

Boulonnerie de construction métallique à haute résistance apte à la précontrainte et conforme à la NF EN 14399

Quelles sont les différences entre un boulon HR et un boulon HV ?

Toutes les variantes de boulons aptes à la précontrainte conformes à la série des normes NF EN 14399 sont déclinées à partir de deux types de produit, le type HR et le type HV. Si les deux types sont en principe conçus pour une mise en œuvre fiable avec les mêmes méthodes de serrage, et pour des performances en service équivalentes, il existe toutefois un certain nombre de différences - mécaniques, physiques mais aussi de mise en œuvre - entre eux. Ces différences sont les suivantes :

- Le produit HR de base existe en classes 8.8 et 10.9, tandis que le produit HV de base n'existe qu'en classe 10.9. Il est rappelé que le type, la classe et le sigle du fabricant sont marqués sur les têtes des vis et sur une des faces des écrous (voir le tableau). Le boulon à tête fraisée et le boulon «à précontrainte contrôlé» HRC – ce dernier produit n'est qu'en classe 10.9 et dans une gamme réduite de diamètres - sont des variantes du type HR. Le boulon ajusté HVP est une variante du type HV.

- Les normes de produits, pour les différentes variantes de boulons type HR à l'exception des boulons HRC, couvrent la gamme complète de diamètres de M12 à M36 inclus. Les normes de produits pour les boulons type HV ne couvrent pas les deux diamètres dits «non préférentiels», à savoir les diamètres M14 et M18.

- Une différence essentielle entre les deux types de produit réside dans le mode de ruine en traction attendu. Pour le produit HR «noir» le mode de ruine attendu est la rupture en traction dans la section de la partie filetée tandis que pour le produit HV, qu'il soit «noir» ou galvanisé, c'est l'arrachement des filetages côté écrou et/ou côté vis qui se produira. L'explication est que la hauteur de l'écrou du produit HR est proche de $0,9 d$ tandis que pour le produit HV cette hauteur est de $0,8 d$, où d est le diamètre nominal de la vis. Pour les produits galvanisés à chaud, il est nécessaire de réaliser un taraudage de l'écrou un peu plus approfondi par rapport à la version «noir» en raison de l'épaisseur de la couche de zinc sur les filetages des vis. Pour les boulons type HR galvanisés il en résulte qu'une ruine par arrachement de filetages devient possible, ruine néanmoins plus ductile que celle de son homologue HV pour lequel le mode de ruine le plus probable est toujours l'arrachement des filetages.

Nous traiterons dans une prochaine fiche les critères de choix entre les différents produits de boulonnerie apte à la précontrainte.

Boulons types HR				
Boulon HR classe 10.9	Boulon HR classe 8.8	Boulon «à précontrainte Contrôlé» HRC classe 10.9	Boulon à tête fraisée classe 8.8	Boulon à tête fraisée classe 10.9
				

Boulonnerie de construction apte à la précontrainte et

Quelles sont les différences

Boulons types HV classe 10.9	
Boulon HV classe 10.9	Boulon ajusté HVP classe 10.9
	
Marquages obligatoires sur les têtes de vis des boulons aptes à la précontrainte conformes à la norme NF EN 14399	

• Trois critères de performance mécanique sont exigés pour garantir le bon comportement de chaque ensemble « boulon précontraint » mis en œuvre. Lors de l'essai d'aptitude au serrage sur un boulon individuel selon la norme NF EN 14399-2 on doit atteindre des valeurs minimales pour :

1) l'effort de traction maximale dans le boulon $F_{bi,max}$ qui traduit le sommet de la courbe rotation de l'écrou au serrage / effort de précontrainte correspondant dans le boulon (voir la figure),

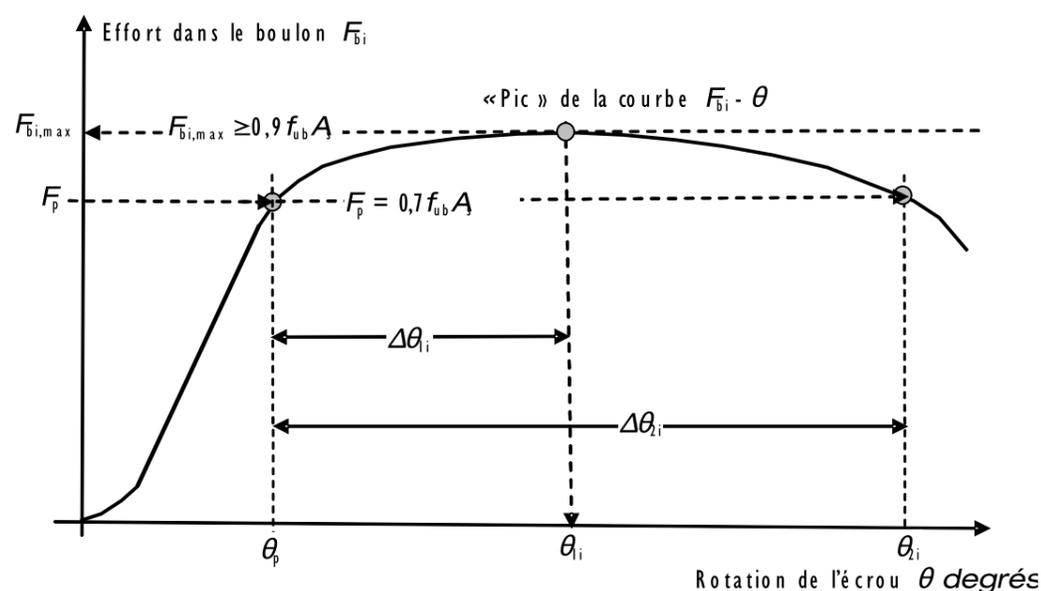
2) la rotation de l'écrou $\Delta\theta_{1i}$ requise pour monter l'effort dans le boulon de $0,7f_{ub} A_s$ à l'effort maximal $F_{bi,max}$,

3) la rotation supplémentaire de l'écrou $\Delta\theta_{2i}$ pour repasser de l'effort maximal à $0,7f_{ub} A_s$ sur la partie descendante de la courbe.

Les deux derniers critères sur les rotations de l'écrou visent à garantir une certaine ductilité dans le comportement des boulons au serrage afin d'écartier le risque d'un sur-serrage caractérisé soit par l'endommagement des filets associé à une perte significative de la précontrainte soit par la rupture du boulon. Si la valeur minimale exigée de $F_{bi,max}$ est la même pour les deux types de produits, soit $0,9f_{ub} A_s$ où A_s est l'aire de la section résistante de la vis et f_{ub} est la résistance garantie de l'acier de la vis, il n'en est pas le même pour les deux critères de rotation. En effet, les valeurs minimales requises pour les deux rotations sont de 30° plus petites pour le boulon type HV (voir la norme NF EN 14399-4) que pour le boulon type HR (voir la norme NF EN 14399-3), d'où une différence de ductilité.

métallique à haute résistance conforme à la NF EN 14399

entre un boulon HR et un boulon HV?



Essai d'aptitude au serrage d'un boulon : critères de performance

- Les longueurs des parties filetées – typiquement égales à $2d + 6$ mm – des vis de boulons type HR sont semblables à celles des vis de boulons « ordinaires » alors que celles des vis de boulons type HV sont nettement plus courtes, étant proches de $d + 12$ mm. Pour les boulons type HR la norme d'exécution NF EN 1090-2 exige qu'au moins quatre filets complets (outre l'amorce de filetage) restent libres entre la surface portante de l'écrou et la partie lisse de la tige. Pour les boulons type HV les longueurs de serrage doivent être conformes à celles spécifiées dans le Tableau A.1 de l'EN 14399-4 ce qui revient à n'avoir qu'un minimum d'environ 2,5 filets libres.

- Il en résulte qu'avec un boulon type HV le plan de contact entre deux plats d'un assemblage ne tombe jamais au niveau de la partie filetée des vis des boulons les assemblant, ce qui n'est une exigence normative (NF EN 1090-2) que pour les boulons ajustés.

- Par contre, à cause de sa longueur de la partie filetée relativement courte, un boulon type HV d'une longueur sous tête donnée ne convient que pour une fourchette très restreinte d'épaisseurs totales d'assemblage. Quel que soit le diamètre du boulon type HV, l'écart proposé par la norme NF EN 14399-4 entre les épaisseurs minimale et maximale possibles n'est que 5 mm. Pour les boulons type HR l'écart entre les épaisseurs maximales et minimales possibles est de 10 mm pour le diamètre M12 et augmente avec le diamètre du boulon pour atteindre 27 mm pour le diamètre M36.

- Il est précisé par la norme NF EN 14399-2 que les essais d'aptitude au serrage doivent être réalisés sur les lots individuels de boulons pour la condition avec le nombre minimal des filets libres exigé par la norme NF EN 1090-2. La longueur de filets libres plus courte et la hauteur plus faible de l'écrou des boulons type HV rendent assez difficile le respect des trois critères de performance au serrage, notamment ceux concernant les rotations, $\Delta\theta_{1min}$ et $\Delta\theta_{2min}$ pour la ductilité. Les boulons type HR n'ont pas de difficulté à atteindre les critères requis bien que certains de ces critères soient plus exigeants que ceux pour le boulon type HV.