

FICHE ANTI-SÈCHE

LES JOINTS

Aéronautique — Étanchéité statique & dynamique, défaillances et
précautions de montage

Synthèse complète du cours pour révision rapide : définitions, causes des problèmes d'étanchéité, différence entre étanchéité statique et dynamique, familles de joints (torique, à lèvre, carbone), défaillances des joints toriques (extrusion, usure) et précautions de montage / démontage.

Sommaire

1. Définitions

Étanchéité, joint

2. Les problèmes d'étanchéité

5 facteurs à connaître

3. Types d'étanchéité

Statique vs dynamique

4. Étanchéité statique

Contact direct, joint plat, bague BS, joint torique

5. Étanchéité dynamique — en translation

Joints toriques, bagues anti-extrusion, joint quatre lobes

6. Étanchéité dynamique — en rotation

Joint à lèvre(s), joint carbone (AGB)

7. Défaillance des joints toriques

Extrusion, causes et solutions

8. Rondelle anti-extrusion

Types et positionnement

9. Bague anti-usure

Rôle et positionnement

10. Précautions au montage

Avant / pendant le montage

11. Précautions au démontage

Outils, destruction du joint déposé

12. MÉMO FINAL — Synthèse rapide

Tableau récapitulatif toutes familles

1 DÉFINITIONS

1.1 — Étanchéité

L'étanchéité est le fait de **s'opposer au passage de tout fluide** (liquide, gaz, etc.) d'un logement pressurisé vers un autre logement de pressurisation inférieure (ou vers l'extérieur).

1.2 — Joint

Un joint est un dispositif assurant l'étanchéité, c'est-à-dire **évitant les fuites de fluide** (liquide ou gaz) entre un milieu intérieur et un milieu extérieur.

2 LES PROBLÈMES D'ÉTANCHÉITÉ

Cinq facteurs principaux influencent l'étanchéité d'un montage :

Facteur	Explication
État de surface	La méthode d'usinage influe sur l'étanchéité d'un montage. Des surfaces « polies » ne nécessitent pas de joint, alors que des surfaces rugueuses oui. Attention à la propreté des surfaces.
Différence de pression	La fuite sera toujours orientée de la pression la plus forte vers la plus faible.
Jeu entre les pièces	La fuite est fonction du jeu entre les pièces, qui peut être positif ou négatif (montage serré). Il est donc facile d'obtenir l'étanchéité dans ce dernier cas.
Nature du fluide	Les gaz se comportent différemment des liquides. La viscosité d'un liquide diminue le risque de fuite, alors que la fluidité l'augmente. Un fluide ne doit pas nuire à l'intégrité du joint.
Température du fluide	La matière du joint doit pouvoir supporter les différentes températures de fonctionnement.

3 TYPES D'ÉTANCHÉITÉ

Selon les liaisons entre les pièces, on distingue deux types d'étanchéité :

STATIQUE

Pièces **fixes** l'une par rapport à l'autre (montage sur couvercle, montage sur brides, gorge ouverte à l'extérieur ou à l'intérieur).

DYNAMIQUE

Pièces en **mouvement**, soit de **rotation** (arbre moteur), soit de **translation** (vérin).

3.1 — Étanchéité statique : les deux méthodes

Méthode	Détail
Par contact direct	Assuré uniquement par l'état de surface des deux pièces (ex : raccord MS ou ERMETO). Aucun joint nécessaire.
Par interposition d'un joint	Un joint plat circulaire, une bague BS, un joint torique ou un joint plat sont insérés entre les deux pièces.

*Sur une gorge ouverte à l'extérieur, le joint doit être monté **en extension**. Sur une gorge ouverte à l'intérieur, le joint doit être monté **en compression sur son diamètre extérieur**.*

4 ÉTANCHÉITÉ DYNAMIQUE

4.1 — En translation (ex : vérin)

Un vérin comporte typiquement 5 zones d'étanchéité : le **joint torique** (fixe, entre corps et fond), le **joint de piston**, la **bande de guidage**, le **joint de tige** et le **joint racleur**.

Les principaux joints utilisés pour ce type d'étanchéité sont les **joints toriques à section ronde ou carrée (quatre lobes)**. Des **bagues anti-extrusion** peuvent être associées de part et d'autre du joint selon le sens de la pression.

4.2 — En rotation (arbre)

Le joint à lèvre(s)

Constitué d'un élastomère, d'une armature et parfois d'un ressort. Il existe des versions à **une lèvre** et à **deux lèvres** (la seconde lèvre, dite « lèvre pare-poussière », protège de l'extérieur).

*Lorsque la vitesse de rotation reste faible, l'utilisation d'un joint torique est possible. Mais en règle générale, l'installation d'un **joint à lèvre** ou d'un **joint carbone** est préférée.*

Le joint carbone (garniture rotative)

Le joint carbone s'appuie sur le principe d'une **étanchéité par contact direct** entre une partie en carbone (« carbon seal assy ») et une autre en métal (« rotating ring »). Selon la construction, l'une ou l'autre partie peut être fixe ou rotative.

Une garniture rotative type comprend : joint de couvercle, ressort de poussée, vis de blocage, joints toriques, ensemble fixe, surfaces de frottement, ensemble tournant, palier, retour huile.

En aéronautique, ce type de joint est surtout utilisé sur l'**AGB** (boîtier d'accessoires — Accessory Gear Box).

5 DÉFAILLANCE DES JOINTS TORIQUES

5.1 — L'extrusion

À pression élevée, les joints toriques sont sujets à l'**extrusion** et à une usure prématurée due au frottement. Le joint est repoussé dans le jeu (clearance gap) entre les deux pièces, ce qui l'endommage progressivement (déchirure, arrachement de matière) jusqu'à la fuite.

Plus la pression augmente, plus le risque d'extrusion dans le jeu est important (ex. : à partir d'environ 1000-1500 psi selon le jeu, le joint commence à être extrudé dans l'espace disponible).

5.2 — La solution : la rondelle (bague) anti-extrusion

Plusieurs types de rondelles anti-extrusion peuvent être utilisées. Elles peuvent être placées d'**un seul côté** ou des **deux côtés** du joint, en fonction du sens de la pression :

- Une pression venant d'un seul côté → une seule bague anti-extrusion, du côté opposé à la pression.
- Une pression pouvant venir des deux côtés → deux bagues anti-extrusion (une de chaque côté du joint).

*Attention à l'orientation de montage d'une bague en **téflon coupée en spirale** (« spiral cut ») : un mauvais sens de montage annule son efficacité.*

5.3 — La bague anti-usure

Les bagues anti-usure se placent entre le joint et la surface en mouvement. Elles permettent d'éviter une usure prématurée du joint.

Il en existe plusieurs types. En fonction du montage du joint (sur le piston ou sur le corps), la bague sera positionnée à l'**intérieur** ou à l'**extérieur** du joint.

6 PRÉCAUTIONS DE MONTAGE ET DÉMONTAGE

6.1 — Avant le montage

- S'assurer de la **propreté du logement**.
- S'assurer de la **date de validité du joint** (durée de vie limitée pour les élastomères, indiquée sur l'emballage).

6.2 — Pendant le montage

- **Lubrifier** le joint et les surfaces de contact avec le liquide adapté au circuit.
- Utiliser des **outils adaptés non tranchants** (spatule).
- Ne pas faire « rouler » le joint.
- Ne pas lui faire subir de **déformation excessive**.
- Ne pas faire passer le joint sur des filetages, arêtes vives ou aspérités (utiliser une protection : manchon métallique fin ou gaine en papier).

*Deux techniques classiques pour protéger un joint interne lors du montage : un **manchon métallique fin** (« soft thin-wall metallic sleeve ») ou une **gaine en papier** (« paper entering sleeve ») recouvrant les zones filetées ou les arêtes vives.*

6.3 — Précautions au démontage

- Utiliser des outils **non tranchants** (spatule) pour déposer les joints, afin de ne pas marquer les surfaces.
- Tout joint déposé doit **systématiquement être détruit** : on veillera donc à couper le vieux joint pour éviter qu'il soit réutilisé par erreur.
- Si présence d'un contre-joint (backup ring), faire attention à ne pas le détériorer lors de l'extraction.

Différentes méthodes d'extraction existent selon la configuration : outil à crochet (« hook type »), extracteur à traction (« pull type ») ou à poussée (« push type »), extracteur en biseau (« wedge type ») pour les joints internes ou externes.

7 MÉMO FINAL — SYNTHÈSE RAPIDE

Catégorie	Type / cas	Caractéristique clé	À retenir
Étanchéité statique	Contact direct	Aucun joint — état de surface seul (raccord MS, ERMETO)	Alignement et propreté critiques
	Par interposition	Joint plat, bague BS, ou joint torique entre les pièces	Gorge ouverte extérieur → joint en extension ; gorge ouverte intérieur → joint en compression
Étanchéité dynamique	Translation (vérin)	Joint torique + bagues anti-extrusion, joint quatre lobes	5 zones : torique, piston, guidage, tige, racleur
	Rotation (arbre)	Joint à 1 ou 2 lèvres, ou joint carbone (garniture rotative)	Joint carbone → surtout utilisé sur l'AGB
Défaillance	Extrusion	Le joint est repoussé dans le jeu à haute pression → déchirure	Solution : rondelle(s) anti-extrusion, 1 ou 2 côtés selon le sens de pression
Protection	Bague anti-usure	Placée entre joint et surface en mouvement	Intérieure ou extérieure selon montage piston/corps
Montage / démontage	Montage	Propreté + date de validité + lubrification + outils non tranchants	Ne jamais faire rouler ni déformer excessivement le joint
	Démontage	Outils non tranchants + extraction adaptée	Tout joint déposé doit être détruit (coupé)

À retenir en un coup d'œil :

- Pièces fixes → étanchéité **statique**.
- Pièces en mouvement → étanchéité **dynamique** (rotation ou translation).
- Rotation lente → joint torique possible ; sinon → joint à lèvre ou joint carbone.
- Joint carbone → AGB.
- Haute pression + jeu → risque d'**extrusion** → bague(s) anti-extrusion.
- Usure prématurée → bague anti-usure.
- Un joint déposé = un joint **détruit**, jamais remonté.

Document de révision réalisé à partir du support « Les Joints » — Livret AFMEA n°674.