

ATA 28

CIRCUIT CARBURANT

FICHE ANTI-SÈCHE

Fonctions du circuit • Carburants réacteurs • Technologie des réservoirs
Remplissage / Vidange • Jaugeage • Alimentation moteur
Transfert carburant • Sécurités

Document de synthèse — d'après le support de cours AFMAé

SOMMAIRE

1. Différentes fonctions du circuit carburant	3
2. Les carburants pour réacteurs	4
3. Technologie des réservoirs	5
4. Remplissage / Vidange	7
4bis. Le jaugeage	9
5. Alimentation moteur	10
6. Transfert carburant	13
7. Sécurités	14
* Fiche mémo — Résumé express (verso)	16

NOTE — Ce document résume l'intégralité du support de cours ATA 28 « Circuit Carburant ». Il reprend les fonctions, la technologie, les procédures et les consignes de sécurité à connaître pour l'examen ou l'intervention en ligne.

1

DIFFÉRENTES FONCTIONS DU CIRCUIT CARBURANT

Le carburant nécessaire au bon fonctionnement des GTR (Groupes Turbo Réacteurs) est généralement stocké dans des **réservoirs structuraux** constitués par le caisson de voilure, le caisson central et, sur certains avions, le caisson d'empennage horizontal (PHR).

Fonction principale

Alimentation des GTR et de l'APU

Fonctions annexes

- **Intercommunication** entre réservoirs
- **Remplissage** — sous pression ou par gravité
- **Transfert** entre réservoirs
- **Reprise au sol** (defueling)
- **Vidange rapide en vol** — sur certains avions (jettison)

Fonctions particulières (selon avion)

- Modification du **centre de gravité** sur l'axe longitudinal (ex : B747-400, A340, A330, Concorde)
- **Refroidisseur** pour les circuits hydrauliques et le circuit d'huile GTR (hors périmètre de ce cours)

Réservoirs types (exemple B787)

Réservoir	Volume (US Gal)	Volume (L)	Masse (kg)
Center Tank	22 340	84 566	67 893
Left / Right Main Tank (chacun)	5 520	20 896	16 776
Surge Tank (chacun)	—	récupération / vent	—
TOTAL (approx.)	33 380	126 357	101 444

Les 6 grandes fonctions à retenir : **Stockage** — **Alimentation des moteurs** — **Intercommunication** — **Transfert** — **Remplissage/vidange sous pression** — **Vidange rapide**.

2

LES CARBURANTS POUR RÉACTEURS

Les carburants pour réacteurs proviennent, comme les essences d'aviation, de la **distillation du pétrole brut**, dont ils constituent une fraction un peu plus lourde (coupe kérosène, entre 170°C et 270°C environ dans la colonne de distillation).

Tableau des carburants et de leurs caractéristiques

Désignation	Type	Pt. congélation maxi	Pt. éclair mini	Densité à 15°C	PCI (K.cal/kg)
KEROSENE	JET A1 / TR0	-47°C	+38°C	0,775 / 0,840	10 400
KEROSENE	JET A	-40°C	+38°C	0,775 / 0,840	10 320
KEROSENE	JP 8	-47°C	+38°C	0,775 / 0,840	—
WIDECUT	JET B	-50°C	Non applicable	0,751 / 0,802	10 400
WIDECUT	JP 4	-58°C	Non applicable	0,751 / 0,802	10 400
HIGH FLASH	JP 5	-46°C	+60°C	0,788 / 0,845	—

*NOTE — **Point éclair** : à pression atmosphérique standard, température à laquelle il faut élever un liquide inflammable au repos pour qu'il émette des vapeurs en quantité suffisante pour qu'elles s'enflamment en présence d'une flamme, d'un point incandescent ou d'une étincelle.*

JET A1, JET A et JP8 → aviation commerciale (sécurité élevée, point éclair haut).
JET B et JP4 → aviation militaire.

Rendement des différents carburants (PCI = Pouvoir Calorifique Inférieur)

Carburant	PCI
Essence (automobile)	43,8 MJ/kg
Essence (aviation)	44,0 MJ/kg
GPL	46,1 MJ/kg
Fioul ou gazole	42,5 MJ/kg
Kérosène	43,3 MJ/kg
Hydrogène	120,0 MJ/kg

3

TECHNOLOGIE DES RÉSERVOIRS

3.1 — Mise à l'air libre (ventilation)

La mise à l'air libre assure la **ventilation efficace** des réservoirs en permettant une communication avec l'atmosphère extérieure au cours des différentes évolutions de l'avion.

- Assurée par des **conduits en U** formant raidisseurs pour l'extrados, ou par des tuyauteries
- En liaison avec des **réservoirs de récupération** (« vent surge tank ») situés à l'extrémité externe de l'aile
- La **prise NACA** est généralement située sur l'intrados et fixée sur le réservoir de récupération
- Elle assure, en vol, une **légère pressurisation** des réservoirs et l'adaptation à l'évolution de l'appareil (changement d'altitude)

3.2 — Prise NACA et grille pare-flamme

La prise NACA est généralement équipée d'une **grille pare-flamme (flame arrestor)** qui agit comme un déperditeur de chaleur, abaissant la température de la flamme au-dessous du point d'allumage.

3.3 — Clapets de surpression / dépression

Il existe des **clapets à double fonction** (pressure relief valves) montés sur les surge tanks, protégeant le réservoir contre les excès de pression ou de dépression.

[!] ATTENTION AU DÉBORDEMENT

Si le réservoir de récupération (surge tank) se remplit, le kérosène peut couler par la prise NACA.

PAS DE STATIONNEMENT SOUS LA PRISE NACA PENDANT LES PLEINS CARBURANT.

3.4 — Purge d'eau (Water Drain)

Les réservoirs sont souvent **contaminés par de l'eau** (humidité de l'air, condensation, etc.). Il faut évacuer cette eau pour éviter :

- le développement de **bactéries** (biocontamination),
- l'aspiration d'eau par les pompes,
- le **gel** dans les tuyauteries en altitude.

L'eau étant plus lourde que le kérosène, elle se dépose au fond des réservoirs : on utilise des **purges (water drain valves)** situées aux points bas pour l'évacuer — **opération de maintenance à effectuer régulièrement** (outils : gravity purger, suction purger tool).

NOTE — Points bas typiques d'un réservoir d'aile : Vent Tank, Outer Tank, Surge Tank, Feed Tank, Mid Tank, Inner Tank, Collector Cell, Center Wing Box, Trim Tank (PHR).

4

REPLISSAGE / VIDANGE

4.1 — Principe général

Le remplissage est normalement effectué **sous pression**, entre **30 et 50 PSI**, de manière à réduire la durée d'immobilisation de l'avion.

Une prise de remplissage (une ou deux par aile) permet la connexion des moyens d'avitaillement. Elle affleure le revêtement de l'intrados (ou est située derrière une trappe d'accès) et est pourvue d'un **clapet self-obturbateur** et d'un bouchon.

*NOTE — La « **flange** » permet au camion de se connecter à l'avion. En cas d'urgence, le camion peut partir très vite sans déconnecter son tuyau : la flange est étudiée pour **casser** (fusible mécanique).*

4.2 — Contrôle du remplissage

- Le plus souvent contrôlé sur un **panneau situé à côté des couplings** de remplissage (Refuel Control Panel)
- Peut aussi, sur certains avions, être contrôlé depuis le **poste de pilotage**
- Selon la taille de l'appareil, il peut y avoir **1 ou 2 robinets de remplissage par réservoir**

Organes clés du panneau de remplissage (RCP)

Organe	Fonction
Overfill Indicator Light / Reset	Signale et permet de réarmer un trop-plein
Preselect Control (Select QTY)	Sélection de la quantité de carburant désirée par réservoir
Valve Position Control (Manual)	Ouverture / fermeture manuelle des vannes de remplissage
Refuel Power Select Switch	Alimentation du panneau sur batterie (BATT) ou normal (NORM)
H. STAB Isolation Valve	Isolement du réservoir d'empennage horizontal (le cas échéant)

4.3 — Reprise de carburant (Defueling)

La reprise de carburant est faite par les mêmes moyens que le remplissage sous pression. La pression de reprise peut être fournie de deux façons :

- Par les **pompes de réservoir** de l'avion, en "poussant" le kérosène via une **defuel valve** qui met en communication la ligne d'alimentation moteur et la ligne de remplissage carburant ;
- Par **aspiration** du camion via la prise de remplissage — technique peu utilisée ;
- Le camion peut aussi aspirer par l'intermédiaire des **crépines de succion moteur** — technique peu utilisée.

Le camion met en pression la ligne de remplissage, qui est bien souvent aussi la **ligne de vidange rapide (jettison)** de l'avion.

4

LE JAUGEAGE

Des **sondes à flotteur** ou des **thermistances** peuvent être utilisées pour des fonctions particulières de mesure et de sécurité :

Fonction	Utilisation typique
Détection haut niveau	Surveillance du remplissage (arrêt automatique du plein)
Détection bas niveau	Arrêt automatique des pompes (protection contre marche à sec)
Présence carburant dans réservoirs de mise à l'air libre	Arrêt des pleins (anti-débordement / surge tank)
Détection de température	Gestion de la recirculation carburant

Deux implantations typiques : le **détecteur carburant dans le « surge tank »** (flotteur + connecteur électrique monté sur le longeron) et les **capteurs de niveau bas / haut / température / overflow** répartis le long de l'aile, associés aux nervures (RIB) du réservoir.

5

ALIMENTATION MOTEUR

5.1 — Principe

Les moteurs sont en général alimentés en carburant par **deux pompes BP** (Basse Pression). Ces dernières sont du type **non volumétrique centrifuge**. Leur rôle est de fournir un **débit carburant sans rupture** à la pompe HP du moteur.

Le moteur est isolé du circuit par l'intermédiaire d'un **robinet « coupe-feu »** du type « guillotine », commandé depuis le poste de pilotage (poignée coupe-feu).

5.2 — Les pompes centrifuges

Une pompe centrifuge est constituée par :

- une **roue à aubes** tournant autour de son axe (rouet / impeller),
- un **distributeur** dans l'axe de la roue,
- un **collecteur de section croissante**, en forme de spirale, appelé **volute**.

Les pressions utilisées dans le circuit carburant sont de l'ordre de **10 à 50 PSI**. Des **clapets limiteurs de pression** ou des pompes de puissances différentes peuvent être montés de manière à créer un **ordre de priorité dans le gavage des GTR**.

*NOTE — Exemple Boeing 777 : pompes des réservoirs d'ailes → 12 PSI / 260 kg/mn. Pompes du réservoir central → 36 PSI / 530 kg/mn. Si toutes les pompes fonctionnent, le **réservoir central se vide en premier**.*

5.3 — Montage des pompes

- **Immergées** dans le réservoir (submersibles), montées sur le longeron arrière, à l'extérieur ou à l'intérieur du réservoir, souvent dans une **chambre / canister de pompage**
- Montées dans un **logement sec** à l'extérieur du réservoir, raccordées par une tuyauterie d'aspiration au travers d'un **robinet d'isolement à commande manuelle** (permet le démontage sans vidanger le réservoir)

*NOTE — Pour des raisons de sécurité, la **fermeture de la trappe d'accès est impossible** si le robinet d'isolement n'a pas été repositionné sur « ouvert ».*

5.4 — Le circuit d'alimentation et l'intercommunication

L'alimentation du moteur se fait au travers d'un **robinet coupe-feu** permettant sa coupure en cas d'urgence. Principe : **deux pompes par réservoir** (1 principale + 1 secours). Un moteur doit pouvoir être alimenté par **n'importe quel réservoir** : c'est ce qu'on appelle **l'intercommunication du circuit**.

- Sur un **bimoteur**, l'intercommunication est assurée par un **robinet d'intercom (crossfeed)** (deux en parallèle par sécurité sur B777)
- En **secours ultime**, le moteur peut, grâce à sa propre pompe HP, aspirer du carburant via un tuyau situé directement au point bas du réservoir adjacent (**suction feed**)

5.5 — Alimentation de l'APU

L'APU (Auxiliary Power Unit) est alimenté par une des pompes d'un réservoir principal.

- Si l'alimentation électrique de l'appareil n'est pas disponible, une **pompe DC** est prévue pour permettre la mise en route de l'APU **sur batterie**
- Un **robinet d'isolement** permet aussi, comme pour les moteurs, de couper l'APU en cas d'urgence (poignée coupe-feu APU)

Synthèse — Chaîne d'alimentation moteur

Élément	Rôle
Pompe BP (boost pump)	Fournit un débit sans rupture à la pompe HP du moteur
Robinet coupe-feu (guillotine)	Isole le moteur du circuit carburant en cas d'urgence
Robinet d'intercom / crossfeed	Permet à un moteur d'être alimenté par un autre réservoir
Suction feed check valve	Alimentation de secours par aspiration directe de la pompe HP
Pompe DC APU	Alimente l'APU sur batterie si pas d'alimentation électrique normale

6

TRANSFERT CARBURANT

6.1 — Transfert en vol

Sur certains avions (ex. B747), du carburant est transféré entre réservoirs en vol, par exemple depuis le réservoir du **plan horizontal réglable (PHR / STAB)** vers le **réservoir central**, notamment pour la **gestion du centrage** de l'appareil.

6.2 — Transfert au sol (maintenance)

Au sol, pour la maintenance, il est possible d'effectuer des transferts dans **n'importe quel réservoir** grâce à la mise en communication de la **ligne de remplissage** et de la **ligne d'alimentation moteur**. Une ou deux valves sont prévues à cet effet (voir §4 Remplissage/Vidange).

[!] POINTS D'ATTENTION — TRANSFERT AU SOL

- 1) Ce type de transfert n'est PAS protégé par les calculateurs : s'assurer qu'il y a suffisamment de place dans le réservoir de réception → RISQUE DE DÉBORDEMENT.
- 2) Vérifier les abords de l'avion : en cas de déséquilibre d'une aile, l'avion peut bouger → RISQUE D'INTERFÉRENCE ET DE FOD.

7

SÉCURITÉS

Le remplissage des réservoirs ou toute opération de maintenance sur le circuit carburant doit être précédée de l'application de **consignes de sécurité strictes**, dans le but d'éviter la contamination du carburant et l'**inflammation des vapeurs**.

7.1 — Le triangle de combustion

Trois éléments sont nécessaires à un incendie : **Oxygène + Carburant + Source d'inflammation**. Toute la démarche sécurité vise à supprimer l'un de ces trois facteurs.

7.2 — Avant intervention : consignes générales

- **Mise de l'avion à la terre** (bonding / masse électrique)
- Mise en place de **zones de sécurité** autour de l'avion et de chaque zone de mise à l'air libre (typiquement **10 m** autour de l'appareil, avec barrières et pancartes « OPEN FUEL TANKS »)
- **Extincteur à proximité** et équipement de lutte incendie adapté
- **Interdiction** des équipements électriques pouvant produire des étincelles, y compris les **téléphones portables** (alimentation coupée) — pas de fumée, pas d'appareil photo
- **Ventilation** pendant toute la durée de l'intervention dans les réservoirs (système de ventilation avec au moins une entrée et une sortie d'air)
- **Vérification de la densité des vapeurs** (test d'explosivité et de toxicité) avant toute entrée dans un réservoir, avec un **détecteur de gaz combustible** — la concentration doit être **< 10 % de la LIE** (Limite Inférieure d'Explosivité)
- Utilisation des **masques appropriés** et mise en place d'une **vigie (safety person)** avant l'entrée dans le réservoir

7.3 — Pendant le travail dans un réservoir

Le personnel de maintenance travaillant dans les réservoirs doit :

- Travailler **en équipe** (présence obligatoire d'une personne de sécurité / vigie)
- Utiliser un **éclairage adapté** (ex. lampe anti-déflagrante / spark-proof)
- Utiliser une **alimentation d'air filtré**
- Utiliser des **tapis de protection** au sol pour protéger le personnel et la structure
- S'assurer que tous les composants du circuit carburant ont une **liaison électrique (bonding) correcte**
- **Répertorier les pièces déposées** et noter la position de chaque vis de trappe, pour éviter tout dommage à la structure

7.4 — Checklist de fin d'intervention

Après une intervention dans les réservoirs, il faut appliquer une checklist de sortie et vérifier :

- La **propreté** de la zone de travail
- Qu'**aucun outil** n'est oublié dans le réservoir
- Qu'**aucun équipement électrique** n'est détérioré ou reste déconnecté
- Que les **masses (bonding)** sont bien réinstallées
- Que les **trappes d'accès** sont réinstallées (ex. rib access panels)

[!] À RETENIR

Triangle du feu = Oxygène + Carburant + Ignition → toujours neutraliser une des trois sources.

Zone de sécurité type ≈ 10 m autour de l'avion pendant les travaux réservoirs ouverts.

Concentration de vapeurs $< 10\%$ LIE avant toute entrée en réservoir.



FICHE MÉMO — RÉSUMÉ EXPRESS

Chiffres clés à connaître

Paramètre	Valeur
Pression de remplissage sous pression	30 à 50 PSI
Pression circuit carburant (pompes BP)	10 à 50 PSI
Exemple B777 — pompes réservoirs d'ailes	12 PSI / 260 kg/mn
Exemple B777 — pompes réservoir central	36 PSI / 530 kg/mn
Concentration vapeurs admissible avant entrée réservoir	< 10 % de la LIE
Zone de sécurité autour de l'avion (travaux réservoirs)	≈ 10 m
PCI kérosène	43,3 MJ/kg (≈ 10 400 K.cal/kg pour JET A1)

Les 7 chapitres du cours

- **1.** Fonctions du circuit carburant (stockage, alimentation, intercom, remplissage, transfert, reprise, vidange rapide)
- **2.** Les carburants pour réacteurs (JET A1/A/B, JP4/5/8, PCI, point éclair, point de congélation)
- **3.** Technologie des réservoirs (mise à l'air libre, prise NACA, pare-flamme, clapets, purge d'eau)
- **4.** Remplissage / Vidange (pression, panneau de contrôle, flange, defueling)
- **4bis.** Le jaugeage (sondes à flotteur, thermistances, niveaux haut/bas, température)
- **5.** Alimentation moteur (pompes BP centrifuges, robinet coupe-feu, intercommunication, APU)
- **6.** Transfert carburant (en vol et au sol, risques débordement et FOD)
- **7.** Sécurités (triangle du feu, zone de sécurité, ventilation, checklist entrée/sortie réservoir)

Document réalisé à partir du support de cours « ATA 28 — Circuit Carburant » (AFMAé). Fiche de révision non contractuelle — se référer à la documentation constructeur (AMM) pour toute intervention réelle.