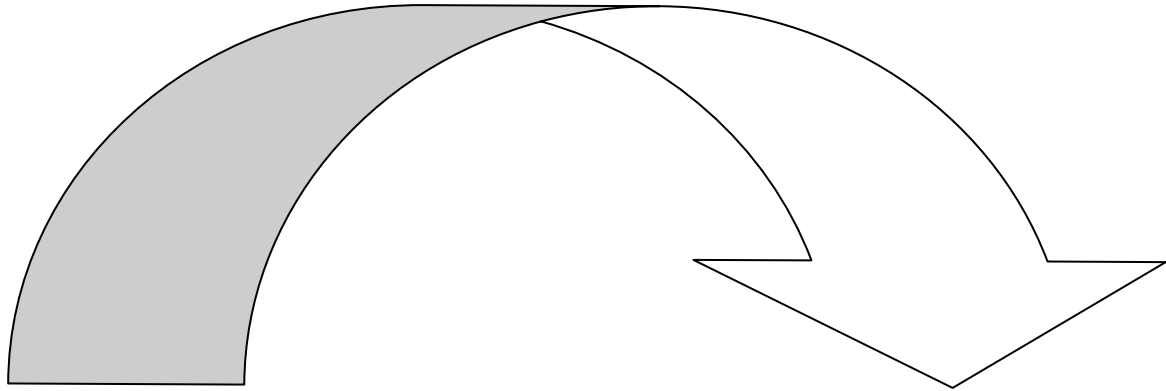


Perfectionnement dépannez-vous

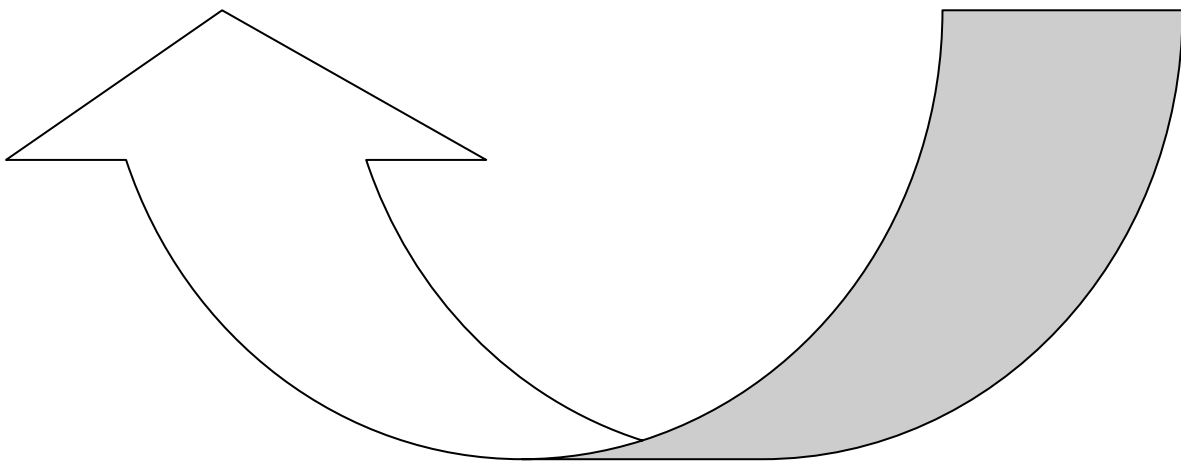
Électricien



Mécanicien

Vous présente

Électrotechnicien



Électromécanicien

Est-ce qu'on peut vous dépannez????

La clé dynamométrique

Mot de l'auteur,

Ce livre s'adresse à des mécaniciens, électriciens, électromécaniciens, électrotechniciens qui veulent connaître différentes méthodes et différents trucs de métiers afin d'améliorer leur intervention en dépannage sur des systèmes automatisés.

L'auteur de ce livre compte plusieurs années dans le domaine industriel, que se soit électrique, mécanique ou électrotechnique et enfin comme MMF. Il s'excuse des tournures de phrases et des fautes d'orthographe que pourrait contenir ce livre. Mais comme vous le savez sûrement, les correcteurs, les éditeurs, les transpositeurs, font qu'un livre devient rapidement dispendieux. L'objectif premier n'est sûrement pas d'avoir une bonne plume mais bien d'être efficace!

L'auteur s'est basé sur son expérience et ces formations ainsi que sur des documents techniques afin de compléter ce livre. Nous espérons pouvoir créer un livre qui devienne vivant, c'est à dire qu'à tous les jours qu'on puisse l'améliorer.

Vous pourrez écrire vos commentaires où les améliorations que vous aimeriez apporter en écrivant au courriel suivant: dépannezvous@hotmail.com

En espérant que ce livre puisse vous aidez dans votre emploi futur ou présent.

L'information contenue dans ce document, représente qu'une partie de ce vous pouvez retrouver dans le document Les Outils.

Mot de passe : A1boulon

La vis

La vis se divise en deux parties, la première est la tête et la seconde sera les filets.

Le filet est un résultat du filetage qui est l'action qui consiste à creuser une rainure hélicoïdale sur une surface extérieure ou intérieure d'un cylindre. Le filet se divise à son tour en plusieurs parties soient;

Le pas (A)

C'est la distance mesurée entre deux crêtes.

Diamètre nominal (extérieur) (B)

C'est le diamètre du filet de crête à crête. Les filets sont normalisés par rapport au diamètre extérieur, diamètre nominal (major diameter)

Diamètre primitif (C)

C'est le diamètre sur les flancs, où le frottement se fera. Les vis à filet possèdent beaucoup de frottement qui procure un rendement faible.

Diamètre intérieur (D)

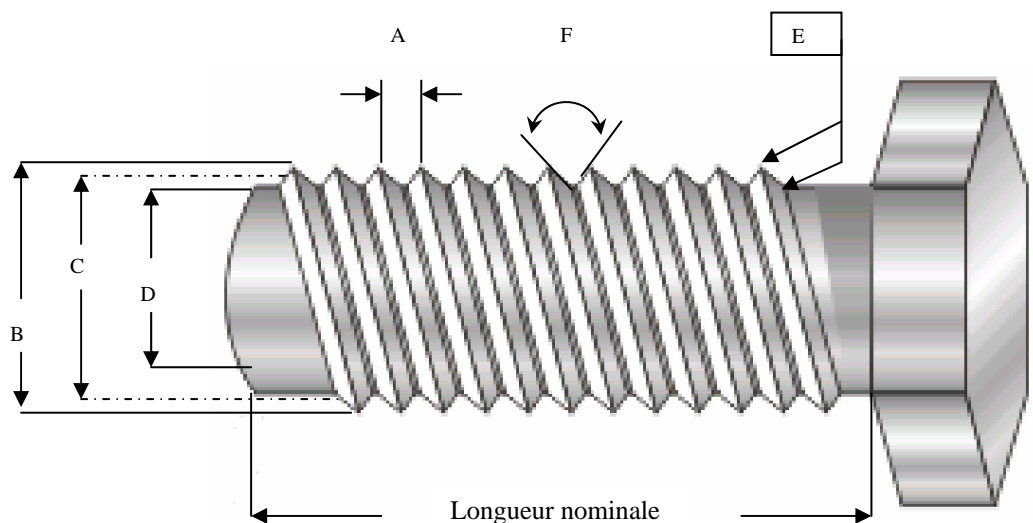
C'est le diamètre du fond des crêtes.

Hauteur du filet (E)

C'est la distance entre le creux du filet et sa crête.

Angle du filet (F)

C'est l'angle entre deux filets consécutifs.



Filetage extérieur et intérieur

Dans les deux cas ils doivent former un couple parfait. Ils sont surtout utilisés pour serrer deux pièces ensemble ou pour transmettre un mouvement (ex: avance automatique sur un tour).

Types de filets

L'industrie est de plus en plus exigeante, la diversification et l'origine de la machinerie ainsi que la précision de leur machinerie font en sorte que les manufacturiers ont dû s'adapter rapidement au marché, c'est pour ces raisons qu'aujourd'hui ils existent autant de types de filets.

Exemple de filet qu'on retrouve; gros filet, filet fin, filet extra-fin, B.S.W, B.S.F, métrique.

Forme des filets

Voici d'autres formes qu'on peut retrouver dans l'industrie:

Carré	Sur une presse à chemin de clés (Pour grand effort)
Rond	La plupart des ampoules électriques (Facilité à visser)
Acmé	Utilisée sur les avances sur un tour de machiniste (effort et précision)
Hélicoïdale	Utilisée généralement en visserie

N.B Ce document traitera exclusivement du filet hélicoïdal.

Les formes de tête

Les têtes peuvent être de différentes formes; creuse, hexagonale, carré, ronde, etc..

Le filet UNIFIED NATIONAL

Le filet UNIFIED NATIONAL provient d'un comité de normalisation qui date de 1948, les parties étaient représentées par le CANADA, les ÉTATS-UNIS et le ROYAUME UNIS. Depuis ce jour les filets du standard américain utilisent des lettres comme:

UNF =	Unified National Fine	=	Petit filet
UNC =	Unified National Coarse	=	Gros filet
UNEF =	Unified National Extra Fine	=	Extra petit

Remarque le U pour Unified, est rarement utilisé en industrie.

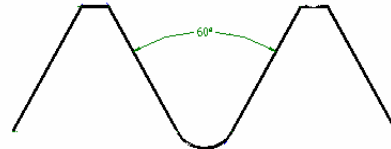
Filet standard américain (Système impérial)

Est le plus utilisé dans le système impérial. Il possède un angle de 60 degrés entre deux crêtes. Le sommet du filet est généralement plat évitant ainsi des efforts trop grands et un bris conséquent. Le fond est toujours rond. On les retrouve de type Gros filet (Unified National Coarse) ou de type filet fin (Unified National Fine).

Exemple:

Un boulon 1/4-24 UNF

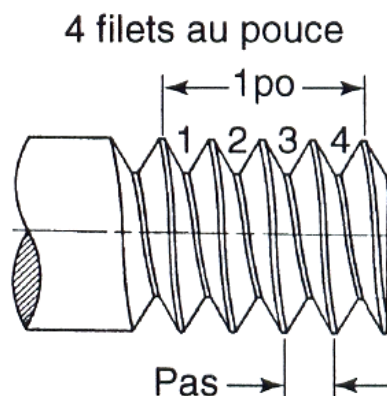
1/4 = 0.250 po diamètre
 24 = 24 filets au pouce
 UNF = à pas est fin



La normalisation d'un boulon ou d'un écrou standard dans ce système se fait par: le diamètre nominal, le pas (nombre de filets sur un pouce).

Application:

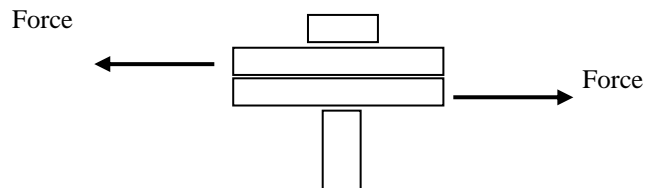
- Gros filet: (Unified National Coarse), filet à gros pas. Ce filet est utilisé pour des usages normaux. Il s'engage facilement et s'emploie dans les matériaux qui ont une résistance peu élevée ou qui s'endommagent facilement.
- Filet fin: (Unified National Fine), filet à pas fin. Ce filet offre une résistance plus élevée à la traction et à la torsion. De plus il résiste plus facilement aux vibrations.
- Extra fin: Surtout utilisé en aéronautique. Lorsqu'on désire obtenir un nombre maximal de filet sur une pièce.



Résistances

Le boulon sont régulièrement confronté à deux résistances l'une est le cisaillement et l'autre est la traction.

La force de cisaillement est lorsqu'on désire empêcher deux pièces de se déplacer avec des forces opposées. Ce type de force permettra à une machine de couper un boulon en deux.

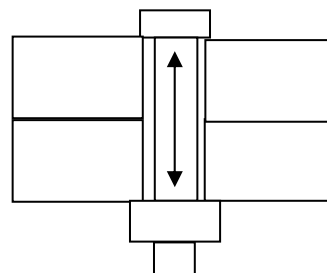


La force de traction est une force qui s'oppose dans le sens de celui-ci;

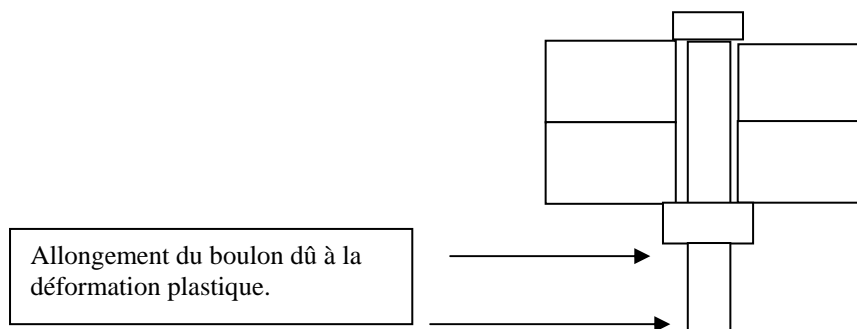
Un boulon qui réunit des membrures est équivalent à un système de ressorts en parallèles, quand on applique une force extérieure sur les membrures, la tension augmente dans le boulon et la compression diminue dans les membrures.

Ce qu'il faut éviter, c'est de trop augmenter la tension dans les boulons et de perdre la compression dans les membrures.

Un boulon ayant un plus petit diamètre nominal que le perçage des membrures aura plutôt tendance à s'allonger qu'à comprimer les membrures. Lorsqu'une vis s'allonge on dit qu'il y'a déformation élastique des filets.



Les allongements sont proportionnels d'une part aux couples de serrage (les allongements varient selon la qualité de l'acier et selon la section du boulon), d'autre part, aux longueurs des boulons.



Classes de résistance des vis, système standard

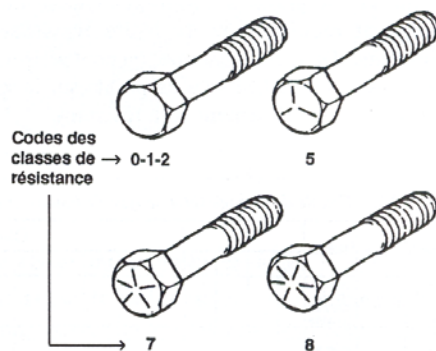
Plus connu sur le Grade du boulon, ce grade est identifié par des barres sur la tête du boulon qui signifient un chiffre.

Le nombre de barre sur la tête de la vis, informe que le fabricant a tenu compte du type d'acier et du degré de résistance de la vis. La résistance augmentera avec l'importance du nombre de barre.

Ex: La vis possédant 3 barres est moins résistant que celui à 5 barres.

Tableau de conversion des barres en chiffres.

Grade	Nombre de barre
0-1-2	Aucune
5	3
8	6



Limite de rupture

La rupture d'un boulon peut dépendre de plusieurs facteurs soient; la résistance à la friction, la lubrification ou non des filets, la dureté des matériaux, etc.. On peut la calculer à partir de deux formules une pour les boulons standard et l'autres pour les boulons métriques.

Formules pour le couple d'un boulon standard

Couples pour le boulon standard

Formule pour boulon lubrifié

$$C_L = 12,49 \times S_y \times A_s \times D$$

C_L = couple (pied/livre), lubrifié

S_y = Limite élastique du matériel (Ksi) (voir tableau)

D = Diamètre de la vis en millième de pouce

A_s = Section de résistance en po^2

Formule pour boulon non-lubrifié

$$C_{NL} = 16,66 \times S_y \times A_s \times D$$

C_{NL} = couple (pied/livre), non-lubrifié

S_y = Limite élastique du matériel (Ksi) (voir tableau)

D = Diamètre de la vis en millième de pouce

A_s = Section de résistance en po^2

Formule pour trouver le A_s

$$A_s = 0,7854 \times (D - (0,9743/N))^2$$

D = Diamètre de la vis en millième de pouce

N = Nombre de filets au pouce

Tableau pour la vis impérial (S_y)

Grade	Diamètre (po)	Ksi
1	Toute dimension	36
2	$D < 0,750$	57
2	$D > 0,875$	36
5	Toute dimension	92
5.2	Toute dimension	92
8	Toute dimension	130
ASTM A449	$D < 1,500$	81
ASTM A449	$D > 1,625$	58
ASTM A490	Toute dimension	130
AISI 1045	Toute dimension	45
AISI 4140	Toute dimension	61

Tableau de serrage pour boulon impérial (U.S) à pas normal (N.C)

À partir de ces données nous pourrons construire le tableau suivant, dans le tableau nous avons arrondis les décimal, puis afin de laisser une marge de sécurité, le boulon à été calculé à 80% de sa limite élastique (Sy).



Grade 1 ou 2



Grade 5



Grade 5



Grade 8



Grade 8,2

Couple de serrage en Livre/pied		Grade 1		Grade 2		Grade 5 ou 5,2		Grade 8 ou 8,2	
Diamètre	Filet	Sec	Lubrifié	Sec	Lubrifié	Sec	Lubrifié	Sec	Lubrifié
1/4	20	4	3	6	5	10	7	14	10
5/16	18	8	6	12	9	20	15	28	21
3/8	16	13	10	21	17	35	27	49	38
7/16	14	22	17	35	27	57	43	81	60
1/2	13	32	25	52	39	86	63	122	90
9/16	12	48	35	77	56	125	92	176	131
5/8	11	68	51	107	81	173	130	245	184
3/4	10	120	90	191	143	308	231	435	326
7/8	9	194	145	194	145	496	372	700	525
1	8	291	218	291	218	743	557	1050	787
1 1/8	7	412	309	412	309	1053	790	1488	1116
1 1/4	7	581	436	581	436	1486	1114	2100	1575
1 3/8	6	762	572	762	572	1948	1461	2752	2064
1 1/2	6	1012	759	1012	759	2586	1939	3654	2740
1 5/8	5	1253	940	1253	940	3202	2402	4525	3393
1 3/4	5	1596	1197	1596	1197	4077	3058	5762	4321
1 7/8	4,4	1944	1458	1944	1458	4969	3727	7021	5266
2	4,5	2396	1799	2398	1799	6129	4597	8661	6495
2 1/4	4,5	3507	2631	3507	2631	8964	6723	12666	9499
2 1/2	4	4799	3599	4799	3599	12263	9197	17328	12996
2 3/4	4	6513	4885	6513	4885	16644	12483	23519	17639
3	4	8593	6445	8593	6445	21960	16470	31030	23273

Pour connaître le couple en Newton-mètre diviser par 0,7376.

Exemple: Un boulon de Grade 1 1/4-20 à sec sera de $4/0,7376 = 5.42$ Nm.

Tableau de serrage pour boulon impérial (U.S) à pas fin (N.F)

Couple de serrage en livre/pied		Grade 1		Grade 2		Grade 5 ou 5,2		Grade 8 ou 8,2	
Diamètre	Filet	Sec	Lubrifié	Sec	Lubrifié	Sec	Lubrifié	Sec	Lubrifié
1/4	28	4	3	7	5	11	8	16	12
5/16	24	9	7	14	10	22	17	31	24
3/8	24	16	12	25	19	40	30	57	43
7/16	20	25	19	39	30	64	48	90	68
1/2	20	38	29	61	46	98	74	139	104
9/16	18	55	41	87	65	140	105	198	148
5/8	18	77	58	122	91	196	147	277	208
3/4	16	134	101	213	159	343	257	485	364
7/8	14	214	160	214	160	547	410	773	580
1	14	326	245	326	245	834	625	1178	884
1 1/8	12	462	347	462	347	1181	886	1669	1251
1 1/4	12	644	483	644	483	1645	1234	2325	1744
1 3/8	12	868	651	868	651	2217	1663	3133	2350
1 1/2	12	1138	854	1138	854	2909	2182	4111	3083
1 5/8	12	1460	1095	1460	1095	3731	2798	5272	3954
1 3/4	12	1837	1378	1837	1378	4695	3522	6635	4976
1 7/8	12	2274	1706	2274	1706	5813	4359	8213	6160
2	12	2776	2082	2776	2082	7094	5321	10025	7518
2 1/4	12	3990	2992	3990	2993	10196	7647	14408	10806
2 1/2	12	5514	4136	5514	4136	14092	10569	19912	14934
2 3/4	12	7384	5538	7384	5538	18871	14153	26665	19999
3	12	9635	7226	9635	7226	24623	18468	34794	26096

Pour connaître le couple en Newton-mètre diviser par 0,7376.

Exemple: Un boulon de Grade 1 1/4-28 lubrifié sera de $3/0,7376 = 4.06$ Nm.

Protection

Pour des raisons de corrosion, ou esthétiques les composantes (écrou-rondelle-vis) peuvent être traitées. Ces traitements affecteront le rapport de couple. En règle générale, le produit de placage doit être pris en considération lors du serrage. On devra multiplier par le facteur figurant dans le tableau en fonction de son traitement.

		Surface du boulon			
		Non traité	Zinc	Cadmium	Phosphate
S U R F A C E D U B O U L O N	Non Traité	1,00	1,00	0,80	0,90
	Zinc	1,15	1,20	1,35	1,15
	Cadmium	0,85	0,90	1,20	1,00
	Phosphate et huile	0,70	0,65	0,70	0,75
	Zinc avec cire	0,60	0,55	0,65	0,55

Exemple :

Quel sera le couple de serrage sur un boulon avec écrou de grade 5 de dimension de 7/16-20 NF, traité au zinc et lubrifié?

Formule:

$$D = 7/16 = 0,4375$$

$$\begin{aligned} A_s &= 0,7854 \times (D - (0,9743/N))^2 &= & 0,7854 \times (0,4375 - (0,9743/20))^2 = \\ & &= & 0,7854 \times (0,4375 - 0,048715)^2 \\ & &= & 0,7854 \times 0,151153776 \\ A_s &= &= & 0,119 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_L &= 12,49 \times S_y \times A_s \times D &= & 12,49 \times 92 \times 0,119 \times 0,4375 \\ C_L &= &= & 59,82 = 60 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Serrage à 80\% de l'élasticité} &= &= & 60 \times 0,8 \\ &= &= & 48 \text{ lbs-pied} \end{aligned}$$

$$\text{Boulon et écrou traité au zinc (1,20)} = 48 \times 1,20$$

$$\text{Couple recommandé} = 57,6$$

Effet du serrage sur un boulon

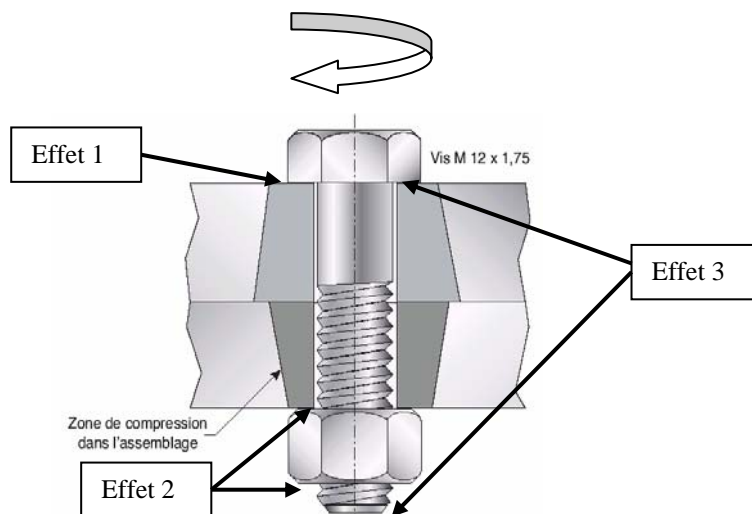
Quand on tourne la vis pour le serrer dans un filet ou un écrou et que le dessous de la tête de celui-ci devient en contact avec la pièce, c'est à ce moment que le couple se développera.

Cette pression entre les deux éléments fera en sorte que le couple augmentera, afin de compléter le serrage nous devons donc utiliser des outils comme le tournevis, la clé plate ou la clé dynamométrique.

Deux effets sont recherchés lors d'un serrage et qui tous leur utilité propre.

Le premier est une **étape qui servira à empêcher le boulon de se dévisser par les vibrations**. Pour ce faire lors du serrage il faudra serrer suffisamment afin de vaincre les frottements entre le dessous de la tête du boulon et la surface de pression ainsi que les frottements apparaissant entre le filetage (mâle) et du taraudage (femelle) dans la pièce.

Le deuxième effet est une **étape qui maintiendra une pression adéquate entre les deux pièces**, le but sera d'utiliser le boulon près de sa capacité limite et cela sans créer une déformation élastique de la vis du boulon. Le risque d'arracher le filetage est très faible, parce que le filetage ISO a été conçu pour ce soit le corps du boulon qui casse en premier (c'est plus facile à réparer).



On doit donc serrer juste ce qu'il faut!! Un serrage c'est du gros bon sens...

Type de serrage

Ils existent plusieurs types de serrage, seul un expert comme un mécanicien peut les reconnaître. En premier lieu avant de serrer le mécanicien doit se poser certaine question avant de procéder au serrage du boulon, comme qu'elles sont les matériaux utilisés pour les filets, pour le boulon et quel type de serrage est recommandé?

Est-ce un serrage qui servira à rendre deux composantes hermétiques? J'utiliserai le serrage recommandé par le manufacturier.

En principe le choix d'un grade est en fonction de l'application de celui-ci. La plupart des manufacturiers donne le couple de serrage pour leurs machines. C'est bien logique, un manufacturier n'a aucun intérêt à offrir des boulons au-dessus des recommandations de serrage à appliquer cela occasionnerait des coûts supplémentaire et inutile.

Les documents et les règles de serrage changent, le manufacturier recommandera un serrage adéquat pour ces composantes. Ex: Bougie, automobile, moto.

Par exemple, la compagnie de pompe Vickers recommande un serrage sur sa pompe de 35 à 45 lbs.pied. Le résultat rechercher est l'étanchéité entre les pièces.

Nous utiliserons donc les recommandations du manufacturier!

Truc, Si vous n'avez pas les recommandations du manufacturier, le grade du boulon est indiquer sur sa tête, vérifier dans votre tableau, puis serrer à 60% de ce qui est recommandée par le manufacturier, installer la composante et vérifier si elle étanche durant son fonctionnement, si il y'a encore une fuite augmentez légèrement à chaque serrage jusqu'à ce qu'on obtienne l'herméticité de celle-ci. *Avant d'utiliser cette procédure évaluer les matériaux de serrage, ces à cette étape qu'on reconnaît l'expérience d'un mécanicien.*

Exemple: On doit maintenir un couvert sur un compresseur avec un boulon d'acier de grade 8, les filets du carter son fabriqués dans l'aluminium? ?

Nous utiliserons nos connaissance, nous devons évaluer est ce le boulon ou le filet de la machine qui est le plus résistant, nous devons serrer en fonction de la composante le plus faible.

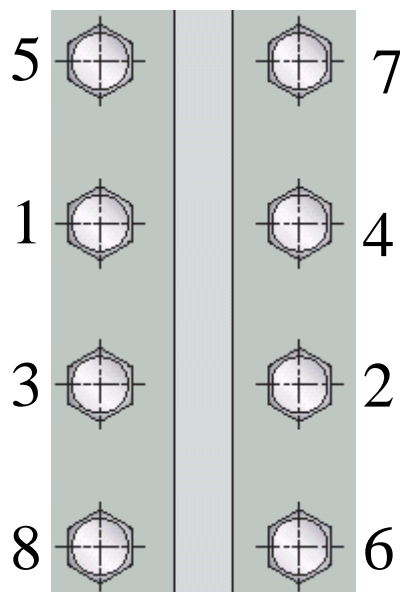
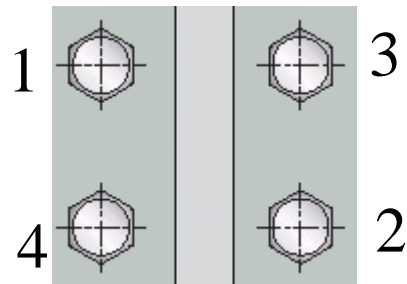
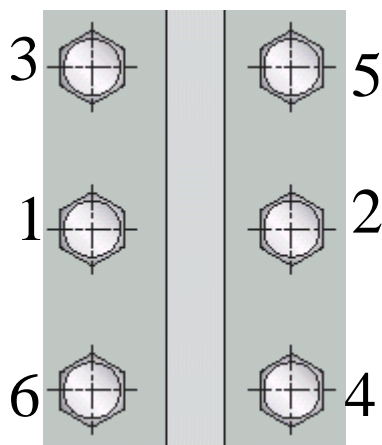
Est-ce un serrage qui servira à maintenir deux composantes avec un boulon et un écrou? J'utiliserai le tableau des tolérances des boulons et écrou.

Nous utiliserons ces chartes afin que les boulons ne se dévisse pas tout seul et de maintenir une certaine pression entre les deux plaques.

Répartition des efforts de serrage

Il est important de bien répartir les efforts sur une plaque, le fait de serrer dans un ordre donné permettra à la plaque de bien se positionner entre chacun des serrages. Afin de bien répartir les efforts il est recommandé de serrer les boulons dans un ordre donné.

4 boulons le serrage se fera en croix, 6 boulons les deux du centre puis en croix pour l'extérieur, 8 boulons en croix pour ceux du centre puis, en croix pour ceux à l'extérieur (coin). Suivre l'ordre des numéros pour le serrage.





Outils

La force

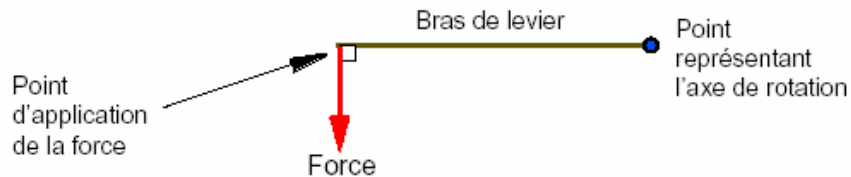
Pour appliquer une force sur un boulon, on doit connaître le point d'application, la direction qu'on veut diriger notre effort puis l'intensité sur celle-ci. L'intensité d'une force se mesurera en Newton (N) avec un dynamomètre.

Cette intensité peut s'appliquer de différente façon, mais celle qui nous intéresse est la loi d'Archimède sur les leviers, elle nous informe que les forces inégales agissant perpendiculairement qui s'applique à chaque extrémité pourront s'annuler.

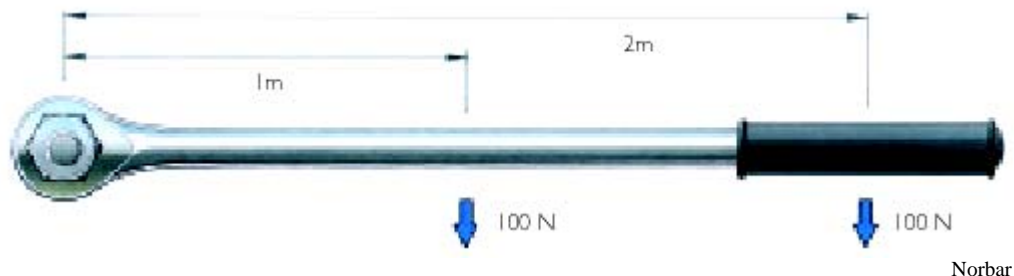
$$F1 \times r1 = F2 \times r2$$

Où $r1$ et $r2$ sont les distances de l'axe de pivotement aux points d'applications des forces. Le produit de la force par la distance du levier s'exprimera en Newton-Mètre.

On doit donc considérer la distance et la force lors lorsqu'on désire entraîner une rotation sur un axe, c'est ce qu'on nommera le couple. La clé dynamométrique utilisée par le mécanicien mesurera cette torsion. La clé dynamométrique utilisée en Amérique Nord est souvent étalonnée en livre-pied plutôt qu'en Newton-Mètre, on retrouve au Québec des modèles qui nous indiquent les deux unités.



On reconnaît ainsi le principe du levier. Plus nous éloignons notre main du centre de torsion et plus le couple sera élevé.



Exemple1:	Distance = 1m,	Force = 100 Newton	Couple = 100 Newton-Mètre
Exemple2:	Distance = 2m,	Force = 100 Newton	Couple = 200 N.m
Exemple3:	Distance = 1 pied,	Force= 100 lbs	Couple = 100 lb.pied

La clé dynamométrique (Torque wrench)

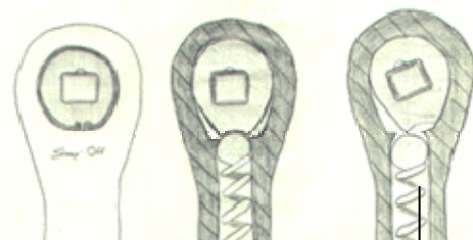
La clé dynamométrique est un instrument de serrage, qui nous servira à obtenir le serrage un adéquat. La plupart des modèles possèdent un manche gradué en pied-livre ou en newton-mètre selon le modèle.

Le modèle à cadran (avec tige) est très rudimentaire, et le moins dispendieux de la gamme et par conséquent moins précis. Il utilise la flexibilité de son manche pour transmettre l'information tout le long du processus de serrage.



Le modèle à débrayage (avec ressort) est plus précis que celui à cadran et plus onéreux. Lorsqu'on doit appliquer le couple nécessaire on doit tourner le manche gradué et pointer le couple vis-à-vis la ligne de repère situé sur le manche.

Ce type de clé utilisera un ressort dissimulé à l'intérieur de la tige et lorsque le couple désirée est atteinte un mécanisme interne fait en sorte qu'on entende un clic, puis on sentira dans le manche un relâchement, c'est à ce moment que le couple requis est atteint.



Procédure d'utilisation d'une clé dynamométrique

1. S'assurer avant d'utiliser la clé dynamométrique que l'étalonnage soit bien à 0. Afin d'avoir une bonne précision il est recommandée de contracter le ressort à l'intérieur de la tige et non le contraire dû à l'effet de Bernoulli*.

Sur le modèle à cadran nous n'avons pas à tenir compte de cette précaution, le modèle à cadran n'est pas muni d'un système de ressort, il fonctionne à partir d'une tige de métal calibré spécialement pour celui-ci.

* La loi de Bernoulli nous explique que l'effort pour contracter un ressort n'est pas le même que pour le décontracter.

2. Vérifier le couple maximale du boulon à serrer.
3. Valider la compatibilité du serrage. On peut utiliser un boulon de grade 8, sur une tête de compresseur où les filets sont construits sur une tête d'aluminium. On sait que l'aluminium à une résistance beaucoup moins élevé qu'un boulon de Grade 8. On devra serrer en fonction de la plus petite tolérance.
4. Vérifier les tolérances recommandées par le fabricant. La tolérance du fabricant est toujours prioritaire sur le Grade d'un boulon lors d'un serrage. Si celui-ci est plus élevé que le boulon, on changera le boulon pour un grade plus élevé. Ex: pompe, boîte d'engrenage, bougie, etc..
5. Calibrer le couple de la clé dynamométrique. Pour augmenter le couple de serrage sur la clé on devra contracter le ressort à l'intérieur de la tige pour se faire on tourne le manche, dans le sens horaire d'une aiguille jusqu'à ce qu'on est atteint la graduation désirée.

Dans le cas d'un modèle à cadran, on ne fait qu'appliquer un effort sur le manche et on arrête de pousser lorsque l'aiguille est placée vis-à-vis le couple désirée.

6. Appliquer le serrage initial, à partir d'une douille avec la dimension voulue, afin d'appliquer la loi du levier et d'utiliser le maximum de force pour le minimum d'effort il est préférable d'appliquer la pression au bout du manche de la clé.
7. Appliquer le serrage final, (voir document)
8. Remettre à 0 le couple de la clé dynamométrique, cette procédure protège le ressort de l'effet Mémoire, lorsqu'un ressort demeure pendant un certains temps contracté avec une certaine force, cela lui enlève de l'élasticité par la suite, il ne revient plus au zéro initial du fabricant, la clé n'est plus calibrer. Donc à titre d'entretien et de prévention on recommande de toujours relâcher le ressort après chaque utilisation.