

ATA 36

GÉNÉRATION PNEUMATIQUE

Prélèvement d'air moteur • Circuit bleed • Régulation

Anti-sèche de révision — basé sur le Livret 1197

Document de révision (anti-sèche) reconstitué à partir des supports de cours (livrets AFMAé/CFA). À utiliser en complément du cours, pas en remplacement.

Sommaire

- 1. Vue d'ensemble du système pneumatique
- 2. Les deux fonctions du prélèvement d'air moteur
- 3. Fonctionnement de la sélection HP / IP
- 4. Architecture d'un système de prélèvement d'air moteur
- 5. Les trois composants principaux du prélèvement
- 6. Architecture du circuit pneumatique complet (avion)
- 7. Architecture nouvelle génération (calculateur BMC)
- 8. Localisation des composants sur l'avion
- 9. Panneaux de commande au poste (Air Panel / ECAM)
- 10. Précautions lors des travaux sur le circuit pneumatique
- Annexe — Chiffres et sigles clés à retenir

1. Vue d'ensemble du système pneumatique

PNEUMATIC SYSTEM ≈ 200 °C / 45 PSI

Le système pneumatique collecte l'air prélevé (bleed air) sur les moteurs, l'APU ou une source sol, le régule, puis le distribue à un collecteur pneumatique commun (manifold) qui alimente plusieurs systèmes utilisateurs.

Les 3 sources d'air (prélèvement)

- **ENGINES** — prélèvement sur le(s) moteur(s), en vol comme au sol
- **APU** — Auxiliary Power Unit, source principale au sol (avant démarrage moteurs)
- **GROUND AIR** — groupe de parc (cart), pour l'air conditionné et/ou le démarrage moteur au sol

Les 5 utilisateurs du prélèvement d'air (users)

Système utilisateur	ATA
Air Conditioning / Pressurization (conditionnement d'air / pressurisation)	21
Ice and Rain Protection (protection givrage / pluie)	30
Water Waste (pressurisation réservoirs eau potable)	38
Hydraulic Reservoir Pressurization (pressurisation réservoirs hydrauliques)	29
Engine Starting (démarrage moteur pneumatique)	80

Architecture générale simplifiée

- **Cross Bleed** : vanne d'intercommunication entre les deux demi-circuits gauche/droit
- **Bleed Valve** : une par moteur, isole/régule l'arrivée d'air du moteur vers le collecteur
- **APU** : alimente le collecteur via sa propre vanne de soutirage
- Le collecteur pneumatique central distribue ensuite vers les différents « users » (ATA 21/29/30/38/80)

2. Les deux fonctions du prélèvement d'air moteur

Fonction	Détail
1. Sélection de la prise d'air	Sélectionner de manière optimale la bonne prise d'air sur le moteur (HP et/ou IP selon la phase de vol).
2. Conditionnement du prélèvement	Abaisser la pression et la température de l'air prélevé à des niveaux acceptables pour les conduites en aval et pour le conditionnement d'air (ATA 21).

Éléments visibles sur le moteur

- Distribution duct, Duct Vent Valve
- HP/IP Manifold, Fan Hub Frame
- HP Ducts, IP Duct
- Precooler, PRSOV (Pressure Regulating & Shut-Off Valve)

- HPSOV (High Pressure Shut-Off Valve), IPCV (IP Check Valve)
- Thrust reverser, Fan cowl

Selon la numérotation avion, la prise HP se situe au 9^e étage (ou 10^e selon version) et la prise IP au 5^e étage (ou 4^e selon version) du compresseur.

3. Fonctionnement de la sélection HP / IP

Sur le moteur, deux prises de pression sont installées sur deux étages du compresseur HP, permettant de prélever l'air en fonction des différentes phases de vol de l'avion.

Phase de vol / régime moteur	Prise(s) utilisée(s)
Descente — moteur à faible puissance	HP + IP (les deux prises combinées, car IP seule insuffisante)
Phases à puissance élevée (décollage, croisière...)	IP seule — pression plus faible mais pénalise moins le moteur et sa consommation de carburant

Les 2 composants qui gèrent la sélection HP/IP

- **Clapet anti-retour IP (IP Check Valve)** : empêche l'air prélevé sur HP de retourner dans le moteur par la ligne IP
- **Vanne HP (HP Valve)** : ouverte ou fermée selon les phases de vol, pour ajouter (ou non) l'apport HP

Schéma de principe (par moteur)

- IP → passe par l'IP Check Valve
- HP → passe par la HP Valve
- Les deux convergent vers le collecteur / Bleed Valve (PRV) → Precooler → distribution
- **Overpressure Valve** : clapet de surpression, s'ouvre à 100 psi (protection du circuit)
- **Bleed Valve (ou PRV)** : régule la pression normale du circuit

4. Architecture d'un système de prélèvement d'air moteur

Le plus souvent, on trouve un circuit d'air chaud qui est refroidi par un circuit d'air froid, dans le Precooler (ou Bleed Air Exchanger). La commande d'air froid est alimentée par l'ouverture d'une vanne appelée **FAV** (Fan Air Valve).

Éléments clés du schéma complet

- **ENGINE 1** : Fan, IP, HP → IPCV (IP Check Valve)
- **FAV** (Fan Air Valve) : commande l'air froid prélevé sur le canal de FAN
- **Bleed-Air PCE Exchanger** (Precooler) : refroidit l'air chaud avec l'air froid du FAN
- **PYLON** : Overpressure Shut-Off Valve, TM1 et TM2 (Dual Manifold Temperature Sensor)
- **Remote Servo Actuator** (situé dans le pylône) — pilote 3 vannes : FAV, PRV (Manifold Pressure Valve), HPV (HP Bleed Valve)
- **Remote Servo Muscle Pressure Line** : ligne de pression « muscle » (servitude pneumatique de commande)

- Sortie : « TO USERS » — vers le collecteur pneumatique avion et « TO THE PNEUMATIC STARTER AND VALVE SYSTEM »

5. Les trois composants principaux du prélèvement

#	Composant	Rôle
1	Vanne de régulation de pression (PRV / Bleed Valve)	Vanne type « papillon » qui module le débit d'air pour obtenir une pression plus faible et constante en aval (≈ 45 PSI).
2	Échangeur de chaleur (Precooler)	Alimenté d'un côté par l'air chaud du compresseur (via la PRV), de l'autre par l'air froid prélevé sur le canal FAN.
3	Vanne d'air Fan (FAV)	Vanne type papillon qui module l'air FAN de refroidissement ; abaisse la température de sortie du precooler à ≈ 200 °C.

Schéma simplifié

- FAN AIR → FAN AIR VALVE → PRECOOLER (côté froid)
- IP / HP → IPCV → BLEED VALVE → PRECOOLER (côté chaud) → sortie vers collecteur pneumatique

6. Architecture du circuit pneumatique complet (avion, génération classique)

Composants (par côté / demi-circuit moteur)

- Sonde de surchauffe (leak detection au niveau du precooler)
- Contrôleur pneumatique (calculateur de régulation du circuit bleed de ce moteur)
- Préréfrigérisseur (Precooler)
- Vanne d'air FAN (FAV)
- Vanne de soutirage (soutirage moteur, en amont de la Vanne HP)
- Vanne de surpression (protection)
- Vanne HP (HP Valve) — juxtaposée aux prises HP et IP du moteur

Éléments communs / centraux

- **Collecteur pneumatique** : relie les deux demi-circuits moteur
- **Vanne d'intercommunication** (Cross Bleed / X Bleed)
- **Servitudes** : sortie vers les utilisateurs (ATA 21, 29, 30, 38, 80...)
- **Clapet anti-retour + Vanne de soutirage APU** : alimentation depuis l'APU vers le collecteur
- **Prises de parc H.P.** (Ground connections) : raccordement d'une source pneumatique sol

7. Architecture sur nouvelle génération (avec calculateur BMC)

Nouveaux éléments / terminologie

- **CTS** : capteur / Compressor Temperature Sensor (selon contexte)
- **TCT** et **TLT** : sondes de température associées au circuit de prélèvement
- Vanne de surpression avec **RPT** (capteur de pression associé)
- Vanne de prélèvement (équivalent Bleed/PRV) avec capteur **PT** (Pressure Transducer)
- **IPC** : IP Check (valve), sur la ligne IP (5^e étage)
- **Vanne HP** : sur la ligne HP (9^e étage)
- **FERMETURE PRV** : logique de fermeture pilotée par le BMC

Bleed Monitoring Computer — BMC 1 (par moteur)

Le BMC calcule et transmet l'état du système à l'ECAM. Entrées logiques principales :

- ENG 1 STARTER VALVE NOT CLOSED (EIU 1) → alerte directe vers ECAM
- APU BLEED VALVE OPEN **ET** X BLEED « AUTO » (porte logique AND)
- BLEED VALVE OVER PRESSURE (porte logique OR avec les 2 lignes suivantes)
- PRECOOLER OVERHEAT
- LEAK DETECTION
- Commande poste : ENG 1 BLEED (pushbutton FAULT/OFF), et détection ENG 1 FIRE

Composants clés au niveau moteur : Bleed Monitoring Computer (BMC), WAI Supply (Wing Anti-Ice), Precooler, Differential Pressure Switch (DPS), Fan Air Valve (FAV), Overpressure Valve (OPV), PRV, IPCV, HPT/HP10 (High Pressure Turbine probes), Fire Control, Starter Valve.

8. Localisation des composants sur l'avion

Composant	Localisation
Overpressure Valve (OPV)	Sur le moteur, proche du precooler (partie haute, capot ventilateur)
Fan Air Valve (FAV)	Sur le moteur, entrée d'air fan dédiée
Precooler	Sur le moteur, échangeur monté en façade avant
Pressure Regulating Valve (PRV)	Sur le moteur, proche du HP Duct
High Pressure Bleed Valve (HPV)	Sur le moteur, à proximité de la PRV
X Bleed Valve	Dans le compartiment pack (pack compartment), sous voilure/fuselage
APU Bleed Valve (APIC)	Sur/à proximité de l'APU, en zone arrière
HP Ground Connector	Sous le fuselage, accessible depuis le sol pour raccordement groupe de parc

9. Panneaux de commande au poste (Air Panel / ECAM Bleed)

Au poste, il est possible d'agir sur :

- Les Bleed (Engine Bleed ou APU Bleed) — commandes FAULT/OFF individuelles
- La Cross Bleed, en mode AUTO / ON (OPEN) / OFF (CLOSE)

AIR PANEL — organisation

- ENG 1 BLEED / ENG 2 BLEED (FAULT/OFF)
- HOT AIR 1 / HOT AIR 2 (FAULT/OFF)
- APU BLEED (FAULT/ON)
- Sélecteur X BLEED : CLOSE — AUTO — OPEN
- PACK 1 / PACK 2 (FAULT/OFF), AIRFLOW (LO/NORM/HI)
- COCKPIT / CABIN (COLD ↔ HOT)
- CKPT HI VENT (ON), WINDSHIELD DEFOG (ON), RAM AIR (ON)

Page ECAM BLEED — surveillance

- MIX AIR (température de mélange, °C) pour PACK 1 / PACK 2
- Pression et température par prise, par moteur : PSI et °C (ex. 30 PSI / 150 °C typique HP/IP)
- RAM AIR, GND (connexion sol), APU (état de la vanne)
- Indication par prise : IP / HP pour chaque moteur (1 et 2)

10. Précautions lors des travaux sur le circuit pneumatique

OBEDIENT ALL THE AMM SAFETY PROCEDURES

Respecter impérativement les procédures de sécurité de l'AMM.

CAUTION

Parts can be hot for one hour after engine shutdown — les pièces du circuit peuvent rester chaudes jusqu'à 1 heure après l'arrêt moteur.

WARNING

Pneumatic system must be depressurized avant toute intervention.

Port des EPI adaptés (gants, lunettes, protection auditive) lors des travaux sur le circuit pneumatique.

Annexe — Chiffres et sigles clés à retenir

Paramètre / Sigle	Valeur / Signification
Pression / température nominales circuit pneumatique	≈ 45 PSI / ≈ 200 °C
Ouverture Overpressure Valve	100 PSI
HP / IP	High Pressure / Intermediate Pressure (2 prises compresseur)
PRV	Pressure Regulating Valve (= Bleed Valve)
OPV	Overpressure Valve
HPV / HPSOV	High Pressure (Bleed) Valve / High Pressure Shut-Off Valve
FAV	Fan Air Valve (air froid de refroidissement du precooler)
PCE	Precooler (Bleed-Air PCE Exchanger)
IPCV	IP Check Valve (clapet anti-retour IP)
TM1 / TM2	Dual Manifold Temperature Sensor 1 / 2
BMC	Bleed Monitoring Computer
APIC	APU Bleed Valve (contrôleur)
DPS	Differential Pressure Switch
ATA users du prélèvement	21 (Air Cond/Press), 29 (Hydraulique), 30 (Ice & Rain), 38 (Water Waste), 80 (Engine Starting)

ECAM Electronic Centralized Aircraft Monitor

Logique de sélection HP/IP — à retenir

Régime moteur	Prélèvement
Faible puissance (descente)	HP + IP
Puissance élevée	IP seule (économie carburant)