

RÈGLES GÉNÉRALES DE CONCEPTION DES SYSTÈMES HYDRAULIQUES DES AÉRONEFS MILITAIRES

ÉDITION DU 2 OCTOBRE 1989

"Norme Défense, © 2008, droits réservés.
Commercialisation interdite sans accord spécifique.
Reproduction et diffusion autorisées sous réserve de reproduire intégralement le présent avertissement."

INDEX DES PAGES

Page numéro	Numéro de mise à jour	Date de mise à jour ou d'édition	Page numéro	Numéro de mise à jour	Date de mise à jour ou d'édition
Avant-propos		02-I 0-89	3		02-I 0-89
Sommaire		02-I 0-89	4		02-1 0-89
1		02-I 0-89	5		02-1 0-89
2		02-I 0-89	—		—

AVANT-PROPOS

La présente norme AIR contient des règles de conception suffisamment générales pour qu'elles puissent s'appliquer à toutes les conceptions connues d'aéronef militaire. Ces règles ont été rédigées en termes d'objectifs et non de moyens de façon à permettre les évolutions technologiques, sans fixer de contraintes abusives à la liberté de conception des bureaux d'études.

Il appartient aux bureaux d'études des maîtres d'œuvres de l'industrie aéronautique de mettre ces règles en application, en utilisant toutes les connaissances et toutes les ressources d'imagination que doit posséder un ingénieur de bureau d'études.

Ces règles expriment les exigences générales de l'État en ce qui concerne la sécurité, la réussite de la mission, les besoins opérationnels des armées, et l'interopérabilité au sein de l'OTAN des matériels aériens achetés par l'État.

Les exigences relatives à des conceptions particulières d'aéronef ou spécifiques de chaque marché doivent faire partie des clauses techniques jointes à chaque marché.

Par ailleurs la présente norme peut être aussi considérée par les services de la **DCAé** et par les maîtres d'œuvres comme un aide mémoire concernant les règles de sécurité et les besoins opérationnels qui ont un caractère suffisamment général et durable.

L'existence et l'application de normes pertinentes relatives aux règles générales de conception des matériels aériens contribuent à la qualité des aéronefs de façon irremplaçable et significative.

Ces normes permettent :

- de simplifier la négociation et la rédaction des clauses techniques jointes à chaque marché de développement ;
 - de faciliter et de rationaliser les visites de sécurité menées dans le cadre de la qualification des aéronefs par les Services de la **DCAé** ;
 - de rendre contractuelle l'application des STANAG relatifs à l'interopérabilité des matériels militaires ;
 - de faire bénéficier tous les programmes des connaissances acquises par l'expérience sur l'un d'eux et d'éviter le retour d'erreurs de conception déjà corrigées après exploitation des incidents et accidents.
-

SOMMAIRE

	Page
1 Objet et domaine d'application	1
2 Références	1
2.1 Documents de référence	1
2.2 Documents pris en considération	1
3 Définitions	1
4 Généralités	2
5 Sécurité du système hydraulique	2
5.1 Principe	2
5.2 Réalisation	2
6 Conception du système hydraulique	2
6.1 Généralités	2
6.2 Résistance aux charges	3
6.3 Précautions d'installation	3
6.4 Pressions transitoires	4
6.5 Installation des pompes	4
6.6 Installation des filtres et clapets	4
6.7 Accumulateurs hydrauliques et leur installation	4
6.8 Aptitude à la mise en oeuvre et à la maintenance	4
7 Essais	4
7.1 Essais en pression	4
7.2 Essais de fonctionnement	5

RÈGLES GÉNÉRALES DE CONCEPTION DES SYSTÈMES HYDRAULIQUES DES AÉRONEFS MILITAIRES

02-10-1989

AIR**2014****1**

1 OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

La présente norme a pour objet de définir les règles générales de conception des circuits hydrauliques des aéronefs militaires.

2 RÉFÉRENCES

2.1 Documents de référence

- Norme AIR 2004 « Résistance des avions »
- Norme AIR 3520 « Liquide minéral type 5 centistokes à 1 00 °C, pour transmissions hydrauliques » et STANAG 3748 « Qualité minimale des fluides hydrauliques »
- STANAG 3014 ou ISO R 12 définissant le repérage des canalisations
- Norme AIR 2008 « Aptitude des matériels aéronautiques à la mise en œuvre et à la maintenance »
- Norme AIR 7306 « Essais de compatibilité à l'environnement climatique, mécanique, électrique, électromagnétique et spécial des matériels aéronautiques »

2.2 Documents pris en considération

- Note n° 30240/STAé/D1 du 9 janvier 1951 « Essais des appareils hydrauliques »
- MIL-H.5440 Spécifications générales pour l'étude, l'installation et les essais des circuits hydrauliques sur avion
- JAR 25 (Joint Airworthiness Requirements) gros avions
- FAR (Federal Aviation Regulations) Conditions de navigabilité :
 - PART 23 - Avions des catégories normale, utilitaire, acrobatique et transport régional
 - PART 25 - Avions de la catégorie transport
 - PART 27 - Giravions de la catégorie normale
 - PART 29 - Giravions de la catégorie transport
- BCAR 29 - Giravions

3 DÉFINITIONS

- *circuithydraulique* : suite ininterrompue des conduits (tuyauteries, trajets dans les générateurs et dans les récepteurs, etc.) et des réservoirs (accumulateurs, bâches, etc.) parcourus par le fluide hydraulique.
- *circuit hydraulique principal* : circuit conçu pour alimenter les équipements hydrauliques en fonctionnement normal de l'aéronef.
- *circuit hydraulique de secours* : circuit hydraulique qui prend le relais de tout ou partie d'un circuit normal affecté par une panne.
- *système hydraulique* : ensemble des circuits et des équipements hydrauliques d'un aéronef.
- *fluide hydraulique* : sauf spécification particulière, le fluide utilisé dans le système hydraulique de l'aéronef est défini par la norme AIR 3520 et le STANAG 3748.
- *pression de fonctionnement* : la pression de fonctionnement est la pression maximale d'utilisation de chaque élément du système ou du circuit hydraulique considéré.

Nota : C'est soit la pression de tarage de la soupape si le circuit en comporte une, soit 1,1 fois la pression de déclenchement du régulateur de pression ou du by-pass. Cette pression correspond à la définition de « pression sûre » de la note n° 30240/STAé.

RÈGLES GÉNÉRALES DE CONCEPTION DES SYSTÈMES HYDRAULIQUES DES AÉRONEFS MILITAIRES

02-10-1989

AIR**2014****2**

4 GÉNÉRALITES

La présente norme décrit les règles générales de conception applicables aux systèmes hydrauliques des aéronefs militaires. Cependant les documents suivants contiennent aussi des règles générales de conception applicables aux circuits hydrauliques : la norme AIR 2004 en ce qui concerne le calcul des charges, la norme AIR 2008 en ce qui concerne l'aptitude à la maintenance, la norme AIR 7306 en ce qui concerne la compatibilité à l'environnement et le JAR 25.1309 en ce qui concerne la sécurité des systèmes (à l'exception des probabilités d'occurrence qui doivent faire l'objet de négociations entre le Titulaire et l'État)

5 SÉCURITÉ DU SYSTEME HYDRAULIQUE

5.1 Principe

La sécurité de fonctionnement du système hydraulique d'un aéronef est partie intégrante de la sécurité générale de l'aéronef (assurance de la mission et sécurité des occupants) qui se déduit des spécifications techniques et opérationnelles de l'aéronef.

Le maître d'œuvre devra justifier la conception du système hydraulique de l'aéronef par une prévision et une prévention des risques provenant d'un mauvais fonctionnement ou d'une panne :

- par une étude de fiabilité de fonctionnement dans toutes les conditions d'utilisation prévisible. Entre autre la résistance des composants du système doit être suffisante pour que leur durée de vie en fatigue soit supérieure au nombre de cycles imposés par la variation de pression ;
- par une analyse de panne qui considère toutes les possibilités de panne des composants du système telles que (mais non limitées à) rupture des tuyauteries, panne de la pompe, panne du régulateur, rupture des joints, filtres encrassés, rupture des connexions, etc.

Une combinaison d'analyses et d'essais doit être incluse dans le dossier de justification pour montrer la conformité avec les paragraphes suivants.

5.2 Réalisation

- Lorsque le système hydraulique est utilisé pour faire fonctionner le système de commande principal de l'aéronef et que l'aéronef ne peut être utilisé en sécurité sans le système hydraulique, cette sécurité est satisfaite par deux (ou plus) circuits hydrauliques indépendants. Il ne doit pas y avoir de mélange de fluide appartenant à 2 circuits différents en fonctionnement normal. Une rupture de l'un des circuits ne doit pas entraîner de fuite dans un circuit restant.
- Si le système hydraulique n'est pas utilisé pour faire fonctionner le système de commande principal de l'aéronef **et/ou** si le pilote peut piloter l'aéronef sans fatigue excessive après la perte du système hydraulique, alors celui-ci peut être constitué par un seul circuit.
- Une électropompe (ou un autre moyen) assurera l'énergie de **manœuvre** des servo-commandes d'un aéronef monomoteur en panne complète de propulsion ou de transmission de l'énergie mécanique.

6 CONCEPTION DU SYSTÈME HYDRAULIQUE

6.1 Généralités

Le débit total des pompes et accumulateurs doit assurer un fonctionnement normal pour la combinaison défavorable la plus probable des équipements hydrauliques consommateurs et pour une fréquence la plus vraisemblable d'apparition de cette combinaison.

RÈGLES GÉNÉRALES DE CONCEPTION DES SYSTÈMES HYDRAULIQUES DES AÉRONEFS MILITAIRES

02-10-1989

AIR**2014****3**

Pour tous les aéronefs un moyen pour indiquer la pression du fluide hydraulique et de plus pour les aéronefs de transport un moyen pour indiquer la pression et un moyen pour indiquer la quantité de fluide hydraulique situés au poste de pilotage doivent être fournis pour chaque circuit qui remplit une fonction essentielle ou qui exige une action corrective par l'équipage en cas de mauvais fonctionnement, afin de permettre la poursuite du vol et l'atterrissage en sécurité.

Chaque élément hydraulique doit être installé et fixé pour éviter les vibrations, les abrasions et les dommages mécaniques. En particulier les équipements ne doivent pas être supportés par les tuyauteries qui y aboutissent excepté en ce qui concerne les équipements de faible masse.

Des moyens assurant la flexibilité doivent être utilisés pour connecter les points d'une tuyauterie hydraulique entre lesquels existe un mouvement relatif.

Le fonctionnement du circuit et des appareils ne devra pas être affecté par l'accélération maximale que peut atteindre l'aéronef. On doit tenir compte pour chaque élément des mécanismes du circuit avec ou sans pression, des masses des fluides et des masses des servitudes actionnées.

6.2 Résistance aux charges

Chaque élément du système doit être conçu pour résister aux charges dues à la pression de fonctionnement en combinaison avec les charges limites structurales qui peuvent être imposées, et cela sans déformation qui l'empêcherait de remplir sa fonction prévue et pour résister sans rupture à 1,5 fois les mêmes charges de pression en combinaison avec les charges extrêmes structurales qui peuvent raisonnablement se produire simultanément.

6.3 Précautions d'installation

Les éléments du système hydraulique doivent être protégés de la corrosion, de l'incendie et des projectiles :

a) Dans la mesure du possible il faut éviter la traversée d'un poste d'équipage ou d'une cabine par un élément sous haute pression. Si un fluide hydraulique pouvait être nuisible pour les occupants s'il était libéré sous une forme quelconque, un moyen doit empêcher toute concentration nuisible ou dangereuse de fluide de vapeur aux postes ou dans les cabines.

b) Corrosion

Chaque élément du système hydraulique doit être protégé contre la corrosion et doit éviter les zones sujettes à émanation et les zones confinées.

c) Précautions contre le feu

Tous les éléments et les canalisations cheminant dans des zones chaudes doivent être conçus de manière à se conformer aux exigences de protection contre le feu.

Aucun accumulateur hydraulique ou réservoir pressurisé ne doit être installé côté moteur d'une cloison pare-feu à moins qu'il ne fasse partie intégrante du moteur.

Aucun raccord du système hydraulique ne doit voisiner avec un connecteur électrique.

Le drainage des éléments du système hydraulique susceptibles de fuir doit être effectué.

Pour les avions de transport l'isolement d'une partie rompue brusquement doit empêcher une perte de fluide dangereuse.

d) Projectiles

Le cheminement des divers circuits hydrauliques doit s'effectuer par des zones différentes séparées par le maximum de masses afin de prévenir la perte totale du système hydraulique dans le cas d'un mauvais fonctionnement provenant d'un feu, d'une explosion ou d'un projectile.

RÈGLES GÉNÉRALES DE CONCEPTION DES SYSTÈMES HYDRAULIQUES DES AÉRONEFS MILITAIRES

02- 10- 1989

AIR**2014****4**

6.4 Pressions transitoires

La pression transitoire dans une partie du système peut dépasser la limite de 135 % de la pression maximale stabilisée de fonctionnement.

- une étude de ces pressions transitoires est effectuée pour déterminer leur amplitude et leur fréquence,
- la résistance à la fatigue de cette partie du système, basée sur cette étude, est justifiée par analyse et/ou par essais.

6.5 Installation des pompes

Les pompes doivent être séparées dans la mesure du possible, particulièrement en ce qui concerne leur entraînement qui doit être le plus direct possible. Les aéronefs multi-moteurs utilisant des pompes entraînées par le moteur devront avoir des pompes au moins sur deux moteurs.

6.6 Installation des filtres et clapets

Le circuit hydraulique doit être protégé par une filtration appropriée générale, et selon les besoins spécifiques à chaque équipement.

Chaque filtre doit comporter un indicateur de colmatage local ou transmis.

6.7 Accumulateurs hydrauliques et leur installation

La conception des accumulateurs hydrauliques doit éviter les possibilités de rupture. L'assemblage de parties vissées doit être plus spécialement justifié quant à la sécurité.

Les procédés de fabrication des accumulateurs hydrauliques doivent être suffisamment stables et contrôlés pour éviter une fragilisation accidentelle des matériaux constitutifs.

L'accumulateur doit être disposé et installé à bord d'un aéronef de manière à éviter que sa rupture entraîne des conséquences catastrophiques.

6.8 Aptitude à la mise en œuvre et à la maintenance

Se référer à la norme AIR 2008.

7 ESSAIS

7.1 Essais en pression

7.1.1 Tous les organes d'un circuit hydraulique dans lesquels la pression d'utilisation est normalement appliquée devront subir des essais sous pression limite ou sous pression extrême :

- a) Essais en pression limite : tous les composants du système hydraulique doivent être essayés statiquement pour montrer qu'ils peuvent résister à une pression de 1,5 fois la pression de fonctionnement sans déformation d'une partie quelconque du système qui l'empêcherait de remplir sa fonction prévue.
- b) Essais en pression extrême : ces essais de prototype sont effectués sous 2 fois la pression de fonctionnement et ne doivent pas produire de rupture du matériel, (mais ils peuvent entraîner des pannes ou des déformations permanentes).

**RÈGLES GÉNÉRALES DE CONCEPTION
DES SYSTÈMES HYDRAULIQUES
DES AÉRONEFS MILITAIRES**

02-10-1989

AIR**2014****5**

7.1.2 Pour les organes d'un circuit hydraulique qui ne seront jamais soumis à la pression de fonctionnement du dit circuit (circuits de retour, bâches, etc.) les essais seront effectués selon les mêmes principes qu'aux alinéas (a) et (b) mais à partir d'une pression de fonctionnement spécifique qui sera déterminée expérimentalement pour chaque circuit.

7.2 Essais de fonctionnement

La conformité avec la présente norme doit être montrée par des essais de fonctionnement, des essais d'endurance et des analyses.

Dans le cas d'un système de conception entièrement nouvelle, le système dans son ensemble et les circuits doivent être essayés en maquette fonctionnelle pour déterminer les performances propres et les relations avec les autres systèmes de l'aéronef. Les essais fonctionnels doivent inclure la simulation des conditions de panne du système hydraulique.

Les essais doivent tenir compte des charges en vol, des charges au sol, des pressions de fonctionnement, limites et transitoires du système hydraulique, susceptibles de se produire en fonctionnement normal.

Les essais d'endurance doivent simuler les vols complets répétés dont l'occurrence en service pourrait être envisagée. La simulation des conditions de fonctionnement et d'environnement doit être complétée sur les éléments et portions appropriées du système hydraulique, dans la mesure nécessaire pour évaluer les effets d'environnement.

Les pièces dont la défaillance abaissera de façon significative la navigabilité ou la sécurité de manoeuvre de l'aéronef doivent être éprouvées par des essais convenables, en tenant compte de la combinaison la plus critique de pressions et de températures.