



Crédit photo Sofast technologie

Révision de l'ISO 898-2 Pour que l'écrou ne soit plus le maillon faible !

« Utiliser un écrou répondant à la norme NF EN ISO 898-2:2022 c'est avoir la maîtrise de ses caractéristiques mécaniques et physiques afin d'utiliser la vis de façon optimale, et s'assurer de la tenue de l'assemblage »

La norme fondamentale NF EN ISO 898-2 fixe les caractéristiques mécaniques, méthodes d'essai, contrôles et marquages des écrous en acier au carbone ou en acier allié.

Ces écrous sont conçus pour être associés aux vis, goujons et tiges filetées spécifiés dans la norme NF EN ISO 898-1 [1], et provoquer la rupture de la vis en cas de sur-serrage. Les écrous ont donc été calculés au moyen de la théorie d'Alexander ^(a) afin de garantir que, même si toutes les conditions les plus défavorables advenaient, la vis casserait dans au moins 10% des cas afin d'alerter l'opérateur lors de l'assemblage.

^(a) La théorie d'Alexander [2] est le résultat d'études approfondies menées dans les années 1970, qui depuis ont été largement confirmées par la pratique et des calculs aux éléments finis.
Voir également la publication de Masaya Hagiwara [3] et l'ISO/TR 16224 [4].

Préambule

À la publication de l'ISO 898-2 en juin 2012 [5], il s'est avéré qu'un point important n'avait pas été considéré jusqu'au bout :

- Pour certains écrous prévus sans traitement thermique (NQT = Non Quenched and Tempered), une option « trempé et revenu » (QT = Quenched and Tempered) avait été ajoutée.
- Mais cette option avait été prévue :
 - sans tenir compte des modifications nécessaires des limites de **compositions chimiques** des aciers (aptés au traitement thermique),
 - sans tenir compte de l'augmentation nécessaire des **exigences de dureté**,
 - en laissant une **situation confuse** quant aux combinaisons de pas (gros ou fin), classes de qualité et hauteurs d'écrous bas, normaux ou hauts (styles) réellement concernées.

Cette situation a donc induit une révision mineure décidée en octobre 2012, avec ARTEMA comme Chef de Projet. Cela s'est vite transformé en une **révision technique complète de la norme**, qui s'est finalement avérée très positive.

Les grands principes qui ne changent pas

- La NF EN ISO 898-2 s'applique à tous les écrous (standards ou sur plan) qui font référence à une des classes de qualité de la norme, pour les écrous de diamètre 5 mm à 39 mm ;
- Obligation d'être conforme à l'ensemble des caractéristiques mécaniques et physiques, lorsqu'une classe de qualité est annoncée ;
- Trois styles (écrous normaux = Style 1, écrous hauts = Style 2, écrous bas = Style 0) ;
- Conjugaison vis-écrous (classe de qualité de l'écrou égale ou supérieure à celle de la vis) ;
- Écrous en acier avec ou sans traitement thermique selon la combinaison de classes de qualité, styles, diamètres et pas ;
- Essai de charge d'épreuve sur mandrin trempé et revenu, avec démontage possible à la main (ou après ½ tour de clé) ;
- Dureté minimale (pour assurer la tenue mécanique) et maximale (pour la non-fragilité) ;
- Contrôles et responsabilités du fabricant, du distributeur et du client ;
- Marquage à partir du diamètre 5 mm ;
- Livraison obligatoire par lot homogène de fabrication.

Les principales évolutions 2022

Les éléments ci-après ne sont pas exhaustifs, seul le contenu de la norme NF EN ISO 898-2 fait foi. Il convient de se reporter aux versions publiées en langue française et anglaise (édition ISO de septembre 2022) qui contiennent l'ensemble des exigences.

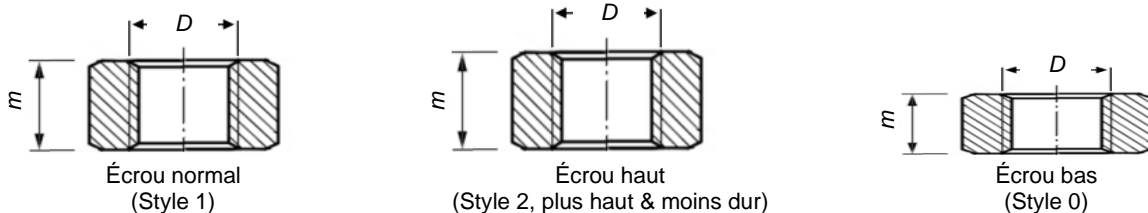
Adéquation avec les besoins du marché

- Suppressions de la classe de qualité 9 → La classe 9 était issue des standards nord-américains, elle est désormais à substituer par la classe 8 (pour les assemblages peu sollicités) ou la classe 10
- Suppression de la classe 5 pour les écrous à pas fin → Le pas fin est essentiellement utilisé pour les écrous de classes de qualité 8 et supérieures
- Classe 12 pour tous les diamètres en pas fin (écrous hauts) → La classe de qualité 12 couvre désormais toute la gamme de diamètres de 8 mm jusqu'à 39 mm pour les écrous hauts^(b) à pas fin (pour répondre aux besoins de « down-sizing » et d'augmentation des performances des assemblages, en sélectionnant la classe 12.9 pour les vis)

^(b) Les écrous de classe de qualité 12 à pas fin de hauteur normale (Style 1) nécessiteraient une plage de dureté au-delà de 390 HV max, ce qui est considéré comme une limite à ne pas dépasser pour les produits standards normalisés à l'ISO.

Styles, hauteurs d'écrou et filets en prise

Les styles correspondent aux hauteurs d'écrous et sont liés à des exigences de dureté différentes, afin de répondre au même besoin fonctionnel de tenue à l'arrachement des filetages dans un assemblage vis-écrou (sauf pour les écrous bas).



Désormais :

- Styles pour les écrous hexagonaux standards → Exigence de hauteur minimale spécifiée (ratio par rapport au diamètre nominal)
 - style 1 $0,80D \leq m \text{ min.} < 0,89D$
 - style 2 $m \text{ min.} \geq 0,89D$
 - style 0 $0,45D \leq m \text{ min.} < 0,80D$

- Styles pour les écrous non-standards → Désormais précisés : exigence de hauteur théorique minimale de filetage (excluant les chanfreins)
 - style 1 $0,73D \leq m_{th,design} \text{ min.} < 0,83D$
 - style 2 $m_{th,design} \text{ min.} \geq 0,83D$
 - style 0 $0,40D \leq m_{th,design} \text{ min.} < 0,73D$

- Utilisation des écrous bas → Les écrous bas ont une capacité de charge réduite et ne sont pas conçus pour éviter le mode de défaillance par arrachement des filets en cas de surcharge. ndlr. Pour leur utilisation comme contre-écrou, voir Note technique Cetim de 1999 [6]

- Classes de qualité normalisées en fonction du style →

	04	05	5	6	8	10	12
Bas (Style 0)	G F	G F					
Normal (Style 1)			G	G F	G F	G F*	G*
Haut (style 2)					G F	G F	G F

G = pas gros F = pas fin * = Uniquement pour $D \leq 16 \text{ mm}$

- Écrous |DIN| non conformes au Style 1 → La DIN 267-4 (annulée et remplacée par l'ISO 898-2 en 1994) prévoyait deux barres verticales autour de la classe de qualité afin de les distinguer des écrous ISO

Assemblages vis-écrous

D'une façon globale, la conception de ces écrous et leur adéquation par rapport aux vis, goujons et tiges filetées de la NF EN ISO 898-1 ont été entièrement revalidées vis-à-vis de la théorie d'Alexander [2], par les calculs de Masaya Hagiwara [3].

- Responsabilité client → Avertissement clair ajouté : « Il est de la responsabilité de l'utilisateur de déterminer les choix appropriés en fonction des conditions d'environnement de l'assemblage, pour une application donnée. »
- Conception → Principes de conception des assemblages boulonnés (Annexe révisée et simplifiée)
Nouvelle référence à l'ISO/TR 16224 [4] qui détaille la conception des écrous standards et sur plan (où les diamètres < 5 mm et > 39 mm sont aussi inclus)

Matériaux, traitement thermique et microstructure de l'acier

Si les vis avaient la classe avec des aciers bien encadrés (voir ISO 898-1 [1]), les écrous restaient le parent pauvre avec une teneur en carbone uniquement maximale à 0,58%, et pour certains d'entre eux une obligation de traitement thermique assortie d'une structure d'environ 90% de martensite au niveau du filetage de l'écrou.

Désormais :

- Composition chimique précisée → Exigence de teneur minimale en carbone :
- 0,06% pour les écrous NQT (Non-Quenched and Tempered = non trempé et revenu)
- 0,15% ou 0,18% pour les écrous QT (Quenched and Tempered = trempé et revenu)
Exigence de teneur minimale en manganèse :
- spécifiée à 0,25% pour tous les écrous NQT
- augmentée à 0,45% pour les écrous QT
- Température minimale de revenu ajoutée → 380°C ou 410°C minimum en fonction de la classe de qualité, du style, du diamètre et du pas
Essai de référence de deuxième revenu
- Microstructure spécifiée → Pour les écrous QT :
- trempabilité suffisante pour assurer une microstructure homogène composée d'environ 90% de martensite sur toute la section de l'écrou
- méthode de contrôle de la microstructure
- différence de 30 HV maximum entre la dureté à cœur et dans le filetage
Pour les écrous NQT, structure non trempée
- Option de traitement thermique pour le fabricant → Au choix du fabricant, les écrous suivants (normalement NQT) peuvent être trempés et revenus (QT) :
- écrous normaux à pas gros de classe 8, pour les diamètres ≤ M16
- écrous hauts à pas gros de classe 8, quel que soit le diamètre
- écrous normaux à pas fin de classe 6, pour les diamètres ≤ 16 mm
- écrous hauts à pas fin de classe 8, pour les diamètres ≤ 16 mm
(par exemple pour effectuer le traitement thermique des vis à rondelle imperdable après le montage de la rondelle et réalisation du filetage)

Charge d'épreuve

- Valeurs de charge recalculées → Toutes les valeurs de charge d'épreuve ont été recalculées en fonction des duretés, afin de vérifier les valeurs de 2012 et leur adéquation par rapport aux vis, goujons et tiges filetées (voir aussi ISO/TR 16224 [4])
Il a été décidé de ne pas changer lorsque la différence restait inférieure à 5%
- Classes de qualité 8 et 6 avec charges augmentées → Valeurs de charge d'épreuve remontées pour les diamètres M27 à M39 (dans ce cas, les valeurs étaient insuffisantes et la différence > 5%)
- Dispositif d'amarrage → Diamètre maximal du trou de passage du dispositif d'amarrage corrigé pour les diamètres M5 et M6 : 5,105 et 6,105 mm (au lieu de 5,115 et 6,115)
- Contraintes à la charge d'épreuve → Elles avaient disparu dans les versions précédentes.
Les contraintes à la charge d'épreuve ont été recalculées et figurent en annexe, pour la conception des écrous sur plan

Dureté

- Dureté Vickers → Toutes les valeurs de dureté Vickers de référence ont été recalculées et réajustées, par rapport à la résistance vis/écrou
- Duretés Brinell et Rockwell → Les conversions à partir des duretés Vickers ont toutes été revues (l'ISO 18265 ayant évolué)
- Essais complétés → Un résultat d'essai est toujours la moyenne d'au moins 3 points
Dureté dans le filetage : force d'essai Vickers spécifiée en fonction de la dimension du pas
Méthode d'essai ajoutée pour la dureté à cœur
Méthode d'essai ajoutée pour la différence de dureté cœur/filetage

Documents de contrôle, marquage, étiquetage

- Documents de contrôle → Référencés conformément à l'ISO 16228, norme spécifique de « certificats » pour les fixations (sur la base de l'EN 10204 = ISO 474)
- Marquage → **Obligatoire pour tous les écrous** (standard ou sur plan, et quelle que soit leur forme), à partir du diamètre 5 mm, dès lors qu'une classe de qualité de l'ISO 898-2 est annoncée
- Étiquetage → Liste des mentions obligatoires précisée

Et aussi

- Teneur en soufre des aciers de décolletage augmentée à 0,350 max, pour les classes de qualité 04, 5 et 6;
- Éléments complémentaires ajoutés pour les écrous autofreinés;
- Éléments complémentaires ajoutés pour les écrous galvanisés à chaud, par référence à l'ISO 10684 [7].

En parallèle toutes les normes d'écrous hexagonaux standards ont été révisées, toujours avec ARTEMA comme Chef de projet :

- ISO 4032, ISO 4033 et ISO 4035 pour les écrous à pas gros
- ISO 8673, ISO 8674 et ISO 8675 pour les écrous à pas fin.

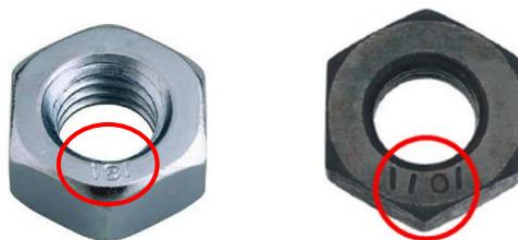
Ces normes devraient être publiées fin 2023.

Les écrous | DIN | hors la loi

Pour la 1^{ère} fois, la norme ISO 898-2 inclut un **AVERTISSEMENT** :

« Des écrous du marché dont la classe de qualité figure entre deux barres verticales (par exemple |8| ou |10|) ne satisfont pas aux exigences de la norme ISO 898-2. »

Les deux barres signifient des écrous selon la DIN 267-4, annulée en 1994 et remplacée par l'ISO 898-2.



Crédit photos Cetim



En effet, la charge d'épreuve de ces écrous DIN et leur hauteur maximale à $0,8D$ sont inférieures à celle des écrous normaux de Style 1 de l'ISO 898-2, ce qui présente (comme les écrous bas) un risque accru d'arrachement des filets.

Exemple pour un écrou M10 de classe de qualité 8 conforme à l'ISO 898-2 :

Charge d'épreuve (Style 1, pas gros)	50 500 N
Hauteur (écrou normal)	m min. = 8,04 mm et m max. = 8,40 mm
Charge d'épreuve classe 8 selon DIN 267-4	46 000 N
Hauteur	m min. = 7,64 mm et m max. = 8,00 mm

Les normes ISO d'écrous, comme l'ISO 4032 par exemple, prévoient également la mention suivante dans leur version révisée (Projet de Norme Internationale 2022, à publier en 2023) :

« **AVERTISSEMENT** Ces écrous ne doivent pas être utilisés pour des applications nouvelles ou critiques (par exemple, serrage proche ou supérieur à la limite d'élasticité, chargement dynamique): ils ne sont inclus [dans la présente annexe informative] que pour servir de lien avec des documents existants. »

Bibliographie

- [1] **NF EN ISO 898-1**
Caractéristiques mécaniques des fixations en acier au carbone et en acier allié – Partie 1 : Vis, goujons et tiges filetées de classes de qualité spécifiées – Filetage à pas gros et filetage à pas fin
- [2] **Alexander E.M.**
Analysis and design of threaded assemblies, 1977 SAE Transactions, Paper No. 770420
- [3] **Hagiwara M., Hiroaki S.**
Verification of the Design Concept in Bolt/Nut Assemblies for the revision of ISO 898-2 and ISO 898-6
Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing, vol.1, No. 5, 2007 (pp. 755-762)
- [4] **ISO/TR 16224**
Aspects techniques de conception des écrous
- [5] **NF EN ISO 898-2:2012** [Annulée et remplacée par ISO 898-2:2022](#)
Caractéristiques mécaniques des fixations en acier au carbone et en acier allié – Partie 2 : Écrous de classes de qualité spécifiées – Filetage à pas gros et filetage à pas fin
- [6] **Cetim**
Note technique : Rôle d'un contre-écrou, 1999
- [7] **ISO 10684**
Fixations – Revêtements de galvanisation à chaud