

FAIRE LE BON CHOIX (CHOISIR LE BON ELEMENT DE FIXATION DES LA CONCEPTION)

PAR FRANCIS KHOO, CHEF INGÉNIEUR, BOSSARD SHANGHAI

PREFACE

Le document suivant « Faire le bon choix » en ce qui concerne la sélection de l'élément de fixation est destiné prioritairement aux ingénieurs concepteurs qui sont formés à l'ingénierie mécanique et prennent des décisions sur le matériel de quincaillerie. L'auteur espère aider les ingénieurs ayant récemment terminé leurs études tout comme les ingénieurs expérimentés provenant de différentes industries.

Veillez noter que chaque sujet discuté, chaque condition, chaque caractéristique de l'élément de fixation peuvent représenter à eux seuls un chapitre entier de discussion. Ce document n'est rien d'autre qu'un bref aperçu sur le sujet.

Les ingénieurs concepteurs qui se chargent de l'assemblage à l'aide de pièces de fixation peuvent prendre des décisions en fonction de conceptions antérieures ou d'autres produits. Toutefois, si le produit a subi de nombreuses phases de modifications et de mises à niveau, la décision de départ sur l'assemblage peut ne plus être pertinente. Reconsidérer les besoins de la conception serait plus judicieux. Les décisions dites « de facilité » qui s'appuient sur des produits similaires peuvent ne pas prendre en compte certains facteurs, parfois essentiels.

La fonction première des éléments de fixation consiste, comme on le sait, à faciliter l'assemblage et la maintenance. Sinon, d'autres solutions telles que le rivetage, le brasage ou la soudure, entre autres, seraient suffisantes.

L'auteur va essayer de focaliser ce document sur la conciliation des usages en cours pour la conception des produits et les processus de réflexion pour le choix de l'élément de fixation en vue d'améliorer la productivité et de minimiser les risques.

LES TACHES A REALISER

Les produits que nous connaissons aujourd'hui vont des articles jetables à ceux qui nécessitent une maintenance quotidienne. Par exemple, on se sert d'un jouet un temps donné et on le jette sans même y penser, à moins que l'on n'y tienne pour des raisons sentimentales. Un avion qui transporte des milliers de passagers aura besoin d'un personnel non navigant et du pilote pour vérifier les bonnes conditions de l'avion avant le décollage.

Après avoir pris une décision sur les fonctions premières de la conception, les pièces de fixation ne sont généralement considérées que comme la cinquième roue du carrosse. Cela conduit souvent à une marge de manœuvre limitée donnant lieu à un élément de fixation non standard d'un point de vue industriel, soit une pièce communément désignée dans l'industrie comme « spéciale ».

En tant que concepteurs de produits, l'objectif est de garantir que le produit réponde aux principales fonctions pour lesquelles il a été élaboré. Si l'assemblage à l'aide de pièces de fixation est nécessaire, il faut penser aux caractéristiques des éléments de fixation de base. En général, les informations suivantes sont demandées et représentent une bonne base de départ :

- Matériau
- Dimensions

Étape suivante lorsque le produit conçu est à maturité. Les informations sur les éléments de fixation devraient alors passer à l'étape suivante. L'ajout d'informations concernant les normes industrielles est une bonne pratique. On peut obtenir ces informations à partir de différentes sources :

- Type de fixation
- Résistance de la fixation
- Matériau et prévention de la corrosion

Vous trouverez ci-dessous un exemple, décrivant de façon suffisamment complète, un élément de fixation. Ainsi, le fournisseur serait capable de comprendre ce qu'on lui demande et le département des achats serait en mesure de passer la bonne commande. Le diagramme des attributs de l'élément de fixation fournit la description détaillée d'une vis à tête hexagonale. L'une des bévues fréquemment commises en citant les normes industrielles telles que DIN 933 est de croire qu'elles décrivent entièrement les spécifications de l'élément de fixation. La norme DIN 933, par exemple, indique juste l'aspect général de l'élément de fixation. Cette norme n'inclut ni la résistance ni le revêtement de l'article final.

Type de tête :

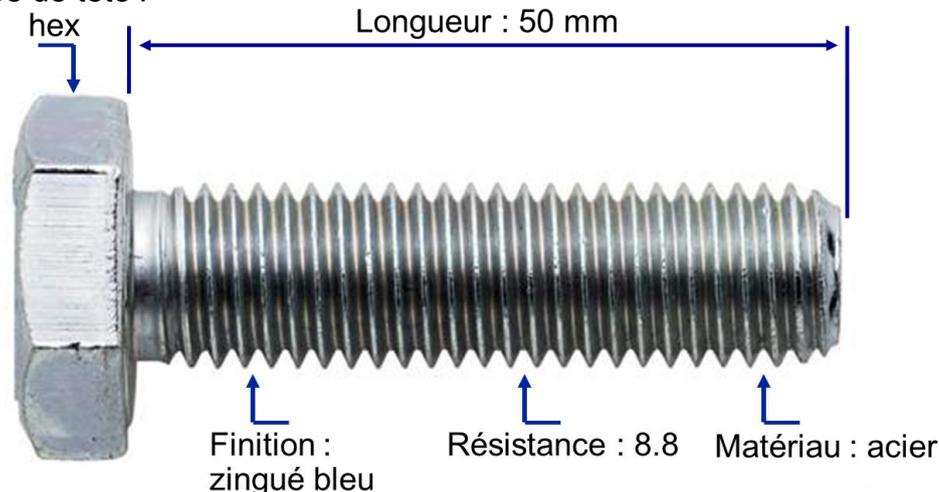
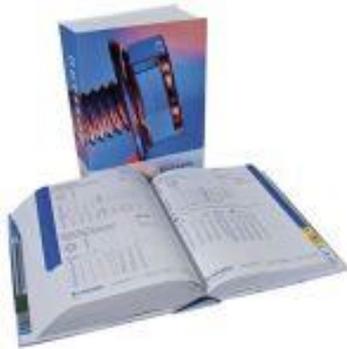


Fig. 1 : Vis à tête hexagonale DIN 933 M10 x 50 mm classe de qualité 8.8 zingué bleu



Les informations et schémas concernant le produit sont disponibles dans le catalogue standard. Par exemple, le catalogue Bossard fournit des informations techniques détaillées dans le catalogue. Les éléments de fixation sont correctement étiquetés avec des informations techniques claires. En outre, les normes industrielles correspondantes, les attentes et les informations sur les applications possibles sont mises en avant dans la section technique.

Fig. 2 : Catalogue Bossard

Points à mettre en avant :

- La « Bible bleue »
- Comprend plus de 50 000 produits
- Poids : environ 2 kg
- Plus de 1 120 pages
- Comprend 15 sections

La technologie a permis de simplifier les applications de conception : les schémas des éléments de fixation disponibles peuvent désormais être directement ajoutés dans des conceptions d'assemblage indépendamment des plateformes utilisées.

Exemples d'éventuelles prévisualisations sur Bossard CAD :

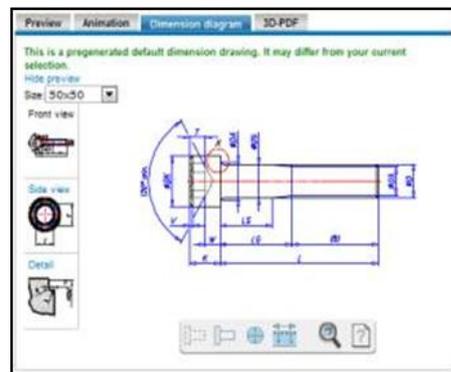
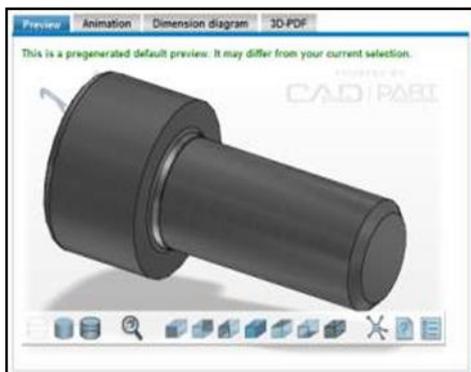


Fig. 3 : Prévisualisation qui peut être zoomée, Fig. 4 : Schéma en 2D pivotée, etc.



Fig. 5 : Prévisualisation avec rotation



Fig. 6 : Fichier PDF avec affichage en 3D

Les points suivants devront être pris en compte :

Conditions respectueuses de l'environnement telles que la mise au rebut du produit (directive WEEE), la restriction des substances dangereuses (directive RoHS) et autres :

- Outils de production en série
- Facilité d'entretien
- Sécurité et risques
- Desserrage de l'assemblage

Le processus visant à sélectionner l'élément de fixation sera souvent une décision issue d'une méthode itérative, soit par tâtonnements. Plus important encore, la décision relative à l'assemblage doit être prise en compte pendant les différentes phases de conception et ne doit pas être laissée pour la fin lorsque la marge de manœuvre possible va constituer un problème.

Connaître l'éventuelle situation de la production va permettre d'aider à prendre des décisions. Par exemple, les outils disponibles, les limites de capacité, le processus de calibrage.

Un ingénieur concepteur m'a raconté qu'il lui était arrivé de devoir reconcevoir l'assemblage de son produit car le personnel de production était composé uniquement de femmes. La conception de départ demandait trop de force.

Certains éléments de fixation lors de l'assemblage sont conçus pour satisfaire aussi bien la production en grandes séries que la maintenance. L'exemple ci-dessous est une pièce de fixation fréquemment utilisée dans les produits électriques. On peut voir que le domaine de l'assemblage de la pièce de fixation permet de satisfaire la production de masse ainsi que la maintenance ou les réparations là où les outils ne sont pas disponibles. Dans le cas présent, une petite pièce suffira.



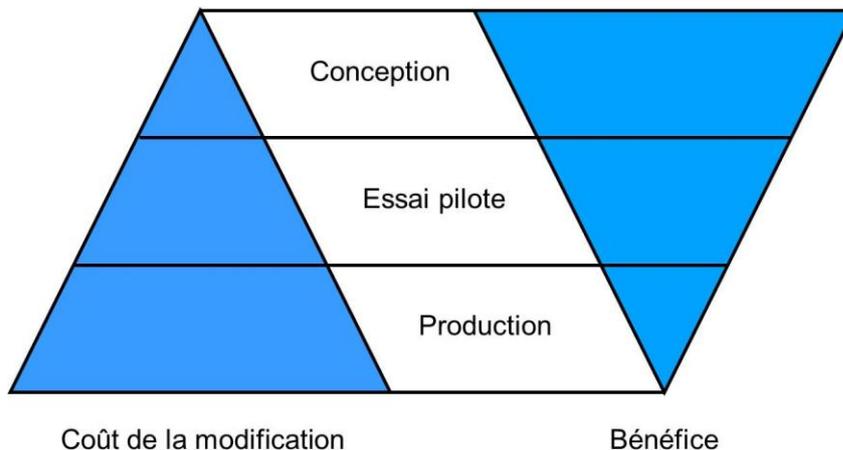
Les éléments de fixation sont conçus pour faire tenir deux parties ensemble et pour faciliter la maintenance des produits pour lesquels cela est une nécessité. Si possible, mieux vaut ne pas attribuer de plus hautes responsabilités à de simples petits éléments de fixation. Par exemple, haute force de coupe, repère, orifice de liquide, etc. Il existe plusieurs solutions conçues spécialement à cet effet, ce qui devrait constituer une entité à part.

Règles fondamentales :

- Les éléments de fixation doivent toujours être de qualité identique, voire supérieure, à celle des pièces assemblées.
- Les assemblages vissés ne doivent jamais constituer un point faible.
- Les éléments de fixation assemblés doivent toujours pouvoir être contrôlés et, par conséquent, être échangés.

Rappelez-vous que, tout particulièrement pour les assemblages à risques, « les éléments de fixation doivent toujours être de qualité identique, voire supérieure, à celle des pièces assemblées. Les assemblages vissés ne doivent jamais constituer un point faible. » Tout comme les principes régissant la soudure. Les éléments de fixation assemblés doivent toujours pouvoir être contrôlés et, par conséquent, être échangés. En ce qui concerne les principes de conception et pour des raisons de sécurité, il est impératif que la maintenance des assemblages critiques puisse être effectuée avec peu de processus supplémentaires, voire sans. L'auteur a réalisé une inspection des assemblages critiques nécessitant 25 heures-homme pour le retrait des accessoires afin d'avoir accès aux assemblages critiques et y réaliser la maintenance. Nous savons tous, rétrospectivement, que cela peut être définitivement évité grâce à une meilleure conception.

Des conditions d'assemblage de l'élément de fixation souvent oubliées ou un manque d'attention au cours de la phase de conception peuvent conduire à de faibles bénéfices entraînant des coûts élevés pour tout changement une fois que la production du nouveau produit est lancée.



Ceci est visible sur le diagramme des coûts et bénéfices. Faire d'emblée attention aux conditions générales de conception, en prenant en compte les solutions de fixation, permettrait d'éviter des modifications inutiles et des frais sur le long terme.

LA DISPONIBILITÉ

L'emploi d'éléments de fixation en tant que solution d'ingénierie est utilisé dans l'industrie depuis des décennies. Les processus de fabrication ont été optimisés et continueront à l'être afin de fournir la solution d'ingénierie la plus économique.

Dans la pratique et si possible, les éléments de fixation industriels standard doivent être sélectionnés. Les avantages en sont nombreux : caractéristiques connues, disponibilité, fournisseurs disponibles, bons délais d'approvisionnement, capacité d'échange, entre autres. La pratique et l'expérience ont montré qu'il est possible de réduire jusqu'à 70 % le gaspillage fait si l'on utilise des pièces industrielles standard à la place d'articles spéciaux. Sans parler des bienfaits pour l'environnement.

Autre bonne raison d'utiliser des éléments de fixation industriels standard qui est souvent négligée ou oubliée : l'avis de modification technique. Il n'est pas rare d'entendre les ingénieurs parler du besoin d'une modification technique pour les éléments de fixation. Or, il s'agit d'éléments trop peu chers pour se lancer dans des avis de modification technique coûteux et laborieux... Le processus et le coût d'un avis de modification technique ne dépendent pas du coût du produit et c'est bien là que réside tout le problème.

L'achat d'éléments de fixation auprès d'une source fiable représente un véritable enjeu. Le bon sens ne peut considérer comme mesure valable le déboursement de frais supplémentaires ; il ne peut s'agir de la seule solution possible. Si l'acquisition d'éléments de fixation est ponctuelle, on peut s'en sortir, mais si le flux de livraisons est constant, une source sûre doit être privilégiée.

Les ingénieurs concepteurs qui ont la charge d'acheter les produits doivent être conscients du fait que les prototypes peuvent être un peu différents des produits fabriqués en masse. Les délais de livraison pour obtenir les produits peuvent être un facteur contribuant à cette différence, de même que les coûts d'outillage.

Les responsabilités-clés des ingénieurs concepteurs consistent à concevoir un produit opérationnel répondant aux besoins du marché. Il y a une différence entre une bonne conception, une bonne solution et de bonnes pièces. Si les pièces sont bonnes, mais que la solution ne l'est pas tant que cela, il y a quand même une forte probabilité que le succès prenne. En revanche, si la solution est bonne, mais que les pièces ont une qualité mitigée, les probabilités de réussite seront considérablement réduites. Ne gâchez pas une bonne solution avec des pièces de pacotille. Surtout quand il s'agit de pièces (produits C) qui ne sont pas chères et représentent moins de 5 % du coût total du produit. Cela ne vaut pas le coût de faire perdre le temps précieux de l'ingénieur.

Autre point auquel doivent prendre garde les ingénieurs concepteurs : qu'un produit ou une solution soit disponible sur le site de conception ne signifie pas automatiquement qu'il le sera également sur le site de production en série. Le coût de sa mise à disposition doit être pris en compte.

Le diagramme ci-dessous « Usinage ou forgeage » indique les coûts entre des éléments de fixation forgés à froid face à des éléments de fixation usinés. Ce qui semble évident ne l'est pas forcément lorsqu'on ne se centre pas sur ce qu'il faut. Cela vaut la peine pour les ingénieurs concepteurs de prendre en compte des pièces forgées à froid produites en série face à des éléments de fixation usinés spéciaux.

PIECES USINEES	PIECES FORGEES
Lots réduits	Lots min. : de 100 000 à 300 000
Arêtes vives	Taux de production élevé
Formes complexes	Pratiquement pas de gâchis
Pas d'empreintes cruciformes	Pas d'arêtes vives
20-70 % de gâchis	Moins de formes complexes

Le diagramme du « coût réel sur place » représente souvent le coût réel d'un produit. Le matériel de fixation (produit C) représente très souvent quelque 5 % du coût total du produit. Toutefois, le coût d'acquisition peut aller jusqu'à 50 % de l'activité totale.

L'ingénieur concepteur ne considère peut-être pas ce point comme relevant de sa responsabilité. Néanmoins, des descriptions de l'élément de fixation claires et une sélection s'appuyant sur les normes industrielles seraient une grande aide. Ce qui ne change pas, c'est que la disponibilité des pièces peut être mieux contrôlée. Ce genre d'éléments de fixation pour la fabrication d'un prototype crée moins de dépendance par rapport à d'autres éléments.

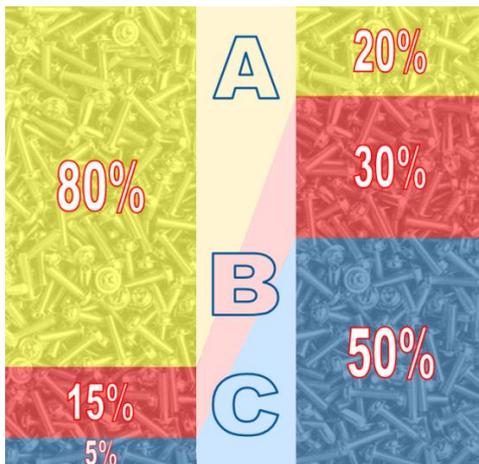
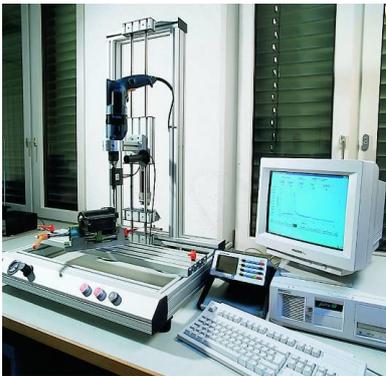


Fig. 7 : Produits A : haute valeur, petite quantité, faibles coûts d'achat ; produits C : faible valeur, grande quantité, coûts d'achat élevés

LA DÉCISION

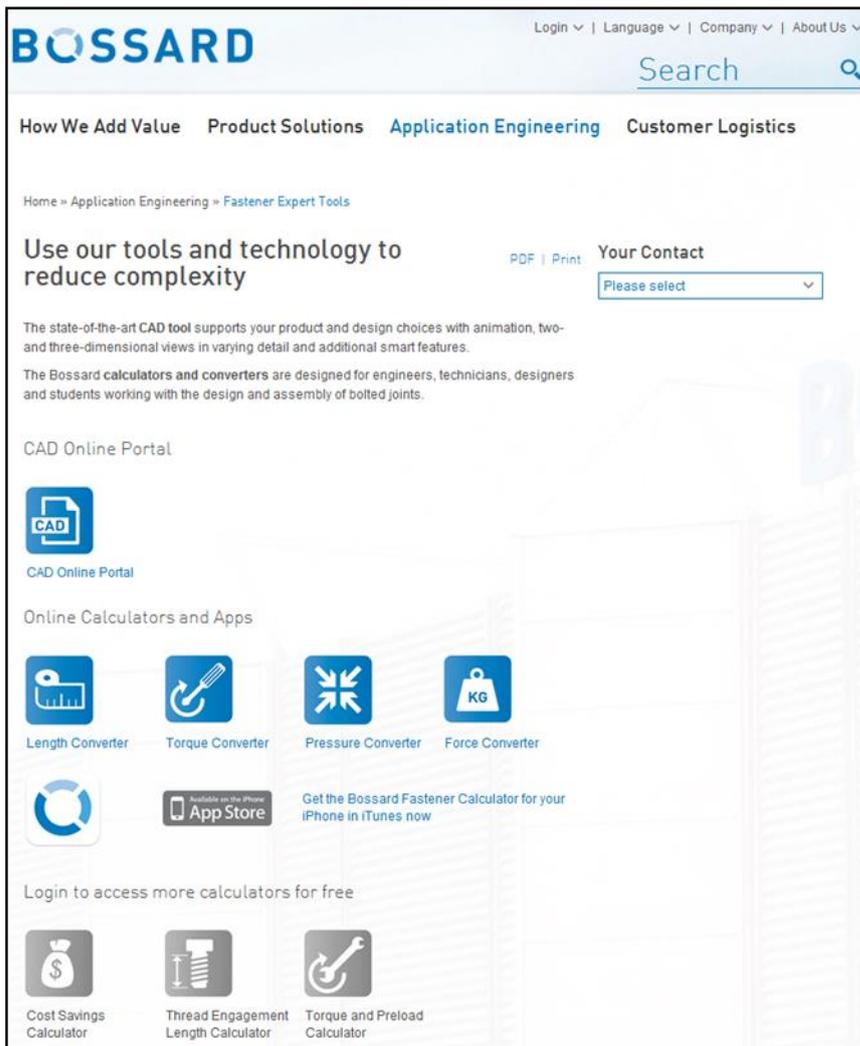


La plupart des produits vont, lors de la phase de conception, subir les tests nécessaires et complets avant la mise sur le marché du produit. Grâce aux progrès des logiciels et de l'informatique, le processus de test a été réduit au minimum. Avec la pression du lancement d'un produit sur le marché, il arrive que les processus de test de produits soient un peu négligés.

Pour assurer l'intégrité de l'assemblage d'un produit, divers équipements de test sont disponibles.

Fig. 8 : Zone de test client

Des logiciels tels que les calculateurs de précontrainte ou d'optimisation du couple de serrage sont disponibles sur notre site Internet www.bossard.com et sur l'iTunes App Store :



L'autre test de simulation possible pouvant être réalisé pendant l'assemblage du produit est la machine d'essai Junker. Le test de simulation permet de déterminer si les problèmes de desserrage du matériel d'assemblage utilisé peuvent être identifiés ou résolus (mesure d'amélioration).

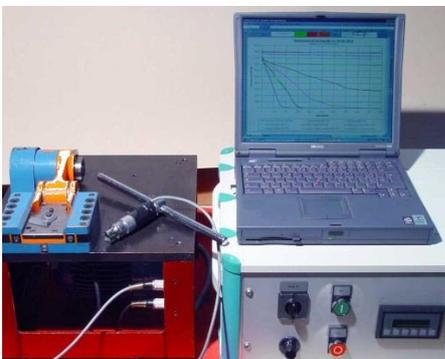


Fig. 9 : Machine d'essai Junker

Les tests ci-dessus sont des tests d'assemblage qui peuvent être réalisés avant le test fonctionnel et de fiabilité du produit. Ces tests d'assemblage, s'ils sont effectués avant le test du produit, conduiront à une réduction des risques et à un produit plus fiable.

Selon l'auteur, la décision la plus dure pour un ingénieur concepteur consiste à déterminer la durée de vie du produit par rapport à la gestion de la corrosion. En d'autres termes, combien de temps l'assemblage est censé fonctionner sans que la corrosion n'entraîne de dysfonctionnement ? L'acier inoxydable représente souvent une solution simple et directe. Dans la conjoncture actuelle à la recherche de solutions économiques, l'emploi de l'acier inoxydable est souvent mûrement réfléchi en raison de son coût. La recherche d'acier au carbone possédant une solution de gestion optimale de la corrosion est un véritable enjeu.

Le risque d'une fragilisation induite par l'hydrogène lié à un acier au carbone résistant avec un revêtement anticorrosion doit être identifié et géré avec soin.

L'autre problème associé est le besoin d'utiliser des boulons de dimensions inférieures ou d'avoir un écrou surdimensionné pour proposer de bonnes solutions anticorrosion. Cela aura une influence sur la force originale des éléments de fixation. Veuillez noter qu'on utilisera l'une ou l'autre solution.

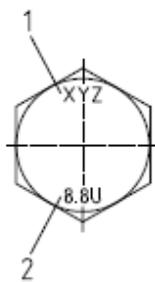


Fig. 10 : Exemple de marquage sur les boulons et écrous galvanisés à chaud avec des filets sous-dimensionnés par rapport à la classe de tolérance 6AZ avant le revêtement.

¹ Repère d'identification du fabricant

² Classe de qualité et marquage supplémentaire

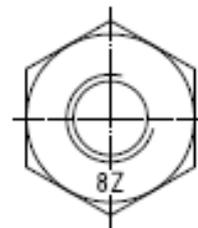
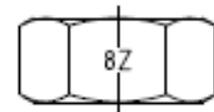


Fig. 11 : Exemple de marquage d'écrous galvanisés à chaud surdimensionnés par rapport à la classe de tolérance 6AZ après le revêtement.



Les retours des clients constituent une importante source d'informations permettant d'identifier les points faibles du produit en vue de son amélioration.

RÉSUMÉ

Afin de garantir l'utilisation d'articles industriels standard, l'application et la sélection de l'élément de fixation ne devraient pas être les derniers éléments pris en compte par les ingénieurs concepteurs lors du processus de conception. Une attention toute particulière à l'assemblage final doit être prise en compte pour maximiser les bénéfices avant la finalisation de la conception et la fabrication en série.

CONCLUSION

La décision concernant la sélection d'un élément de fixation pour une application appropriée n'est pas aussi simple qu'on peut le penser au départ et peut se révéler décourageante. Une bonne compréhension de base de l'application de l'élément de fixation et de la gestion de la corrosion sera une véritable aide. Faire le bon choix est un processus par tâtonnements. Des tests doivent être réalisés en vue de prendre une décision optimale. Et cela requiert de l'attention et du temps. Prenez en compte les retours de l'industrie sur la conception. Soyez flexibles quant aux demandes du marché. Ne choisissez pas uniquement des solutions et produits basés sur le prix, mais sur un point de vue économique global de la conception. Une bonne qualité isolée n'est pas la même chose que des attentes de qualité continues. Engagez un distributeur ou fabricant digne de confiance afin de garantir une qualité constante et conforme. Votre conception et votre produit le méritent et c'est ce qu'attendent vos clients.

Contactez un membre de l'équipe Bossard pour les services Bossard. Nos ingénieurs sont capables de vous aider à optimiser votre conception d'assemblage. Cela vous garantira une solution économique, en diminuant les risques et en augmentant les probabilités d'une livraison sur le marché en temps et en heure.

Les ingénieurs Bossard sont des employés dûment formés qui sont prêts à fournir une solution totale pour vos besoins de solution en termes de fixation. Contactez-les pour connaître les services disponibles et bien plus encore et découvrez la passion que nous portons aux solutions de fixation.

QUELQUES REGLES DE SAGESSE POUR UN ELEMENT DE FIXATION

- Il n'y a pas d'éléments de fixation ou de finitions chers ou pas chers.
- Il n'y a que des conceptions, solutions et méthodes rentables.
- L'élément de fixation le moins cher peut devenir le plus cher de tous !

À PROPOSE DES SERVICES D'INGENIERIE BOSSARD

Pour les ingénieurs concepteurs, les services d'ingénierie Bossard proposent à nos clients de nombreux services et une vraie assistance en termes d'ingénierie. Nous pouvons organiser des séminaires en interne sur la technologie et les solutions destinées aux éléments de fixation. Le catalogue en ligne et les informations techniques peuvent aider à faciliter le choix à faire concernant un élément de fixation.

Les services d'ingénierie actuellement disponibles en ligne sont les suivants :

- **Calculateur du couple de serrage et de la précontrainte :**
En tant que référence, il s'agit d'un bon calcul de départ concernant le couple de serrage de l'assemblage et l'effort de serrage résultant que va expérimenter l'assemblage.
- **Longueur du filetage :**
Pour les trous borgnes filetés, il est souvent nécessaire de s'assurer qu'il y a suffisamment de filets disponibles pour empêcher un foirage des filets et garantir un effort de serrage approprié, ce qui conduit à une épaisseur du produit plus économique.
- **Calculateur d'économies :**
Un aperçu des éventuelles économies pouvant être mises en place grâce à un vaste éventail de solutions de fixation.
- **Calculateur de conversion :**
Un outil très bien localisé permettant de convertir les résultats de vos calculs dans différentes unités de mesure. Un outil indispensable pour tous les ingénieurs qui se respectent dans ce nouvel environnement global.

Et enfin, tous ces outils d'ingénierie peuvent être téléchargés sur votre smartphone compatible.