

Boeing 747-200 : Gestion du carburant

Configuration du système :

Les réservoirs :

- Quatre réservoirs principaux, ils sont nommés 1, 2, 3 et 4 et correspondent aux moteurs 1, 2, 3 et 4 (numérotation de gauche à droite).
- Un réservoir central qui n'est lié directement à aucun réacteur.
- Deux réservoirs de réserve 1A et 4A liés respectivement aux réservoirs principaux 1 et 4.
- Les capacités d'emport des réservoirs sont détaillées sur la page 7 de ce document.

Les pompes de suralimentation (boost pump) :

- Les réservoirs principaux 1, 2, 3, 4 disposent chacun de deux pompes de suralimentation. Les pompes des réservoirs principaux alimentent directement le moteur lié au réservoir et peuvent alimenter le circuit d'intercommunication.

Les pompes de vidange (jettison pump) :

- Seule les réservoirs 2 et 3 ont des pompes de vidange.

Les pompes du réservoir central :

Les pompes mixtes (override/jettison pumps) :

- o Ces deux pompes permettent soit le transfert de carburant vers les réservoirs 1, 2, 3 et 4 soit de vidanger le carburant dans le circuit de largage (jettison).
- o Une notion importante à connaître est que **les pompes du réservoir central produisent une pression DOUBLE que les pompes des réservoirs principaux**, en cas de fonctionnement simultané avec les pompes des réservoirs principaux elles permettent donc d'utiliser en priorité le carburant du réservoir central.

La pompe de récupération (scavenge pump) :

- o Cette pompe, située dans le réservoir central, permet de transférer le reliquat de carburant, qui ne peut être pompé par les pompes de suralimentation, dans le réservoir n°2.

Les vannes d'intercommunication (crossfeed) :

- Ces vannes permettent de mettre en communication les réservoirs 1, 2, 3, 4 et le réservoir central grâce à un circuit commun, le circuit d'intercommunication. Ce sont les pompes de suralimentation qui mettent en pression ce circuit.

Les réseaux d'alimentation, transfert, vidange du carburant (voir schéma ci-dessous).

- Un circuit d'alimentation (rouge, tank to engine feed) relie directement chaque réservoir principal à son moteur et peut alimenter le circuit d'intercommunication via les vannes d'intercommunication. La mise en pression du circuit d'alimentation est réalisée par les pompes de suralimentation des réservoirs principaux 1, 2, 3 et 4.
- Un circuit d'intercommunication (hachuré rouge et blanc, crossfed) permet de relier les réservoirs. Ce circuit permet **l'entrée ou la sortie** de carburant des réservoirs 1, 2, 3 et 4 **et uniquement la sortie** de carburant du réservoir central.
- Un circuit de vidange (bleu, jettison) permet de larguer, si besoin, du carburant. Les réservoirs principaux 2 et 3 utilisent leurs pompes de vidange spécifiques, le réservoir central utilise les pompes de suralimentation et le carburant des réservoirs 1 et 4 doit être transféré dans les réservoirs 2 et 3 pour être largué.

Notions importantes :

- Le réservoir central est **toujours relié** au circuit d'intercommunication (uniquement en vidange), ses pompes produisent le **double de pression** que celles des réservoirs principaux. Elles sont donc prioritaires dans le transfert de carburant.
- Les réservoirs principaux 1,2,3 et 4 ne sont reliés au circuit d'intercommunication que lorsque leurs vannes d'intercommunication sont ouvertes. Ils peuvent fournir ou recevoir du carburant.

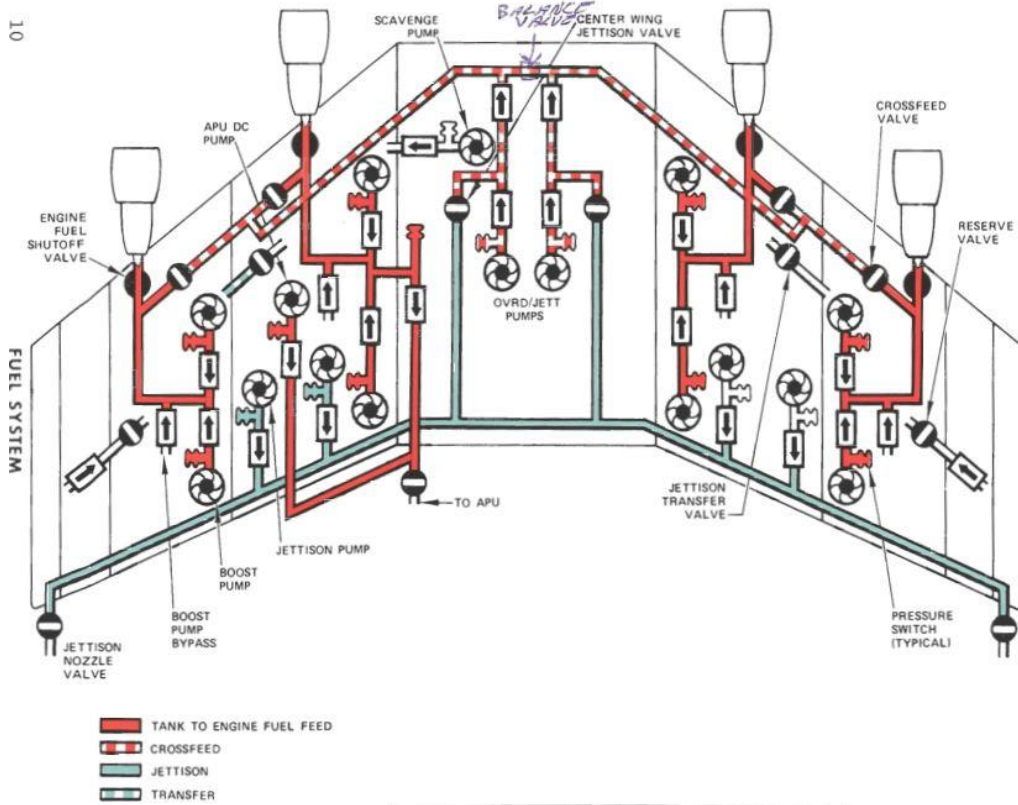
Principes généraux d'utilisation du carburant:

Le carburant du réservoir central est **consommé en priorité**.

Puis le carburant des réservoirs 2 et 3 alimente les 4 réacteurs **jusqu'à ce que les quantités des réservoirs 2, 3, 1 plus sa réserve et 4 plus sa réserve soient égales**.

Puis chaque réservoir principal alimente son moteur.

Tout au long du vol la symétrie de charge des réservoirs est contrôlée et des transferts sont réalisés si nécessaire.



TOTALISATEUR (MASSE TOTALE AVION / MASSE TOTALE CARBURANT)
 - **GROSS WEIGHT**: Valeur à afficher par le bouton de réglage au départ. Cette valeur correspond au ZFW + quantité de carburant à bord. La valeur lue évolue en fonction du délestage.
 - **TOTAL FUEL**: Indique en permanence la somme des 7 jaugeurs réservoirs

POUSSOIR D'ESSAI JAUGEURS

- Enfoncé:
 - L'aiguille de chacun des 7 jaugeurs se déplace vers zéro
 - Sur le totalisateur:
 - **GROSS WEIGHT** augmente
 - **TOTAL FUEL** diminue vers zéro.
 - Relâché:
 - Retour aux valeurs d'origine sur les 8 indicateurs
 - Le test est inspirant lorsque la porte du panneau de commande remplissage est ouverte.

VOYANT AMBRE BASSE PRESSION POMPE BP

(P < 5 PSI)
 - Allumé fixe: baisse de pression carburant ou pompe à l'arrêt.
 - Allumé clignotant:
 - En vol, si les deux interrupteurs BOOST PUMP PWD et AIT sont sur OFF AVEC:
 - Intercommunication réservoir correspondant fermée
 - OU
 - Intercommunication ouverte, mais pression insuffisante.

INTERRUPTEUR POMPE BP

- ON: pompe en fonctionnement

REMARQUE: Si l'APU est en fonctionnement et si la BUS SERVICE est alimentée, la pompe arrière du réservoir 2 est automatiquement mise en fonctionnement, quelle que soit la position de son interrupteur.

VOYANT BLEU ROBINET INTERCOMMUNICATION

- Allumé: Robinet en transit
 - Eteint: Robinet fermé ou ouvert.

VOYANT AMBRE BASSE PRESSION POMPE DE RECUPERATION

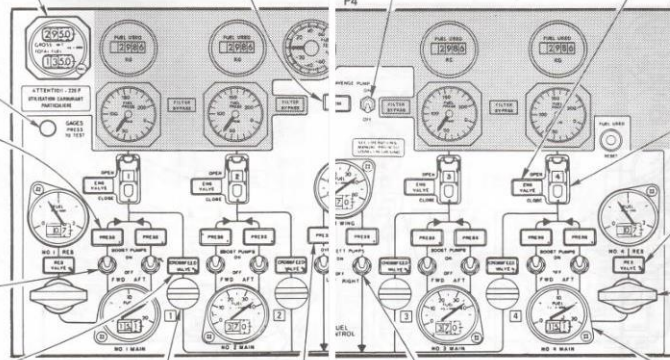
- Allumé: si l'interrupteur de la pompe est sur ON et si la pression de refoulement est insuffisante.
 - Eventuellement allumage momentané à la mise en marche.
 - Allumage permanent quand tout le carburant est transféré.

INTERRUPTEUR POMPE DE RECUPERATION

- ON: Le carburant utilisable restant dans le réservoir 5 est transféré dans le réservoir 2. Ne pas utiliser la pompe de récupération au sol lorsque le réservoir 2 est plein.

VOYANT BLANC ROBINET BP CARBURANT

- Allumé forte brillance: robinet en transit.
 - Allumé faible brillance: robinet fermé
 - Eteint: robinet ouvert.



Jusqu'au F.C.8E INTERRUPTEUR ROBINET BP CARBURANT

Le cache est freiné et maintient l'interrupteur sur OPEN.
 - OPEN: robinet ouvert, réacteur correspondant alimenté, sauf si manette de démarrage sur CUT OFF ou si le coupe feu est tiré.
 - CLOSE: robinet fermé.

VOYANT BLEU ROBINET DE TRANSFERT RESERVOIR AUXILIAIRE

- Allumé: Robinet en transit
 - Eteint: Robinet ouvert ou fermé.

INTERRUPTEUR ROBINET TRANSFERT RESERVOIR AUXILIAIRE

Représenté en position fermé
 - OUVERT: le carburant du réservoir auxiliaire est transféré par gravité dans le réservoir principal adjacents.

INTERRUPTEUR ROBINET INTERCOMMUNICATION

Représenté en position fermée
 - OUVERT: le circuit d'alimentation du réacteur correspondant est connecté au circuit d'intercommunication.

VOYANT AMBRE BASSE PRESSION

Allumé:
 - baisse de pression
 - pompe à l'arrêt
 - pompe en défaut

INTERRUPTEUR POMPE MIXTE

- ON: Le carburant du réservoir 5 est refoulé vers:
 - La tuyauterie d'intercommunication (alimentation réacteur)
 - Le collecteur de remplissage, si le robinet JETTISON VALVE correspondant est ouvert.

JAUGEUR RESERVOIR

Indique la masse de carburant restant utilisable dans le réservoir correspondant.

Capacité d'emport :

Densité du carburant : 0.755 kg/l et 0.840 kg/l à 15 °C

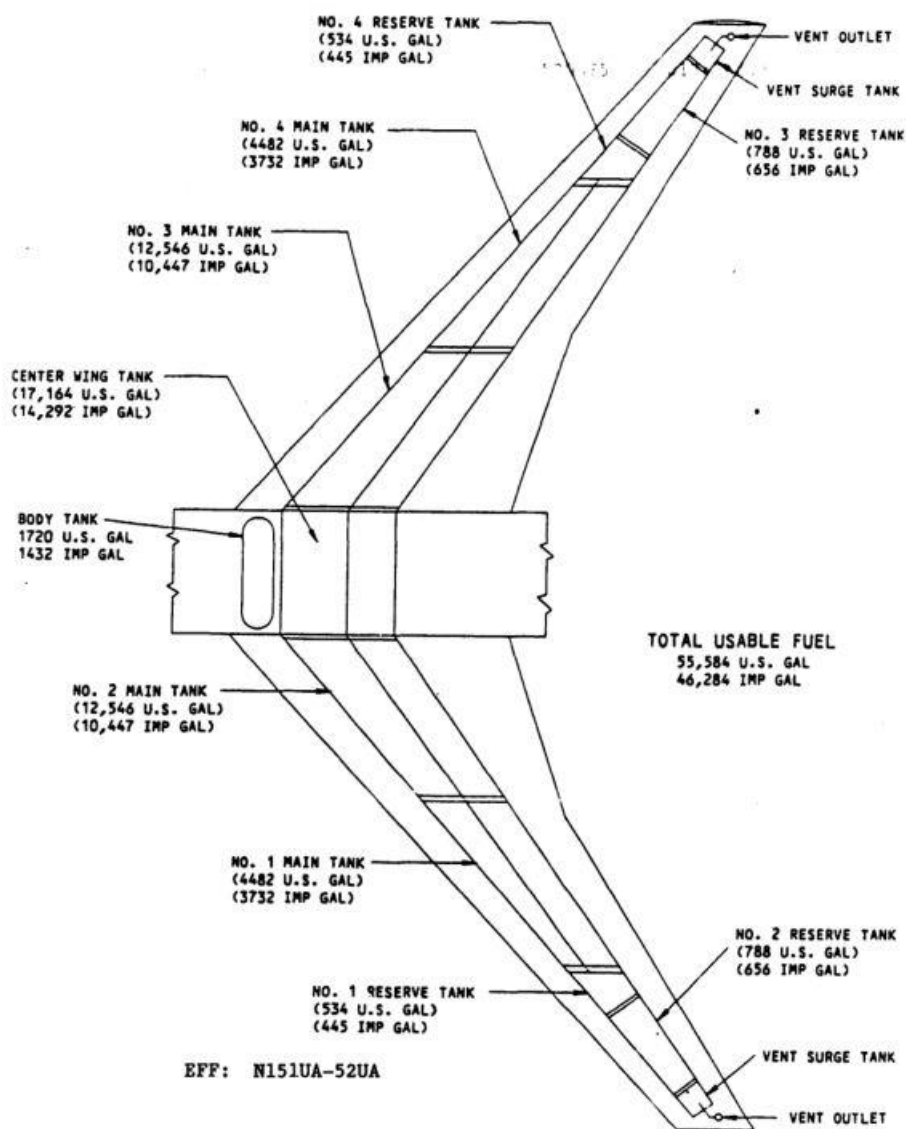
litre = volume en US gallon / 0.26417

litre = volume en UK gallon/ 0.21997

Capacité des réservoirs, **le 747-200 de Felis utilise les quantités en caractères gras**

Réservoir central	= 17 164 US Gal = 64 973 litres	49 055 / 54 577 KG
Réservoir 1	= 4 482 US Gal = 16 966 litres	12 809 / 14 251 KG
Réserve 1	= 534 US Gal = 2 021 litres	1 526 / 1 698 KG
Réservoir 2	= 12 546 US Gal = 47 492 litres	35 856 / 39 893 KG
Réservoir 3	= 12 546 US Gal = 47 492 litres	35 856 / 39 893 KG
Réservoir 4	= 4 482 US Gal = 16 966 litres	12 809 / 14 251 KG
Réserve 4	= 534 US Gal = 2 021 litres	1 526 / 1 698 KG

Total = 197 931 litres 149 438/166 262 KG



A partir des réglages de la phase "Engine Start / Take Off" les tableaux des phases suivantes indiquent **SEULEMENT** les modifications à faire sur le panneau carburant.

Si quantité réservoir central supérieure à 4500 kg							
Engine Start // Take Off							
	Reserve1	1	2	Central	3	4	Reserve 4
Pompes		ON	ON	ON	ON	ON	
Vannes	CLOSE	OPEN	CLOSE		CLOSE	OPEN	CLOSE
Climb / Cruize							
Pompes		OFF				OFF	
Vannes			OPEN		OPEN		
Quand réservoir central < 1400 kg et/ou voyant de basse pression s'allument							
Pompes				OFF			
Quand la quantité des réservoirs 2 = 1+réservoir et 3 = 4+réservoir							
Pompes		ON				ON	
Vannes		OPEN pour maintenir la pression dans le transfert	CLOSE		CLOSE	CLOSE	
Lorsque la quantité des réservoirs 1 et 4 =< 2300 kg							
Vannes	OPEN						OPEN

Si quantité réservoir central inférieure à 4500 kg							
Engine Start // Take Off							
	Reserve1	1	2	Central	3	4	Reserve 4
Pompes		ON	ON	OFF	ON	ON	
Vannes	CLOSE	OPEN	CLOSE		CLOSE	OPEN	CLOSE
Climb / Cruize et réservoir central > 1400kg							
Pompes		OFF		OPEN		OFF	
Vannes			OPEN		OPEN		
Quand réservoir central < 1400 kg et/ou voyant de basse pression s'allument							
Pompes				OFF			
Quand la quantité des réservoirs 2 = 1+réservoir et 3 = 4+réservoir							
Pompes		ON				ON	
Vannes		OPEN pour maintenir la pression dans le transfert	CLOSE		CLOSE	CLOSE	
Lorsque la quantité des réservoirs 1 et 4 =< 2300 kg							
Vannes	OPEN						OPEN

Transfert de carburant

Exemple : du reservoir 3 vers le réservoir 1

	Reserve1	1	2	Central	3	4	Reserve 4
Pompes		OFF	ON	OFF	ON	ON	
Vannes		OPEN	CLOSE		OPEN	CLOSE	

Exemple : du reservoir 2 vers le réservoir 3

	Reserve1	1	2	Central	3	4	Reserve 4
Pompes		ON	ON	OFF	OFF	ON	
Vannes		CLOSE	OPEN		OPEN	CLOSE	

Atterrissage

	Reserve1	1	2	Central	3	4	Reserve 4
Pompes		ON	ON	OFF	ON	ON	
Vannes		OPEN	CLOSE		CLOSE	OPEN	

Pour compléter le mémo ci-dessus et permettre de vérifier l'ensemble du panneau carburant, les tableaux ci dessous représentent l'état du panneau carburant aux différentes phases du vol.

Si quantité reservoir central supérieure à 4500 kg							
Engine Start // Take Off							
	Reserve1	1	2	Central	3	4	Reserve 4
Pompes		ON	ON	ON	ON	ON	
Vannes	CLOSE	OPEN	CLOSE		CLOSE	OPEN	CLOSE
Climb / Cruize							
Pompes		OFF	ON	ON	ON	OFF	
Vannes	CLOSE	OPEN	OPEN		OPEN	OPEN	CLOSE
Quand réservoir central < 1400 kg et/ou voyant de basse pression s'allument							
Pompes		OFF	ON	OFF	ON	OFF	
Vannes	CLOSE	OPEN	OPEN		OPEN	OPEN	CLOSE
Quand la quantité des reservoirs 2 = 1+résERVE et 3 = 4+résERVE							
Pompes		ON	ON	OFF	ON	ON	
Vannes	CLOSE	OPEN pour maintenir la pression dans le transfert	CLOSE		CLOSE	CLOSE	CLOSE
Lorsque la quantité des réservoirs 1 et 4 =< 2300 kg							
Vannes	OPEN						OPEN

Si quantité reservoir central inférieure à 4500 kg							
Engine Start // Take Off							
	Reserve1	1	2	Central	3	4	Reserve 4
Pompes		ON	ON	OFF	ON	ON	
Vannes	CLOSE	OPEN	CLOSE		CLOSE	OPEN	CLOSE
Climb / Cruize et réservoir central > 1400kg							
Pompes		OFF	ON	OPEN	ON	OFF	
Vannes	CLOSE	OPEN	OPEN		OPEN	OPEN	CLOSE
Quand réservoir central < 1400 kg et/ou voyant de basse pression s'allument							
Pompes		OFF	ON	OFF	ON	OFF	
Vannes	CLOSE	OPEN	OPEN		OPEN	OPEN	CLOSE
Quand la quantité des reservoirs 2 = 1+résERVE et 3 = 4+résERVE							
Pompes		ON	ON	OFF	ON	ON	
Vannes	CLOSE	OPEN pour maintenir la pression dans le transfert	CLOSE		CLOSE	CLOSE	CLOSE
Lorsque la quantité des réservoirs 1 et 4 =< 2300 kg							
Vannes	OPEN						OPEN

Traduction (simplifiée) de : 747 FLYING MANUAL NORMAL OPERATIONS : FUEL
Source : BRITISH AIRWAYS

Mise en route des moteurs :

Démarrage des moteurs avec moins de 4500 kg dans le réservoir central.

- Tous les moteurs doivent être démarrés en utilisant le réservoir principal du moteur.

Démarrage moteur avec plus de 4500 kg dans le réservoir central.

- Toutes les pompes principales des réservoirs 1,2,3,4 ON
- Les pompes du réservoir central ON.
- Les moteurs n° 1 et 4 utilisent le carburant du réservoir central, vannes de transfert OPEN
- Les moteurs n° 2 et 3 utilisent le carburant de leur réservoir principal, vannes de transfert CLOSE

Taxi : maintenir la procédure ci-dessus pendant un minimum de quatre minutes, ceci permet de s'assurer que le carburant utilisé pour le T/O a été correctement échantillonné.

En cas de fonctionnement prolongé au sol, utiliser l'une des procédures suivantes pour les opérations au sol :

- Avec du carburant utilisable du réservoir central, utiliser le réservoir central pour tous les moteurs.
- En l'absence de carburant dans le réservoir central, continuer au sol en utilisant les réservoirs principaux 2 et 3 pour tous les moteurs jusqu'à ce que l'autorisation de décollage soit reçue ou jusqu'à ce que la quantité de carburant dans les réservoirs 2 et 3 soit égale à la quantité de carburant dans les réservoirs 1 et 4 plus les réserves.
- Revenir à la configuration de décollage appropriée pour le décollage.

Décollage :

Décollage - moins de 4500 kg dans le réservoir central.

- Toutes les pompes principales des réservoirs 1,2,3,3 ON
- Pompes réservoir central OFF
- Vannes de transfert 1 et 4 OPEN
- Vannes de transfert 2 et 3 CLOSE

Décollage - plus de 4500 kg dans le réservoir central.

- Toutes les pompes principales de suralimentation ON
- Les pompes réservoir central ON.
- Vannes de transfert 1 et 4 OPEN
- Vannes de transfert 2 et 3 CLOSE

REMARQUE : Maintenez la configuration d'alimentation en carburant au décollage jusqu'à ce que le transfert soit terminé

Climb/Cruise

Contenu du réservoir central plus de 4500 kg

- Vannes de transfert réservoirs 2 & 3..... OPEN
- Pompes des réservoirs 1 et 4... OFF

Effectuez ensuite la PROCEDURE 1.

Procédure 1

- Lorsque la quantité de carburant pour charge utile dans le réservoir central est atteinte ou lorsque les voyants de basse pression du réservoir s'allument :
 - o Passer aux réservoirs principaux 2 et 3 pour alimenter tous les moteurs.
 - Vanne de transfert 1,2,3,4 OPEN
 - Pompes des réservoirs 2 et 3 ... ON
 - Pompes des réservoirs 1 et 4 OFF
 - o Récupérer le carburant du réservoir central si nécessaire.
 - o Pompes du réservoir central..... OFF
 - o Pompe de vidange (le cas échéant) ON
 - o **Mettez la pompe de récupération hors tension lorsque son voyant PRESS faible s'allume en permanence.**

REMARQUE : Si la pompe de vidange est inopérante, il reste au maximum 1400 kg de carburant dans le réservoir central.

- **Continuer l'alimentation en carburant des réservoirs principaux 2 et 3 vers tous les moteurs jusqu'à ce que la quantité de carburant dans les réservoirs 2 et 3 soit égale à celle des réservoirs 1 et 4, plus les réservoirs de réserve 1 et 4.**
- Puis passer à l'alimentation en carburant du moteur par le réservoir principal.
 - o Toutes les pompes des réservoirs 1,2,3,4 ON
 - o Une seule des vannes de transfert OPEN
 - o Les autres vannes de transfert CLOSE

REMARQUE : Lors du décollage avec des charges de carburant ne nécessitant pas l'alimentation des moteurs par le réseau de transfert ou le réservoir central et que la charge de carburant est équilibrée, l'une des vannes d'alimentation transversale doit être fermée à l'achèvement de la liste de vérification après décollage

Contenu du réservoir central moins de 4500 kg

- o Ne pas utiliser plus de 1810 kg du réservoir 1 ou réservoir 4
- o Pompes du réservoir central ON
- o Vannes de transfert 2 et 3.....OPEN
- o Pompes des réservoirs 1 et 4..... OFF

Suivre ensuite la PROCEDURE 1

Le contenu des réservoirs 2 et 3 dépasse le contenu des réservoirs 1 et 4 plus les réserves 1 et 4.

- o Ne pas utiliser plus de 1810 kg du réservoir principal du réservoir 1 ou du réservoir principal 4
- o Vanne de transfert 2 et 3..... OPEN
- o Pompes des réservoirs 1 et 4 OFF

Suivre ensuite la PROCEDURE 1

Transfert des réservoirs de réserve 1 et 4

- CRUISE : Ouvrir les vannes de transfert des réservoirs de réserve No.1 et No.4 lorsque la quantité de carburant dans les réservoirs principaux 1 ou 4 **atteint 2300 kg.**

Vérification avant la descente :

- SI la quantité de carburant dans les réservoirs principaux 1 ou 4 est de 8 800 kg ou moins
ET SI la masse brute de l'avion est de 289 000 kg ou moins
ET SI tout le carburant utilisable du réservoir central (sauf le carburant de récupération) est utilisé
ALORS : Ouvrir les vannes de transfert des réservoirs de réserve No.1 et No.4

Laisser les vannes de transfert ouvertes pour le reste du vol et les fermer après le stationnement.

Carburant non équilibré

En cas de déséquilibre du carburant, les mesures suivantes peuvent être prises :

- Quantité de carburant d'un des réservoirs principaux 2 ou 3 plus élevée que l'autre lorsque les réservoirs 2 et 3 alimentent en carburant de tous les moteurs :
 - o Vanne de transfert du réservoir (2 ou 3) ayant la faible quantité CLOSE
 - o Lorsque la quantité de carburant souhaitée est atteinte :
 - o Vanne de transfert du réservoir (2 ou 3) ayant la faible quantité..... OPEN

- Quantité de carburant élevée du réservoir principal lorsque celui-ci aliment son moteur :
 - o Vanne de transfert de carburant du réservoir ayant quantité la plus élevée OPEN
 - o Vanne de transfert de carburant du réservoir opposé OPEN
 - o Pompes du réservoir opposé OFF
 - o Vannes de transfert des autres réservoirs CLOSE

Atterrissage

Tous les atterrissages normaux seront effectués sur l'alimentation en carburant du réservoir principal vers le moteur, avec les vannes de transfert 1 et 4 ouvertes.

- (1) Le capitaine doit être informé de tous les changements de configuration du panneau de carburant affectant le système d'alimentation en carburant du réservoir au moteur.
- (2) Il est essentiel, lors de l'exécution de l'une de ces procédures, que les manomètres de pression de carburant du moteur soient surveillés jusqu'à ce que la configuration d'alimentation en carburant requise soit établie.
- (3) Il est interdit de dépendre complètement d'un seul réservoir pour alimenter les quatre moteurs sans une source de secours de carburant sous pression.
- (4) Pour les opérations avec peu de carburant (carburant total inférieur à 40 000 kg), il faut éviter les accélérations et décélérations rapides dans les plans horizontal et vertical.