

# Assemblage par boulons HR



## Présentation

**On désigne par boulon l'ensemble de l'élément de fixation composé d'une vis à tête hexagonale, d'un écrou hexagonal et de rondelles.**

Le fascicule 4 titre IV du CCTG décrit des essais sur éprouvette et sur produits finis (dureté, résilience, traction, traction avec rondelle biaise). Il définit en outre un essai d'aptitude au serrage comportant le tracé de la courbe effort - allongement.

La construction des ponts à poutres en treillis au XIX<sup>e</sup> siècle et début du XX<sup>e</sup>, avant le développement de la soudure, a fait appel au mode d'assemblage par rivetage et par boulonnage ordinaire. Des boulons à haute résistance ont été utilisés en France dès les années 1950 pour la réparation et le renforcement de ponts-rails rivés. Leur utilisation s'est étendue ensuite aux ouvrages neufs dans les années 1960. Quand le soudage s'est généralisé en atelier et sur chantier, l'usage des boulons a été restreint aux assemblages difficiles.

Dans le cas de grands ouvrages, le boulonnage convient mal à l'assemblage des pièces épaisses et fortement sollicitées : il n'assure qu'un placage imparfait. Quand ils sont utilisés, ces assemblages boulonnés servent donc surtout à solidariser sur chantier les entretoises ou les pièces de pont aux poutres principales. Le boulonnage est aussi utilisé pour assembler aux tabliers des éléments secondaires (rails de passerelles de visite) et des éléments provisoires. Dans le cadre de réparation d'ouvrages in situ, la technique du boulonnage est utilisée sur ouvrages anciens en remplacement du rivet ou en cas d'impossibilité de soudage métallurgique.

## Recommandations

### Modes opératoires (FAME chapitre 2.4.4)

Les assemblages boulonnés se caractérisent par le mode de sollicitation, qui peut être un effort perpendiculaire à l'axe du boulon ou parallèle à l'axe du boulon, et par le mode de fonctionnement, qui peut être précontraint ou non précontraint.

Les boulons à haute résistance, ou boulons à serrage contrôlé, sont les boulons aptes à être utilisés pour les assemblages précontraints.

**Pour l'exécution des assemblages non précontraints** (FAME chapitre 2.3.6.1), les normes ne contiennent aucune exigence sur le serrage des boulons. Il est sous-entendu que le serrage est celui pouvant être réalisé avec une clé ordinaire. Il n'est rien imposé sur le coefficient de frottement des surfaces.

**Pour l'exécution des assemblages précontraints**, la préparation de l'assemblage comprend la détermination du diamètre des trous, le mode d'usinage (forage, poinçonnage, alésage), les tolérances de perçage, le diamètre des boulons, la longueur des vis, les écrous, les rondelles, l'espacement de boulons, la préparation des surfaces de frottement et le serrage des boulons HR (FAME chapitre 2.3.6.3.8).

Tout assemblage par boulon HR doit faire l'objet d'un plan de serrage qui précise l'ordre, le couple et le nombre de passes de serrage. Le serrage se fait à la clé dynamométrique, qui doit être contrôlée régulièrement par un laboratoire et vérifiée avant toute opération.

Les assemblages boulonnés doivent être protégés contre la corrosion par des mesures visant à empêcher l'humidité de pénétrer jusqu'aux surfaces en contact et aux trous des boulons.

### Points importants

Les différents modes d'assemblage de pièces métalliques fonctionnent selon des principes très différents : la soudure reconstitue la continuité de la matière, les boulons HR, boulons HRC et les rivetons transmettent les efforts par frottement et les rivets fonctionnent au cisaillement. Il est illusoire et très souvent dangereux de vouloir associer différents moyens d'assemblage entre pièces métalliques pour transmettre un même effort. Remplacer un rivet endommagé par un boulon HR ou un riveton n'apporte quasiment rien à la résistance d'un assemblage. L'assemblage est un tout, si un élément est déficient, l'ensemble doit être remplacé.

Le fascicule 66 du CCTG (article II.4) n'admet les assemblages non précontraints que pour assembler des parties d'éléments accessoires (mais pas pour les fixer à la structure des ouvrages), ou pour des éléments provisoires.

Un boulon HR précontraint ne peut être mis en tension qu'une seule fois, il doit être remplacé en cas de démontage.

**Calcul des assemblages boulonnés** (FAME chapitre 2.3.5) : pour les assemblages précontraints, la vérification de base des assemblages sollicités perpendiculairement à l'axe des boulons porte sur l'absence de glissement des pièces à l'état-limite ultime. Il faut aussi vérifier, à titre de sécurité complémentaire, la résistance à la pression diamétrale des pièces assemblées.

Pour les assemblages non précontraints sollicités par des efforts perpendiculaires à l'axe des boulons, les vérifications portent sur la résistance au cisaillement des vis et sur la résistance à la pression diamétrale des pièces assemblées. Lorsque les sollicitations sont parallèles à l'axe des boulons, les vérifications portent sur la résistance des vis à la traction.

## Recommandations

### Normes (FAME chapitres 2.3.4.2 et 2.3.6.2)

Fascicule 4 titre IV du CCTG

NF E 27-701 - *Spécifications techniques.*

NF E 27-702 - *Essai d'aptitude à l'emploi des boulons.*

NF E 27-711 - *Dimensions et tolérances.*

NF E 25- 812 - *Boulons à précontrainte calibrée.*

Eurocode 3 - *Dispositions constructives et vérification des assemblages.*

F P 22-461 - *Détermination du coefficient conventionnel de frottement.*

NF P 22-462 - *Usinage et préparation des assemblages.*

NF P 22-463 - *Exécution des assemblages.*

NF P 22-464 - *Programme de pose des boulons.*

NF P 22-466 - *Méthodes de serrage et de contrôle des boulons.*

NF P 22-468 - *Serrage par rotation contrôlée de l'écrou - détermination de l'angle de rotation.*

## Proposition de plan de contrôle

Phases	Points de contrôle	Moyens de contrôle
Préparation	Préparation des surfaces en contact rugosité. Absence de corrosion	Contrôle visuel
Préparation	Contrôle et étalonnage des moyens de serrage : clé dynamométrique	Contrôle labo spécialisé
Travaux	Qualité des boulons	Conformité des bons de livraison
Travaux	Diamètre de perçage - respect des tolérances perçage d'espacement, d'alignement et de co-axialité	Mesure sur chantier - conformité aux plans d'exécution
Travaux	Préparation des surfaces en contact	Absence de corrosion - test d'adhérence
Travaux	Serrage des boulons - respect du programme d'assemblage pré-serrage - couple de serrage	Fiches de suivi