

AFMAé — CQPM 082

FICHE ANTI-SÈCHE

L'avion et ses systèmes

Vocabulaire avion • Structures • Circuits ATA • Instruments de bord

SOMMAIRE

1. L'avion et son vocabulaire	3
2. Classification des structures	3
3. Commandes de vol — Axes de référence (ATA 27)	4
4. Génération électrique — ATA 24	4
5. Génération hydraulique — ATA 29	5
6. Génération pneumatique — ATA 36	5
7. Conditionnement d'air — ATA 21	6
8. Circuit carburant — ATA 28	6
9. Trains d'atterrissage — ATA 32	7
10. Protection incendie — ATA 26	7
11. Oxygène — ATA 35	8
12. Instruments de bord — ATA 31	8
13. L'avion et ses dangers — pictogrammes à connaître	8
14. Récapitulatif des chapitres ATA cités	8

1. L'avion et son vocabulaire

Envergure	Distance entre les deux extrémités de la voilure.
Voie	Distance séparant d'axe à axe les deux trains principaux.
Garde	Distance séparant le point le plus bas de l'avion avec le sol.
Empattement	Distance séparant l'axe du train avant de l'axe joignant les trains principaux.
Empennage vertical (dérive)	Élément stabilisateur de l'axe de lacet ; stabilise la trajectoire dans le plan vertical.
Empennage horizontal (stabilisateur)	Élément stabilisateur de l'axe de tangage ; stabilise la trajectoire dans le plan horizontal.
Saumon d'aile	Partie extrême de chaque aile.
Emplanture d'aile	Zone de fixation de la voilure sur l'aéronef.
Bord d'attaque	Partie avant de l'aile qui « attaque » les filets d'air.
Bord de fuite	Partie arrière de l'aile par laquelle les filets d'air « s'enfuient ».
Extrados	Partie supérieure de l'aile (le dessus).
Intrados	Partie inférieure de l'aile (le dessous).

Éléments de structure repérés sur un B747-300

- Voilure, empennage horizontal, empennage vertical, emplanture
- Radome (nez), fuselage, saumon d'aile, moteurs (numérotés 1 à 4 de droite à gauche)

Le vol rectiligne stabilisé — les 4 forces

Traînée	Résistance de l'air à l'avancée de l'avion.
Traction	Produite par l'hélice, opposée à la traînée ; même intensité qu'elle en vol stabilisé. Pour un GTR : on parle de « poussée ».
Portance	Force qui porte l'avion ; égale au poids en vol rectiligne stabilisé.
Poids	S'applique au centre de gravité, opposé à la portance.

Comparatif dimensionnel A320 / A380

- Empennage horizontal de l'A380 ≈ Voilure de l'A320 (envergure ≈ 34 m)
- Diamètre du réacteur de l'A380 ≈ Diamètre du fuselage de l'A320

2. Classification des structures

Les structures donnent sa forme à l'avion : elles doivent être résistantes et capables d'encaisser des efforts. Modes de construction selon les matériaux : **a)** bois et toile, **b)** métal, **c)** matériaux composites.

Primaire (PSE)	Structure « vitale » : ossature sans laquelle l'avion ne peut pas voler. Couples, longerons, lisses, nervures, supports moteurs, revêtements, ferrures. Prend en compte les efforts de flexion, torsion...
Secondaire	Éléments qui servent à l'évolution de l'avion et à la modification de son aérodynamisme : carénages, bords d'attaque, bords de fuite.
Tertiaire	Les équipements cabine.

Évolution des structures (exemple structure bois/toile)

- Éléments type structure tubulaire/bois-toile : cintres, revêtement en contreplaqué, cadres, lisses, cloison pare-feu, verrière
- Structure tube treillis (ex. avion école) : tubes soudés (fuselage), tube de la gouverne de profondeur
- Évolution historique : structures tubulaires/toile (type Blériot) → structures métalliques semi-monocoques → structures composites modernes

3. Commandes de vol — Axes de référence (ATA 27)

Commandes de vol primaires : dispositifs (gouvernes) destinés à faire évoluer l'avion autour des axes de référence.

Commandes de vol secondaires : modifient la configuration aérodynamique de l'avion (volets/becs hypersustentateurs, spoilers, ailerons).

Axe	Commande	Gouverne
Tangage	Manche	Profondeur
Roulis	Volant	Ailerons
Lacet	Palonniers	Direction

- Empennage vertical → gouverne de direction (axe de lacet)
- Empennage horizontal → gouverne de profondeur (axe de tangage)
- Ailerons / spoilers en bout de voilure → roulis
- Dispositifs hypersustentateurs de bord d'attaque et de bord de fuite → configuration aéro (secondaires)

4. Génération électrique — ATA 24

AVANTAGES

- Facilité de stockage (batteries) → réserve d'énergie toujours disponible
- Facilité d'acheminement par fil, retour par la structure, insensible météo/vibrations
- Contrôles aisés (multimètre)
- Souplesse d'emploi : conversion facile en énergie mécanique, calorifique, lumineuse
- Capacité de surcharge (intensité de démarrage)
- Protection simple par fusibles et disjoncteurs

INCONVÉNIENTS

- Risque d'incendie par court-circuit
- Risque d'électrocution
- À puissance égale, poids plus élevé que les autres formes d'énergie

Tensions utilisées

Courant continu	28 V (24 V quand on est sur batterie).
Courant alternatif	115 V / 400 Hz triphasé (meilleur rapport poids/puissance) et 26 V.

Sources électriques

- GEN 1 à 4 : alternateurs entraînés par les réacteurs (via CDS ou IDG = Integrated Drive Generator)
- APU GEN : alternateur de l'APU
- Batteries : secours, 24 V continu, technologie Cadmium-Nickel (sans acide)

- RAT (Ram Air Turbine) : secours en cas de panne totale
- EXT B / groupe de parc : source au sol

Réseau

- AC BUS 1-1, 1-2, 2-3, 2-4 alimentés par IDG/GEN 1 à 4
- AC ESS BUS alimenté via AC ESS FEED (normal ou ALTN)
- BUS TIE (auto) permet l'interconnexion des barres en cas de panne générateur

Panneau de commande électrique (survol)

- Sélecteur BAT 1 / 2 / APU + voltmètre
- BAT 1, BAT 2, APU BAT : voyants FAULT / OFF
- GALLEY (AUTO) et COMMERCIAL : voyants FAULT / OFF
- AC ESS FEED : FAULT / ALTN
- Pour chaque moteur : IDG (FAULT/OFF) et GEN (FAULT/OFF-R)
- APU GEN : FAULT / OFF-R ; EXT A et EXT B : AVAIL / AUTO ou ON
- BUS TIE : AUTO / OFF

5. Génération hydraulique — ATA 29

AVANTAGES

- Bon rapport poids/puissance
- Énergie rapide : les liquides sont considérés comme incompressibles
- Les fuites se repèrent facilement

INCONVÉNIENTS

- Impose un circuit retour → augmentation du poids
- Le liquide (Skydrol) est particulièrement corrosif

Utilisations du circuit hydraulique

- Escamotage des atterrisseurs
- L'orientation des roues
- Le système de freinage
- Les commandes de vol
- Les servitudes annexes

Circuit hydraulique de principe — éléments clés

- Bâche (réservoir) → pressurisation de bâche, filtre
- Robinet coupe-feu, générateur (pompe), générateur secours
- Filtre → accumulateur → collecteur pression → protection surpression
- Sélecteur → récepteur → collecteur retour (vers la bâche)

■ **Protections Skydrol obligatoires : visière, gants, blouse, crème.**

6. Génération pneumatique — ATA 36

AVANTAGES

- Fluide léger et disponible en grande quantité
- Ne nécessite pas de circuit retour

INCONVÉNIENTS

- Générateurs à mauvais rendement
- Fuites fréquentes et difficilement repérables
- Temps de réponse lent pour une commande de puissance

Sources d'air

- APU
- Compresseur HP des moteurs (GTR)
- Groupe de parc (au sol, EXT B)

Prélèvement d'air

- Prélèvement d'air haute pression
- Prélèvement d'air pression intermédiaire

Utilisations du circuit pneumatique (servitudes)

- Démarreur APU / démarreur GTR
- Pressurisation et air conditionné cabine
- Réchauffage soute
- ADP (Air Driven Pump)
- Dégivrage entrée d'air / dégivrage voilure
- Pressurisation bâche hydraulique
- Pressurisation réservoir d'eau

7. Conditionnement d'air — ATA 21

Nécessaire pour recréer en altitude (à 10 000 m) les mêmes conditions de vie qu'au niveau du sol (entre 2000 et 2400 m d'altitude), en assurant le confort de l'équipage et des passagers.

- Fonctions : réchauffage, refroidissement, contrôle de T°, pressurisation cabine, ventilation des équipements, distribution
- Chaîne de traitement : régulateur de débit → échangeur thermique → turbine de réfrigération → collecteur

8. Circuit carburant — ATA 28

Fonctions du circuit

- Stockage
- Alimentation des moteurs
- Le transfert carburant
- Vidange au sol
- Vidange rapide
- L'intercommunication
- Remplissage sous pression

Éléments clés du circuit (A380 — exemple)

- Ligne alimentation GTR 4 (depuis réservoir voilure)
- Ligne alimentation APU + pompe alimentation APU
- Vanne isolement BP APU, vanne BP APU (près de l'APU en dérive)
- Point de jonction central entre réservoir voilure et réservoir central
- Dans chaque moteur : 2 pompes BP + robinet intercommunication (alimente le moteur voisin en cas de panne pompe)
- Robinet coupe-feu en amont de chaque moteur (isolement en cas d'incendie)

Consignes de sécurité

- Avion, citerne, pistolet et sol au même potentiel lors d'un plein
- Travaux à proximité du circuit : utiliser du 24 V ou de l'air comprimé
- Éclairage intérieur réservoir : lampes anti-déflagrantes
- Entrée réservoir subordonnée au test de l'atmosphère (explosimètre)
- Vêtements non flottants + espadrilles en coton dans les réservoirs
- Vigie postée à l'entrée du réservoir + extincteur présent pour toute intervention

Ordres de grandeur

Consommation A380	≈ 17 900 litres/heure (réservoirs ≈ 310 000 L)
Consommation citadine (100 km/h)	≈ 3,5 litres/heure
Réservoir A318	≈ 23 860 litres

9. Trains d'atterrissage — ATA 32

Fonctions

- Amortissement
- Freinage
- Suspension
- Guidage au sol
- Escamotage

Les freins

- Disques mobiles (entraînés par la roue) / disques fixes (munis de garnitures)
- Cylindre de frein, indicateur d'usure
- Dispositif de rattrapage automatique de jeu

L'amortissement (amortisseur oléopneumatique)

- Fût rempli d'azote (partie haute) + liquide hydraulique (partie basse)
- Valve de gonflage, orifice de remplissage, clapet lamineur
- Tube perforé (tige de piston), tube coulissant (tige amortisseur), tuyauterie de vidange

Escamotage — panneau de commande

- Levier train : UP (RETRACT, limite 70 kt / 0,82 M) / DN (EXTEND, limite 270 kt / 0,82 M)
- LOCK OVRD : déverrouillage mécanique de la commande
- ALTN GEAR : NORM / DOWN (sortie de secours)
- GND PROX : voyants G/S, FLAP, GEAR (proximité sol)

Orientation des roues

- Commande via les palonniers → bloc distributeur d'orientation → vérins d'orientation
- Panneau latéral CDB pour commande au sol

Repères historiques

- 1876 : brevet de Pénaud & Gauchot — 1^{er} train rétractable (amortisseurs à air comprimé)
- 1917 : premiers trains partiellement rétractables
- Antonov AN-225 « Mriya » (600 t au décollage) : 2 trains principaux de 7 jambes en tandem à 2 roues = 28 roues

10. Protection incendie — ATA 26

- Toutes les zones à risque de départ de feu sont surveillées sur avion
- Système autonome, ou déclenché par le pilote selon les cas
- Extincteurs portables placés en différents points de la cabine

- Zones protégées : moteurs, APU, soutes cargo, compartiments électriques/équipements, cabine, atterrisseurs
- Bouteilles d'extincteurs au halon, percutées via un bouton au poste de pilotage

11. Oxygène — ATA 35

Circuits secours sur avion pressurisé, utilisés en cas de :

- Dépressurisation de la cabine
- Pénétration de fumées ou de gaz toxiques dans le poste

4 destinations

- Équipage
- Passagers
- Médical
- Portable (masque intégral pour intervention en fumées)

■ **Danger : oxygène à manipuler à distance de toute matière inflammable/en ignition (cigarettes...). Les corps gras (huiles, graisses) peuvent s'enflammer spontanément, exploser ou se décomposer au contact de l'oxygène.**

12. Instruments de bord — ATA 31

Sondes anémométriques (équipent tous les aéronefs)

Sondes Pitot	Mesurent la pression totale, utile à l'anémomètre.
Sondes statiques	Mesurent la pression statique, utile à l'anémomètre, l'altimètre et le variomètre.

Ancienne vs nouvelle génération

- Ancienne génération : instruments analogiques dédiés (un cadran = une info)
- EFIS (Electronic Flight Instrument System) : écrans de pilotage électroniques
- ECAM (Electronic Centralized Aircraft Monitoring) : écrans de surveillance centralisée de l'avion

13. L'avion et ses dangers — pictogrammes à connaître

- Chocs électriques et électrostatiques
- Fréquences radio
- Surfaces mobiles (train, gouvernes, hélice)
- Zones d'aspiration et d'échappement moteur
- Nuisances sonores
- Systèmes pressurisés (portes, toboggans d'évacuation)
- Produits inflammables et explosifs (carburant) — interdiction fumer/téléphone/photo à proximité
- Composants et air chauds
- Produits corrosifs, nocifs et asphyxiants : Skydrol, huile moteur, carburant, Halon, poussière de carbone (freins), solvants

14. Récapitulatif des chapitres ATA cités

Chapitre	Système
ATA 21	Conditionnement d'air
ATA 24	Génération électrique
ATA 26	Protection incendie

ATA 27	Commandes de vol
ATA 28	Circuit carburant
ATA 29	Génération hydraulique
ATA 31	Instruments de bord
ATA 32	Trains d'atterrissage
ATA 35	Oxygène
ATA 36	Génération pneumatique

Chiffres clés à retenir

- Électrique : 28 V continu (24 V sur batterie) / 115 V-400 Hz triphasé / 26 V
- Batterie : Cadmium-Nickel, sans acide, 24 V continu
- Conditionnement d'air : altitude cabine recréée = 2000 à 2400 m pour un vol à 10 000 m
- Train : limite retract 70 kt / 0,82 M — limite extend 270 kt / 0,82 M
- Carburant A380 : $\approx 17\,900$ L/h, réservoirs $\approx 310\,000$ L (contre $\approx 3,5$ L/h pour une citadine à 100 km/h)
- Réservoir A318 : $\approx 23\,860$ L
- AN-225 Mriya : 600 t au décollage, 28 roues sur le train principal (2 $\times$ 7 jambes en tandem à 2 roues)