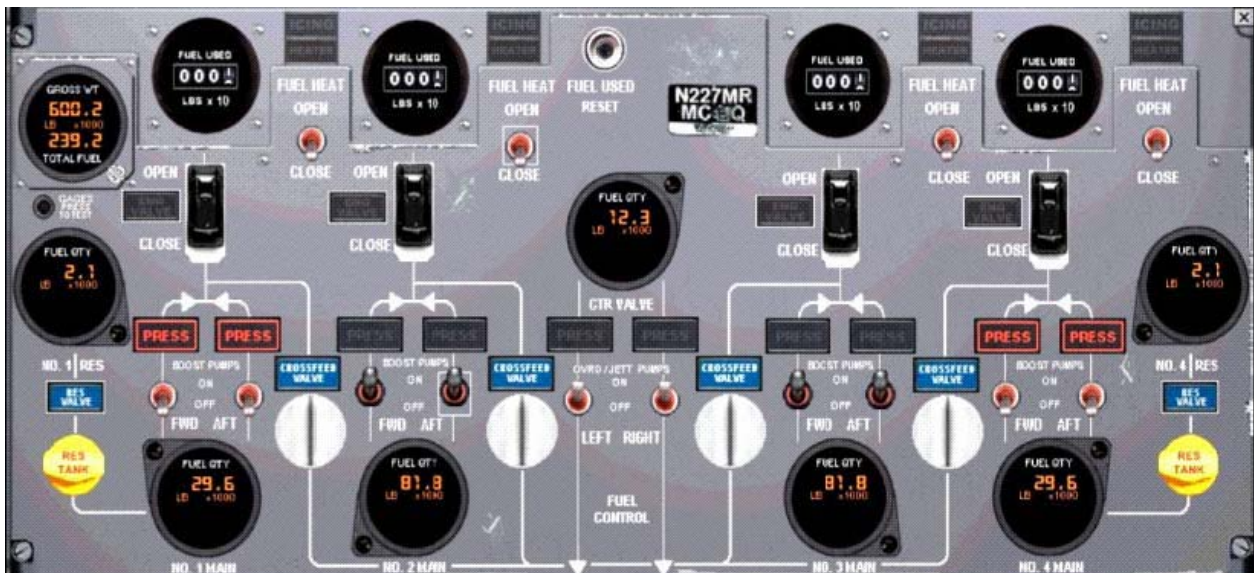
- Gardez la configuration de décollage jusqu'à ce que vous passiez en configuration « puissance montée » ("climb power"). Prenez alors la configuration « tous les réacteurs sur le réservoir central (CENTER TANK TO ALL ENGINES), ceci jusqu'à ce que le réservoir central soit vide.
- Prenez ensuite la configuration « tous les réacteurs sur les réservoirs n°2 et n°3, ceci jusqu'à ce que la quantité de carburant dans les n°2 et n°3 soit égale à la quantité des n°1 et n°4 plus leurs réserve.
- Lorsque le réservoir central est vide, indiqué par les voyants pression basse (LOW PRESS), mettez les pompes OVERRIDE / LETTISON sur OFF
- Laissez toutes les pompes sur ON jusqu'à ce que les quantités dans les n°1 et n°4 atteignent 23 500 lbs. Mettez alors les pompes des n°1 et n°4 sur OFF.
- Garder les vannes d'alimentations croisées sur OPEN.
- Continuez avec cette configuration jusqu'à ce que les n°2 et n°3 soient égaux aux quantités des n°1 et n°4 plus leurs réserves.
- Lorsque cela arrive, mettez les pompes des n°1 et n°4, et les vannes d'alimentations croisées des n°2, 3 et 4 sur CLOSE. Laissez la vanne d'alimentation croisée du n°1 sur OPEN afin que le conduit d'alimentation croisée reste sous pression.



## Croisière

### Carburant utilisable dans le réservoir principal

- Gardez la configuration « tous les réacteurs sur le réservoir central » (CENTER TANK TO ALL ENGINES) jusqu'à ce le réservoir central soit vide.
- Toutes les vannes d'alimentations croisées sur OPEN.
- Mettez les pompes des n°2 et n°3 sur ON.
- Mettez les pompes OVERRIDE / LETTISON sur ON.
- Mettez les pompes des n°1 et n°4 sur OFF.

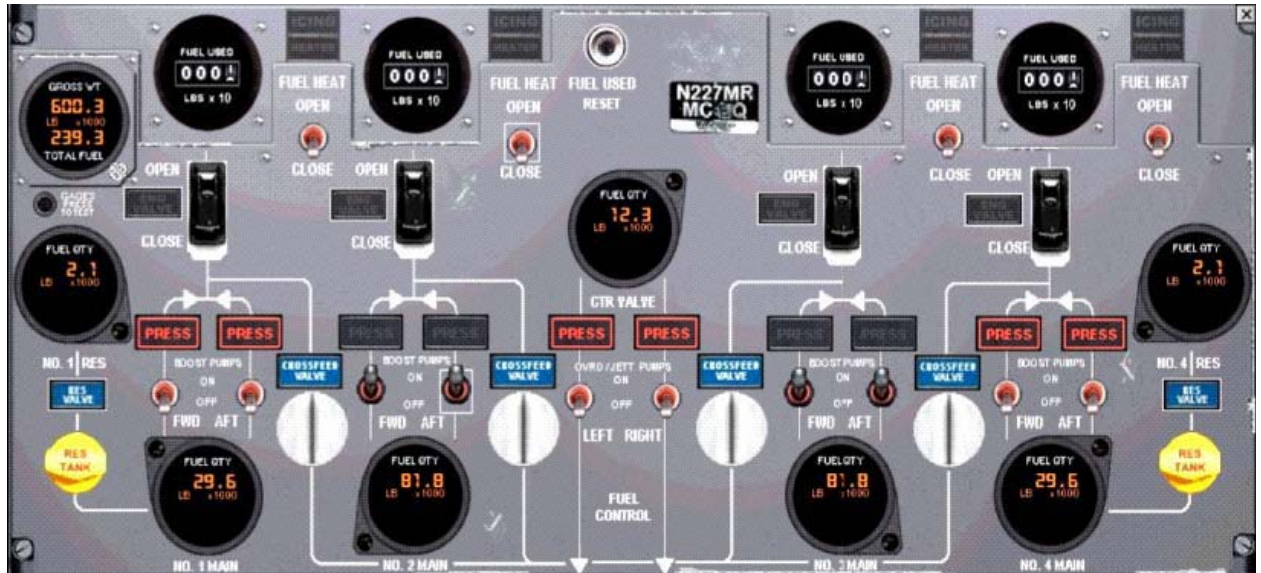


Cette configuration met tous les réservoirs sur le collecteur de carburant. Du fait que le réservoir central possède encore du carburant, et que ses pompes sont sur ON, pourquoi est-ce que l'on garde les pompes des n°2 et n°3 sur ON ?

Tout simplement pour avoir une certaine redondance. Cela aide à pressuriser le collecteur de carburant, et les réservoirs des n°2 et n°3 prendront le relais automatiquement lorsque le réservoir central sera vide.

Pas de carburant utilisable dans le réservoir principal

- Toutes les vannes d'alimentations croisées sur OPEN.
- Mettez les pompes des n° 2 et n° 3 sur ON.
- Mettez les pompes OVERRIDE / LETTISON sur OFF.
- Mettez les pompes des n° 1 et n° 4 sur OFF.



Lorsque le niveau de carburant utilisable est atteint, le voyant PRESS s'allume, ceci lorsque les pompes sont encore sur ON. Ce niveau est atteint approximativement dans les cas suivants :

- Central : 2 000 lbs.
- Autres réservoirs principaux : 0 lbs.

Le terme utilisé pour cet état est celui de "standpipe level".

## Pompe de gavage

Lorsque le réservoir central atteint les 2 000 lbs, le voyant PRESS s'allume. Mettez les pompes OVERRIDE / LETTISON sur OFF. Au centre et en haut du panneau de carburant, vous avez un interrupteur de pompe de gavage ; mettez-le sur ON. Cette pompe va alors transférer les 2 000 lbs restantes dans le réservoir n°2 ; ceci prendra environ 30'.



## Transfert du carburant de réserve

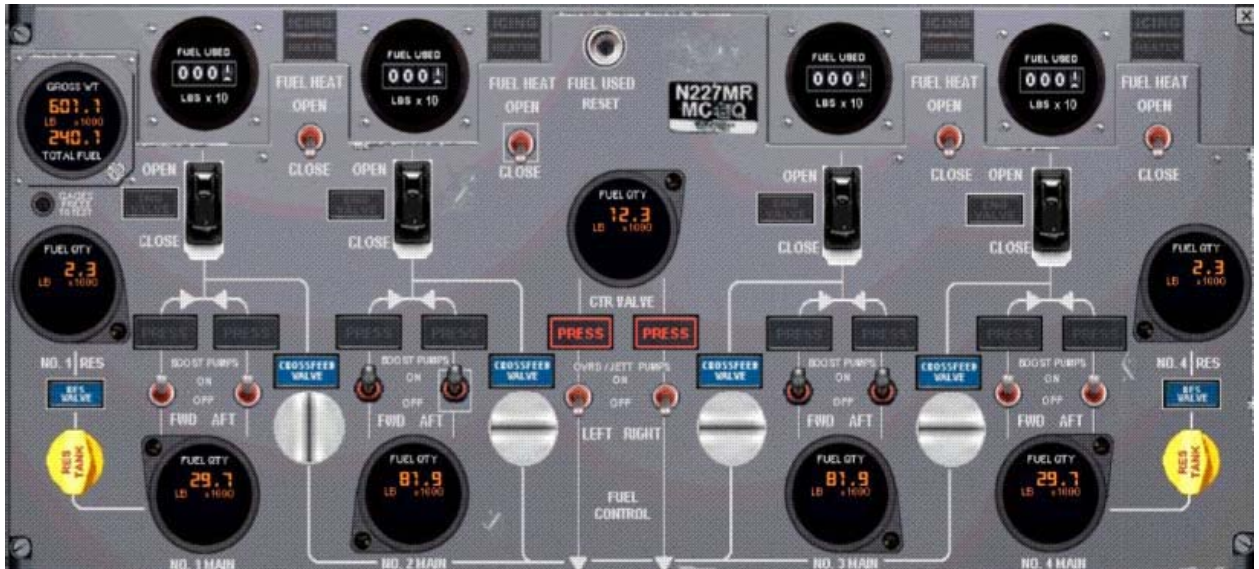
Initialisez ce transfert lors du début de votre descente, ou lorsque les réservoirs n°1 et n°4 atteignent 5 000 lbs si cette situation arrive avant votre descente.

*Remarque : si un transfert doit être effectué en dehors des conditions ci-avant, suivez le guide ci-après.*



Les réserves de carburant peuvent / doivent être transférées lorsque :

- Le réservoir central est vide.
- La quantité de carburant restant dans les n° 1 et n° 4 est < 23 500 lbs par côté.
- Le poids de l'avion est inférieur ou égal à 703 000 lbs.



## Atterrissage

- Vanne de transfert n° 1 OPEN.
- Toutes les pompes sur ON.
- Vannes de réserves n° 1 et n° 4 OPEN.



## Gestion du carburant

### Généralités

La pression des pompes de gavage est nécessaire en vol afin d'écartier la possibilité de pompage et d'inflammation des réacteurs.

Pour effectuer un échantillonnage de la consommation des réacteurs, prendre la configuration décollage pendant 4' au ralenti, ou à une autre puissance, ceci à n'importe quel moment avant le décollage.

### Equilibrage de carburant

L'équilibrage sera gardé pendant les opérations normales. On peut les reporter tant que le déséquilibre n'atteint pas 1 000 lbs.

Maintenez l'équilibrage du carburant en utilisant le contrôle des pompes. Ne pas utiliser moins de 3 pompes pour alimenter tous les réacteurs.

### Décollage avec les réserves vides

Si le décollage est prévu avec les réserves vides, vous pouvez ajouter du carburant aux 4 autres réservoirs principaux avec les limitations suivantes :

- Réservoir central vide
- Carburant dans n'importe quel réservoir principal < 28 000 lbs
- TOW < 703 000 lbs

### Atterrissage avec les réserves vides

Si le vol d'après nécessite les réserves pleines, on peut se poser avec les réserves pleines sans limitation particulière.

## Carburant minimum à destination

Très tôt dans la préparation d'un vol, vous devrez déterminer la quantité minimum de carburant. Cette valeur n'est pas fixée par quel que moyen que ce soit ; par contre, alors que votre vol arrive à destination, cette valeur minimale doit respecter les valeurs suivantes :

- A destination (tous vols) : 23 000 lbs (vol intérieurs et internationaux).
- Déroutement : 15 000 lbs (obligatoire).

Le carburant minimum sur l'aérodrome de déroutement ne doit pas être inférieur à 23 000 lbs. Cette valeur est basée sur le vol prévu pour la destination, une approche interrompue, un déroutement, et un atterrissage immédiat à l'aérodrome de déroutement avec encore 23 000 lbs. Une fois que le vol a commencé, et dès que ces minimums ne sont plus garantis, le commandant de bord et le copilote doivent trouver un moyen de garder ces garanties. Ceci peut emmener au choix d'un autre terrain plus près, un autre mode de croisière, etc.

## Carburant minimum à l'atterrissage

Aucun vol ne devrait se poser avec moins de 12 000 lbs. Cette valeur inclue :

- Carburant au touché : 2 425 lbs
- Remise des gaz : 5 730 lbs
- Erreur des jauges : 4 000 lbs

La valeur minimale de carburant au touché garantit que les pompes pourront alimenter les moteurs lors des "reverses", et tout au long de l'approche lors de l'atterrissage.

La valeur minimale de carburant pour la remise des gaz permet de remettre les gaz au seuil de piste, de monter à 1 000 ft AFE, faire un tour de piste, d'intercepter une pente d'approche de 3° à environ 2 ½ miles de la piste, puis d'atterrir.

Les valeurs pour les erreurs des jauges sont fonctions des erreurs maximales dues à la conception des réservoirs.

Les valeurs minimales données assurent alors de pouvoir se poser dans les pires conditions que l'on peut rencontrer !