

GROUPE
CONCEPTION
PRODUCTION

Conception des Liaisons

Version 2012

Auteurs :

*G. Carton
E. Cartillier
M. Vives
A. Toumine
D. Jacques*

Sommaire

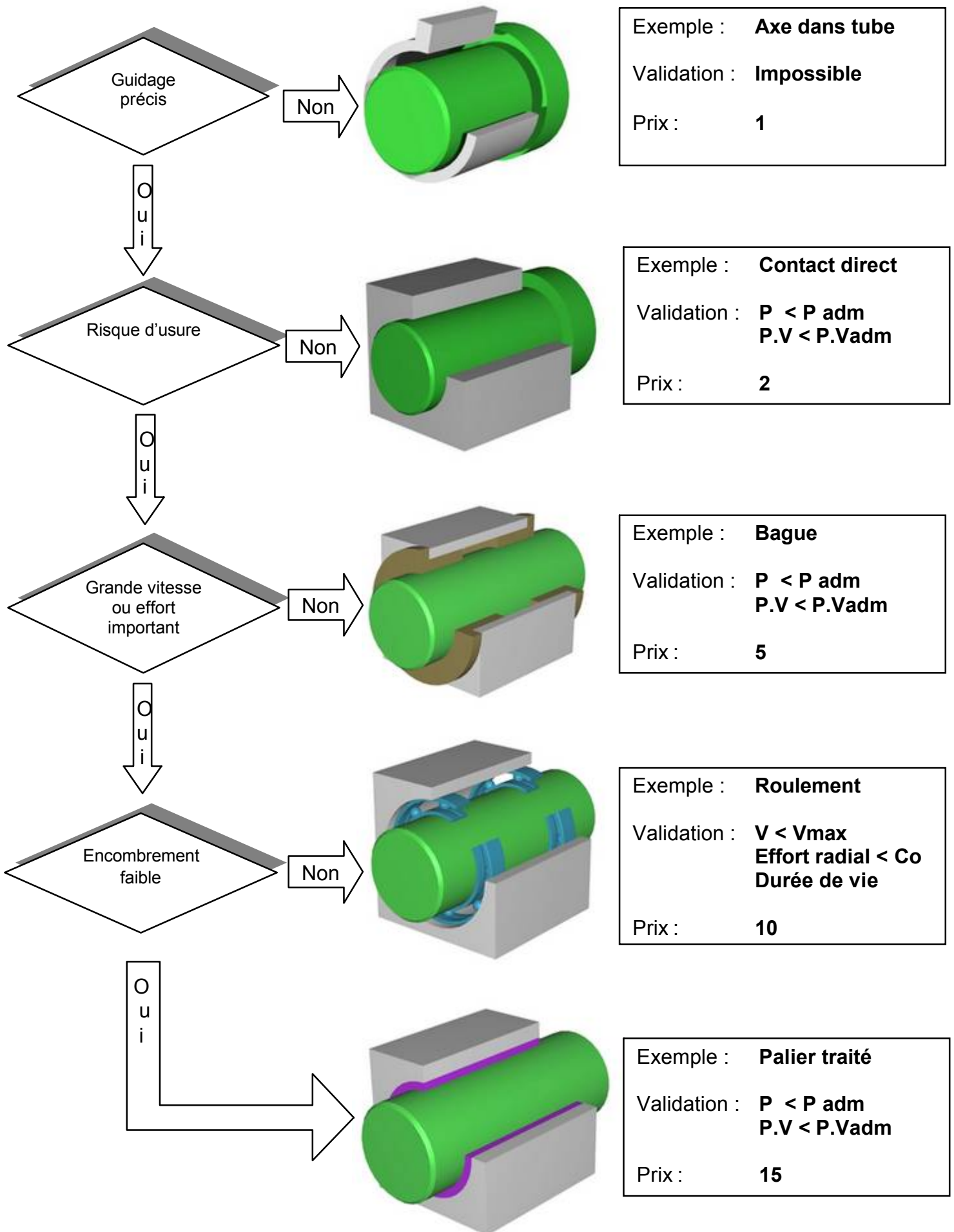
1. Organigramme de choix d'une liaison pivot	2
2. Organigramme de choix d'une liaison glissière	3
3. Exemples de liaisons pivots	4
4. Exemples de liaisons glissières	6
5. Exemples de liaisons complètes – Pièces usinées	8
6. Exemples de liaisons complètes – Pièces de CM.....	12
7. Exemples de liaisons complètes – Pièces usinée / CM.....	14
8. Calculs de dimensionnement des liaisons	15
8.1 Efforts statiques ou à vitesse faible ($V_g < 0.1 \text{ m/s}$)	15
8.2 Efforts dynamiques.....	16
8.3 Cas particulier du dimensionnement des coussinets.....	17
8.4 Précision du guidage.....	18
8.5 Conception des glissières : Phénomène d'arc-boutement	19
8.6 Exemples de coefficients de sécurité	20
8.7 Pressions Admissibles	20
9. Technologie des coussinets	21
9.1 Différents types de bagues ou coussinets.....	21
9.2 Choix d'une bague:	22
9.3 Cotation :.....	23
9.4 Exemple de montage:	23
9.5 Désignation pour toute commande:.....	23
10. Technologie des roulements	24
10.1 Présentation.....	24
10.2 Choix d'un roulement:.....	24
10.3 Montage des roulements:.....	27
10.4 Choix des ajustements :.....	28
10.5 Choix des emplacements des arrêts en translation:.....	28
10.6 Calcul de roulements.....	30
11. Cotation : valeurs indicatives de tolérances en CM	32
12. Consignes pour l'utilisation de Solid Edge	34
13. ANNEXES	36
13.1 Exemples de dessins de définition	36
13.2 Stock MATIERES PREMIERES et ELEMENTS STANDARDS disponibles à l'atelier de production du 1 ^{er} cycle pour le projet	37

En complément du polycopié :

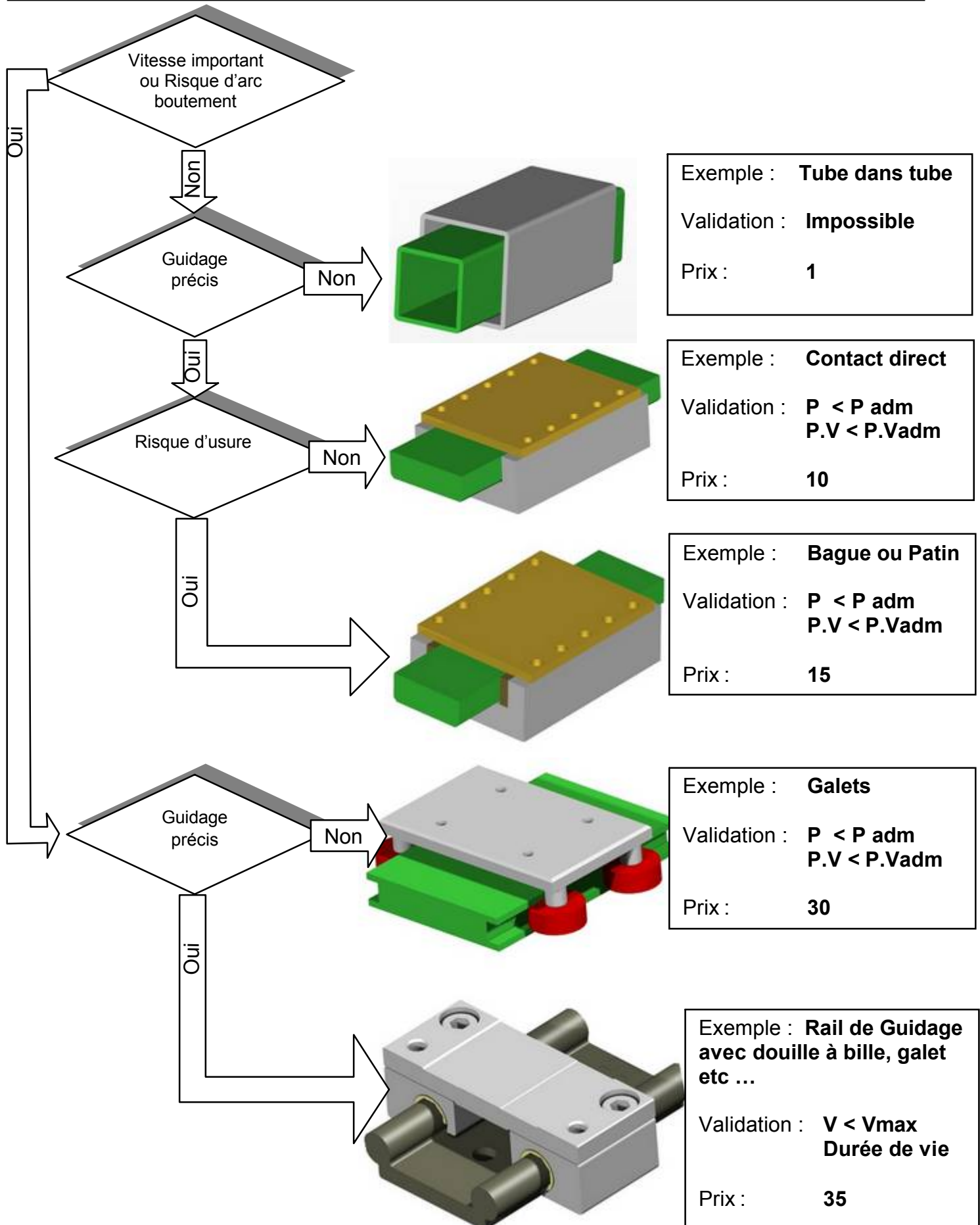
Lien vers le **cours Moodle** Conception 2^{ème} année : <http://cipcnet.insa-lyon.fr/moodle.195/course/view.php?id=35>

Lien vers le **cours Moodle** Solid Edge : <http://moodle.insa-lyon.fr/course/view.php?id=185>

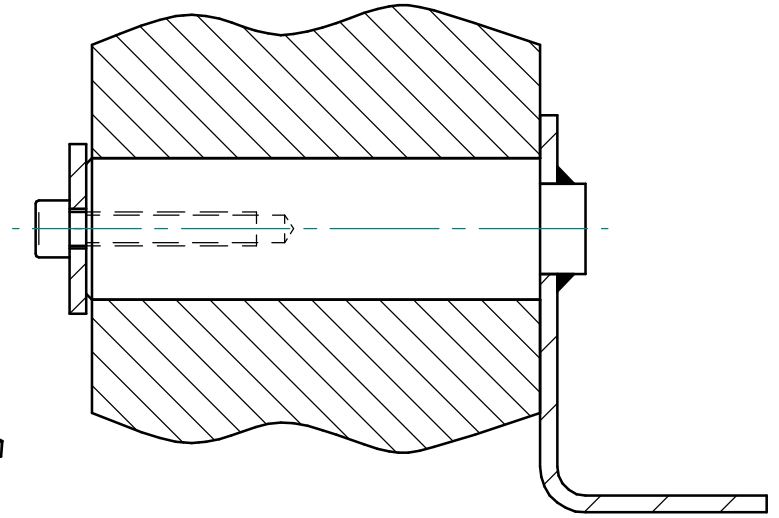
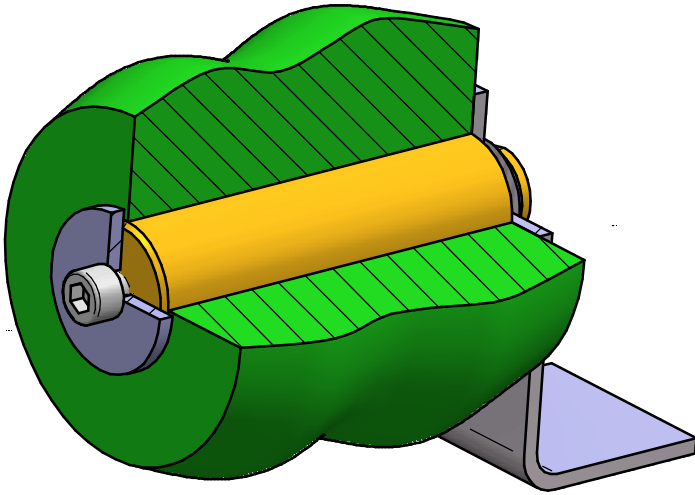
1. Organigramme de choix d'une liaison pivot



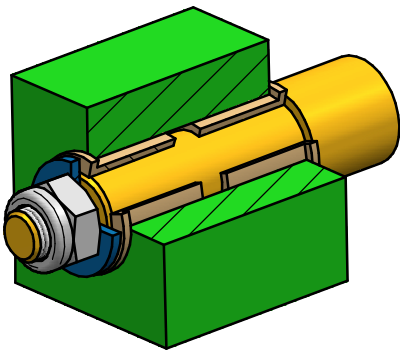
2. Organigramme de choix d'une liaison glissière



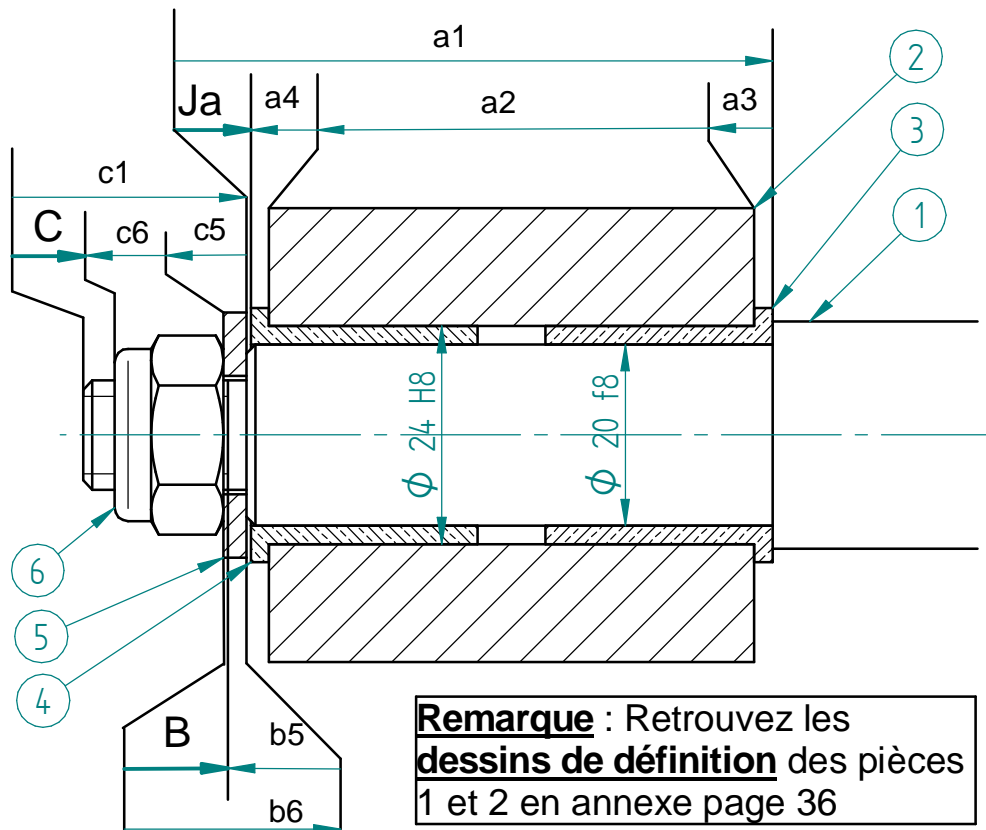
3.Exemples de liaisons pivots



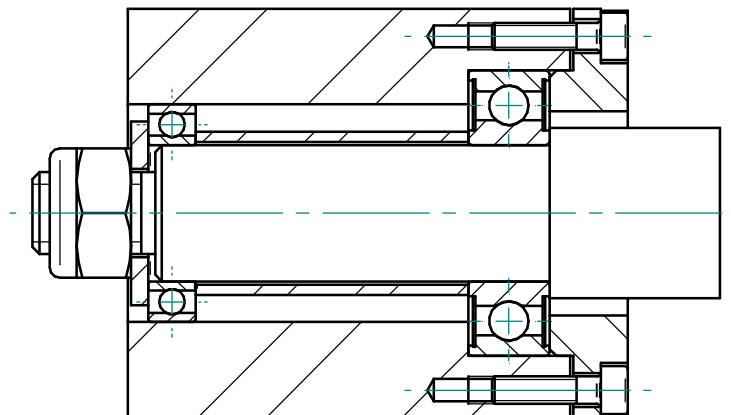
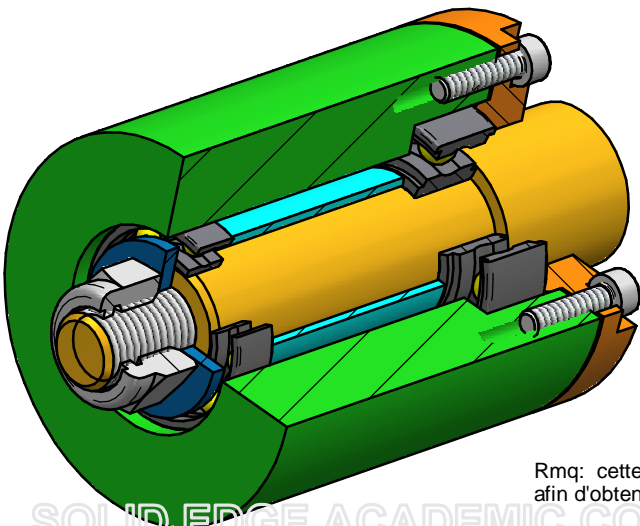
Rmq: Bagues bronze autolubrifiantes 20-24-25



Ja : jeu fonctionnel liaison pivot
 B : réserve de filetage pour serrage
 C : réserve de filetage mini

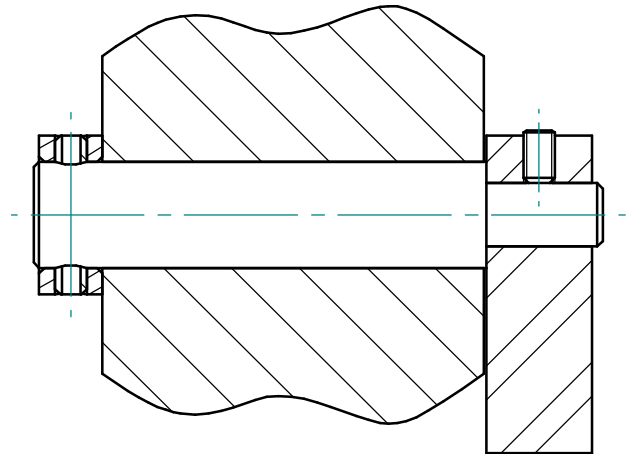
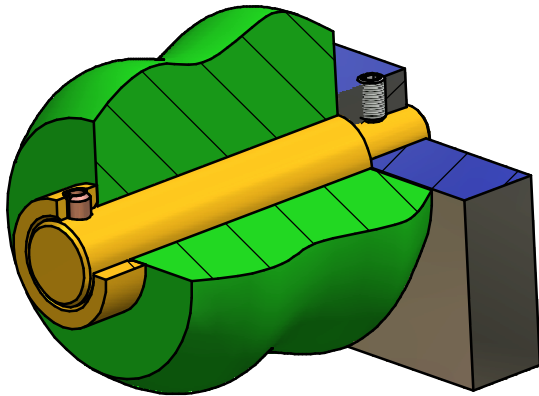
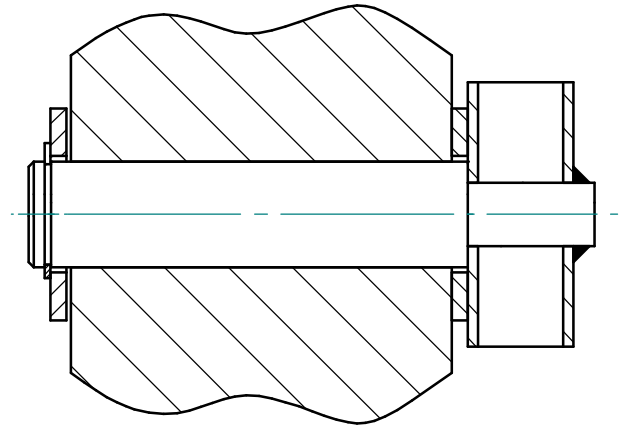
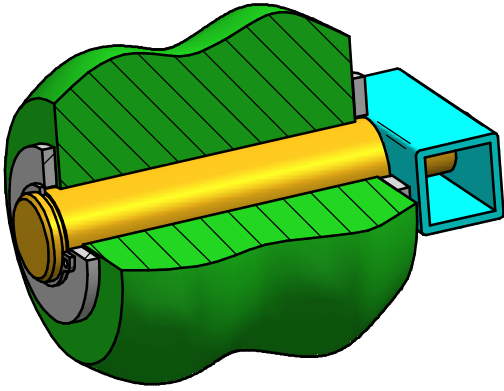


Remarque : Retrouvez les **dessins de définition** des pièces 1 et 2 en annexe page 36

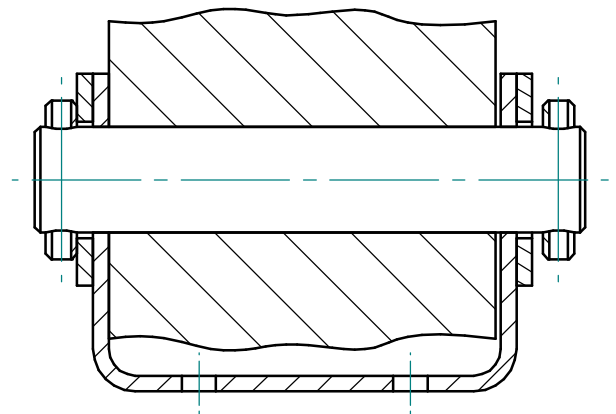
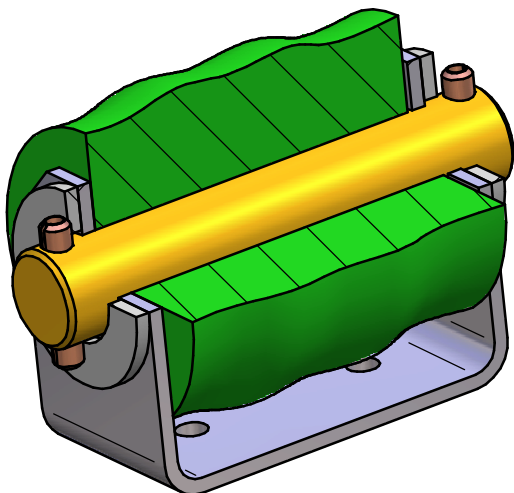


Rmq: cette configuration permet d'usiner sans démonter la pièce (arbre et bloc porte roulement) afin d'obtenir des surfaces fonctionnelles coaxiales (mise en position des roulements)

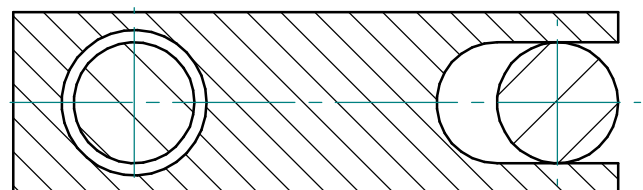
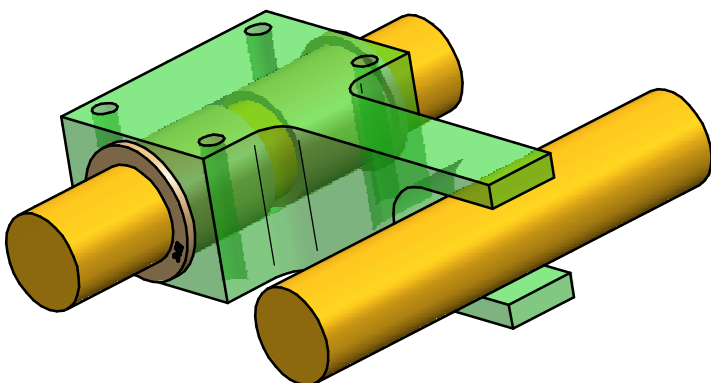
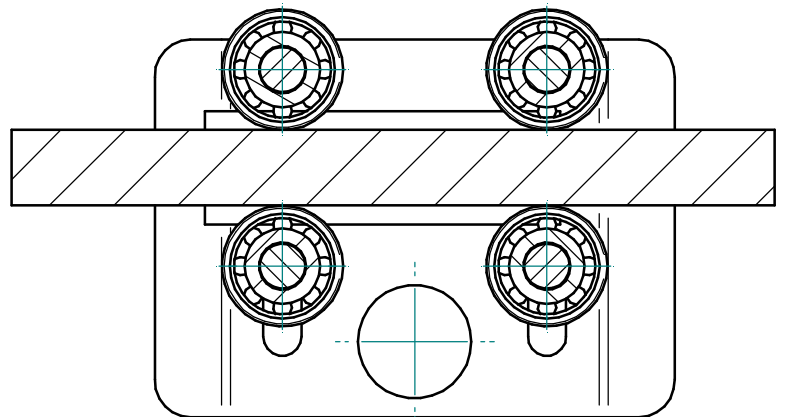
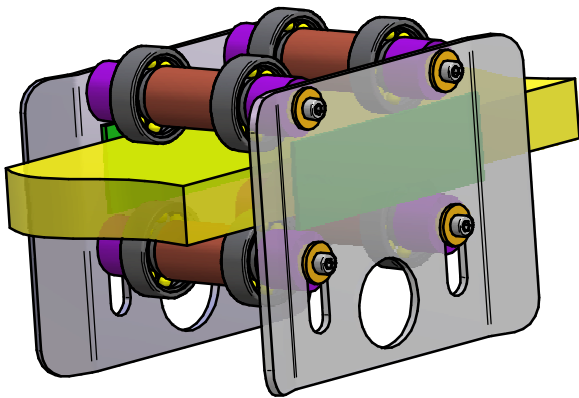
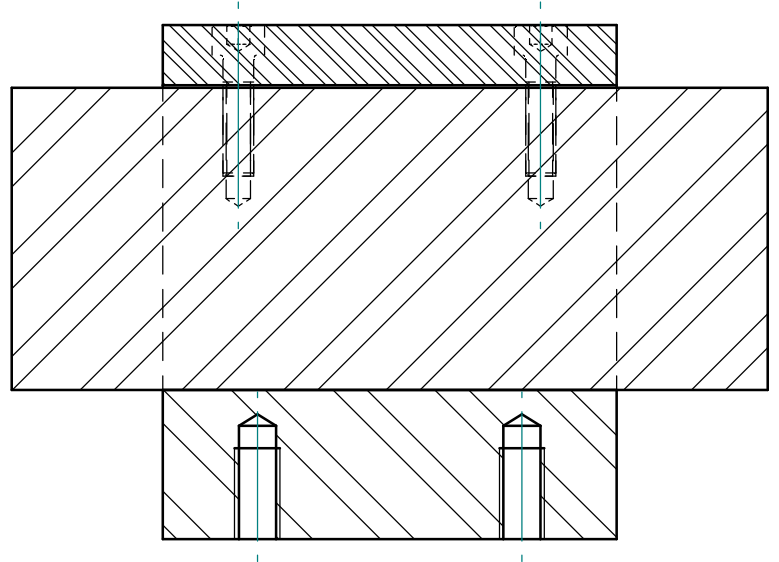
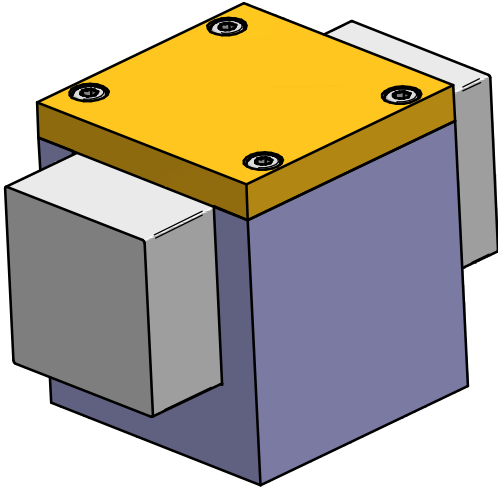
LIAISON PIVOT



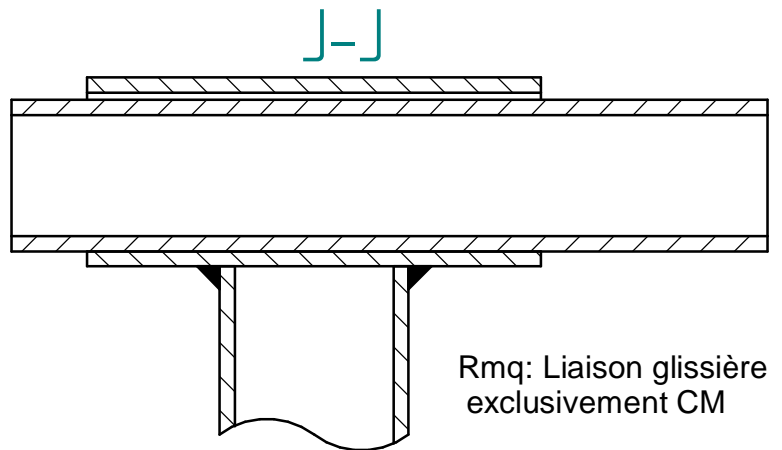
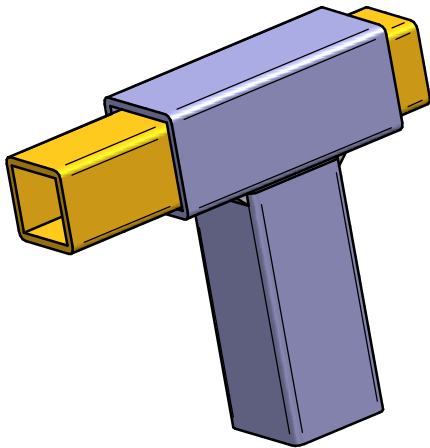
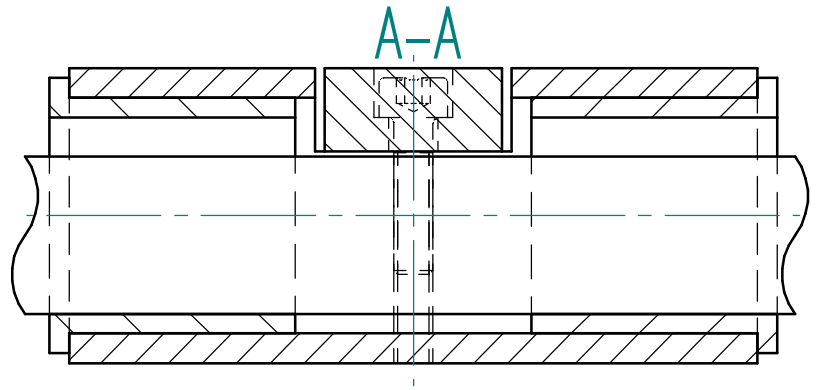
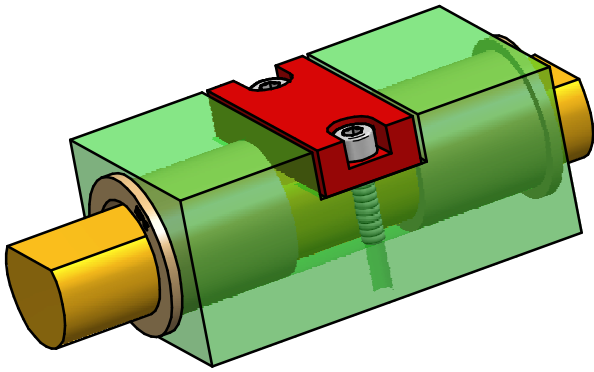
Rmq: Liaison pivot exclusivement CM



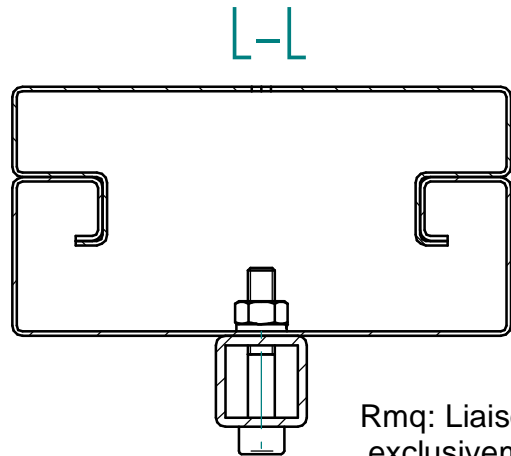
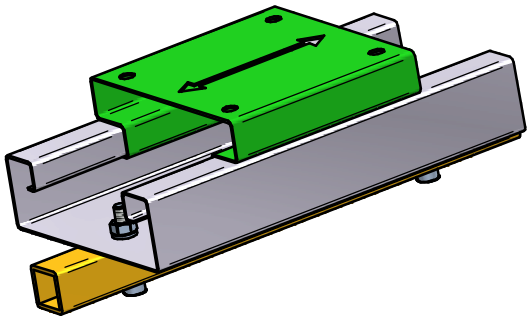
4.Exemples de liaisons glissières



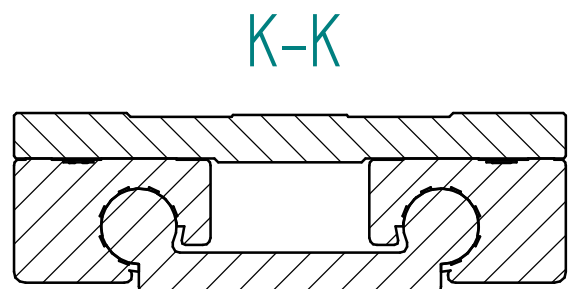
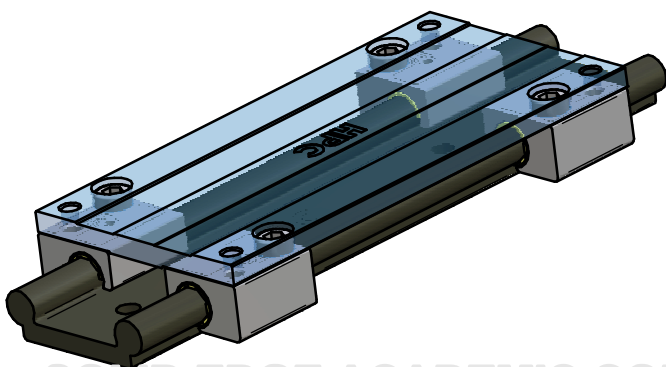
LIAISON GLISSIERE



Rmq: Liaison glissière
exclusivement CM

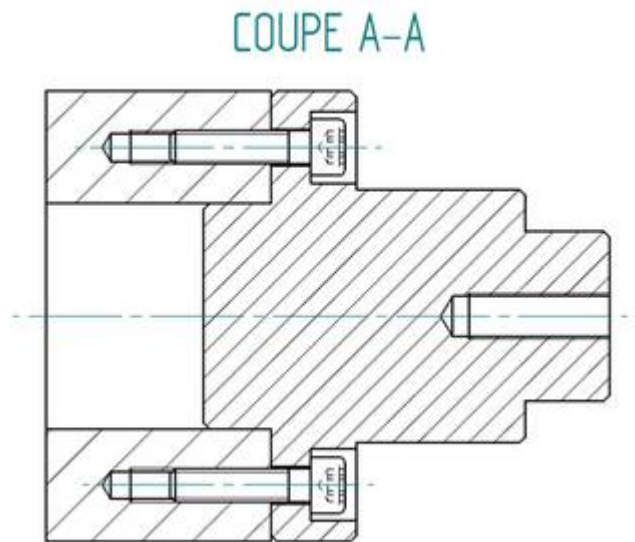
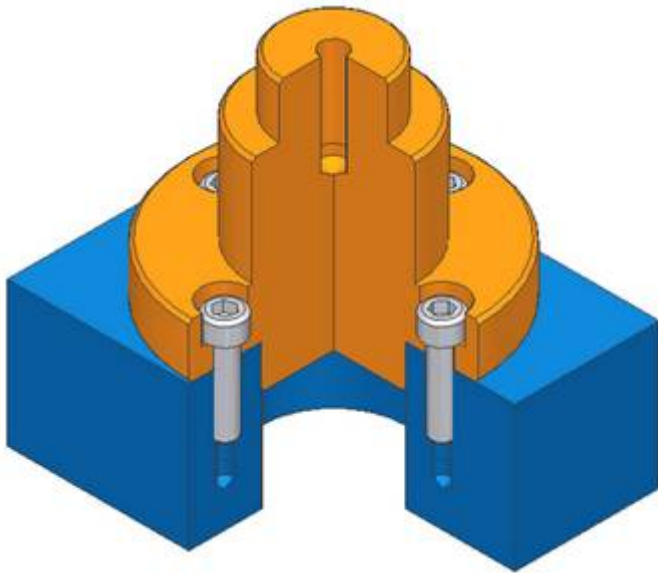


Rmq: Liaison glissière
exclusivement CM

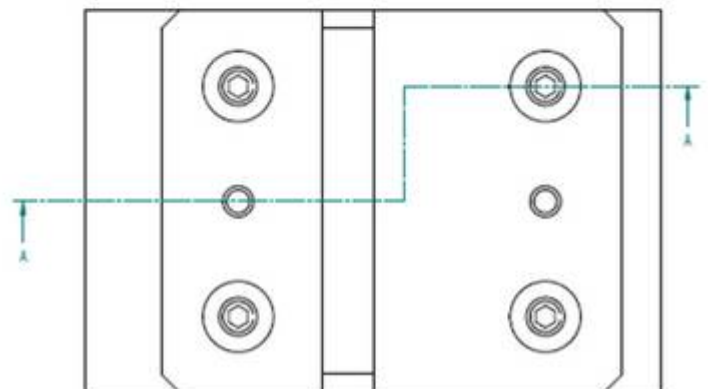
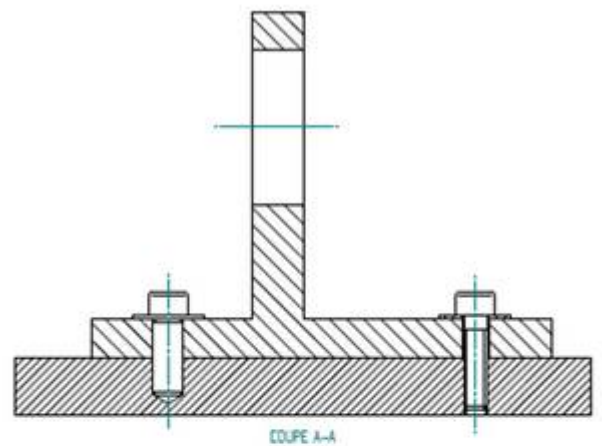
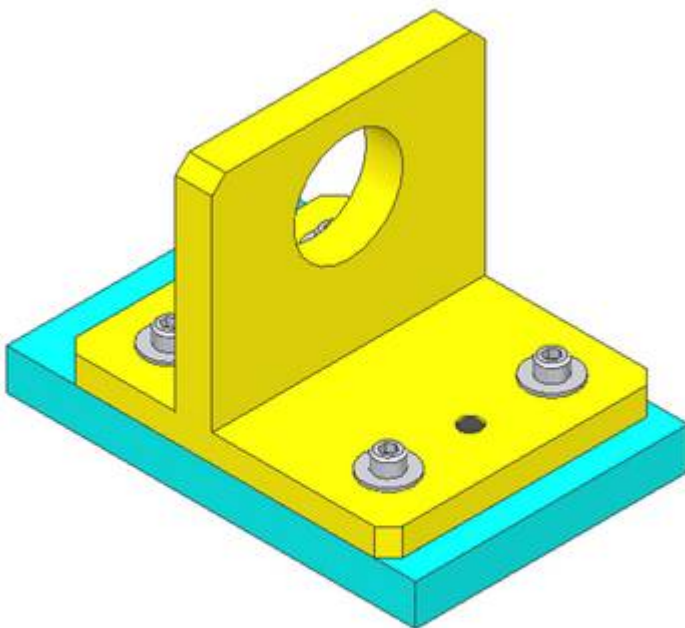


5. Exemples de liaisons complètes – Pièces usinées

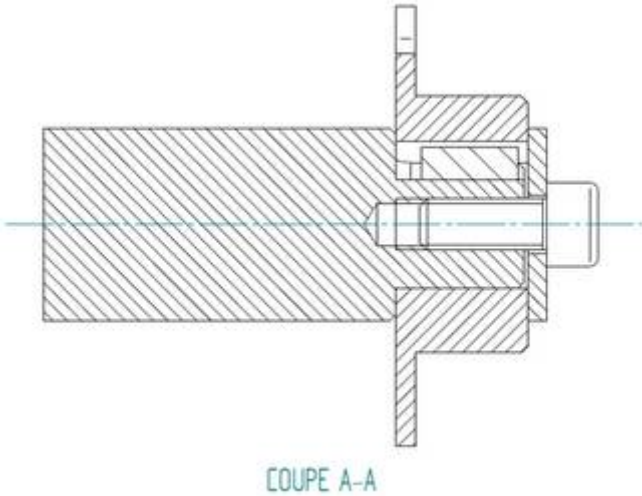
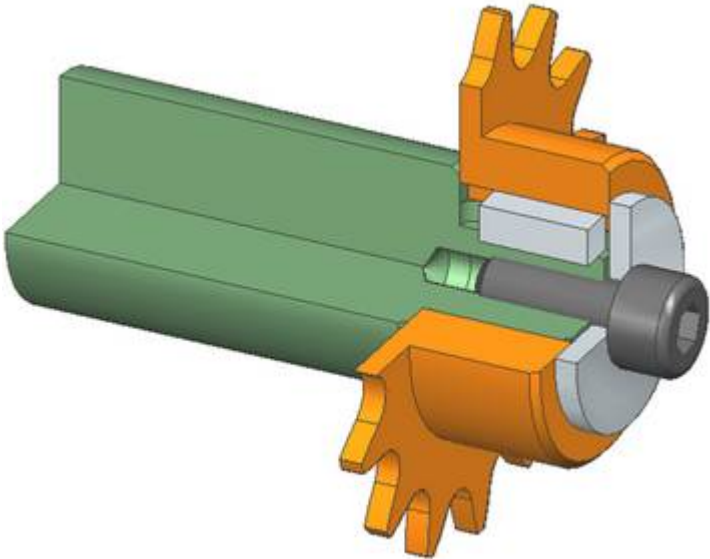
1 - Plan + 1 cylindre court



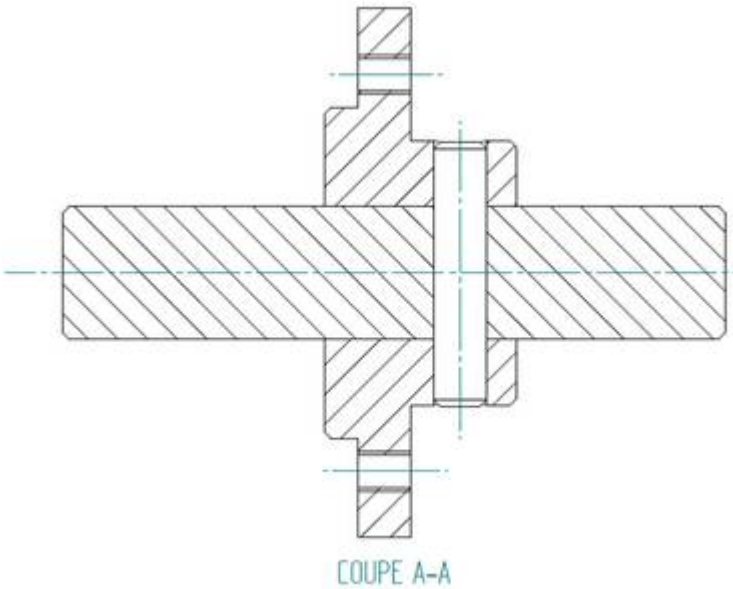
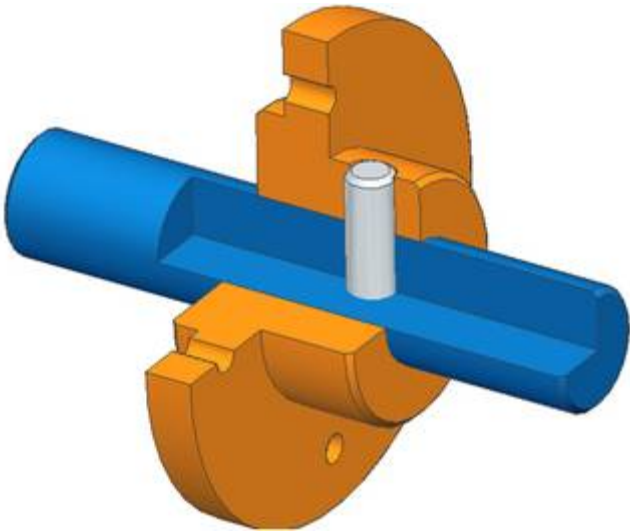
2 - Plan + 2 cylindres courts (pions)



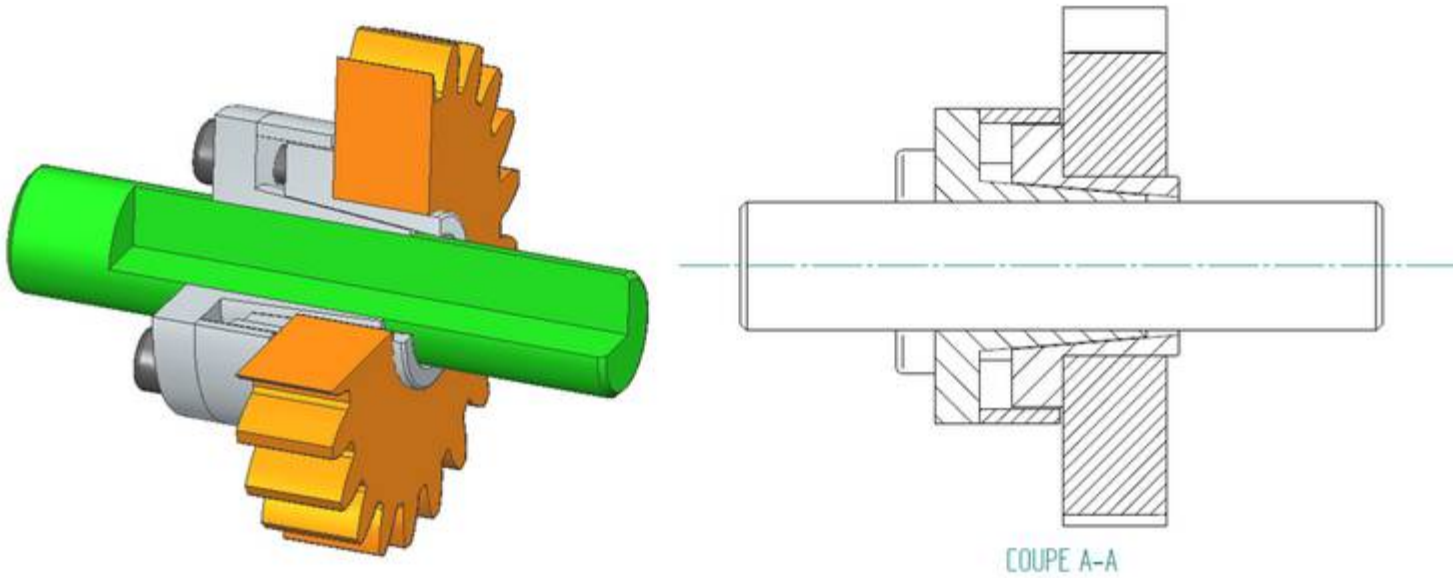
3 - Cylindre long + clavette + épaulement



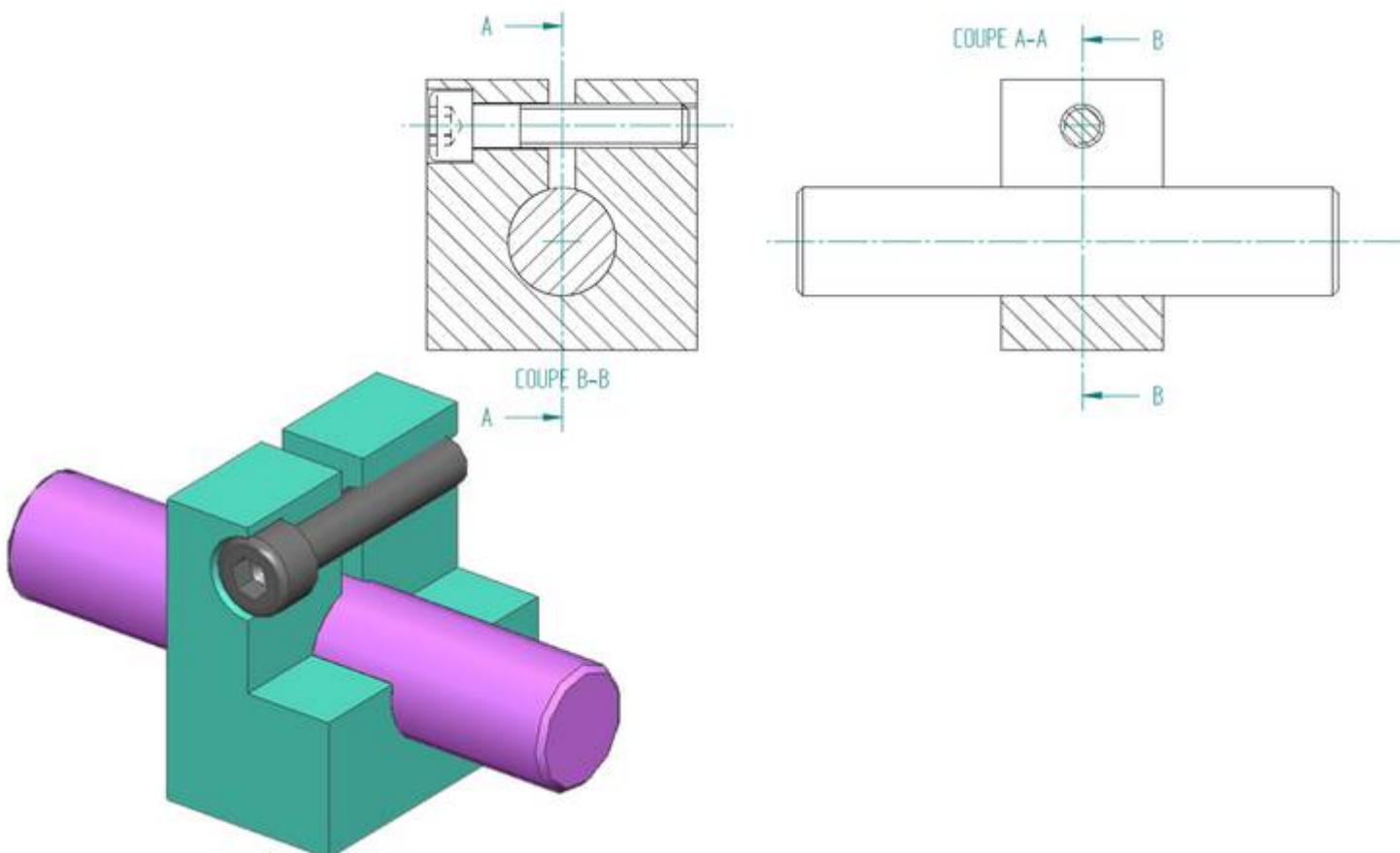
4 - goupille



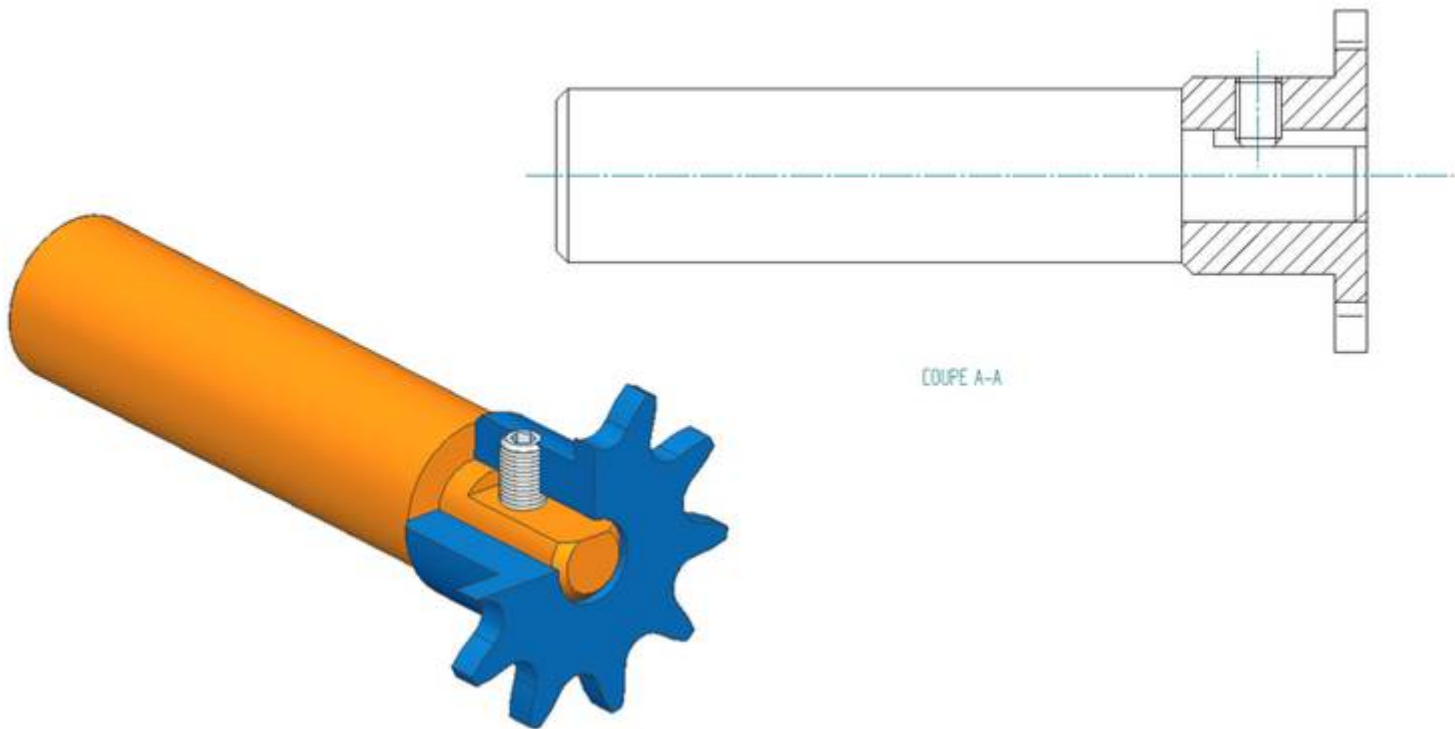
5 - Moyeu expansible (pris dans éléments standard gcp)



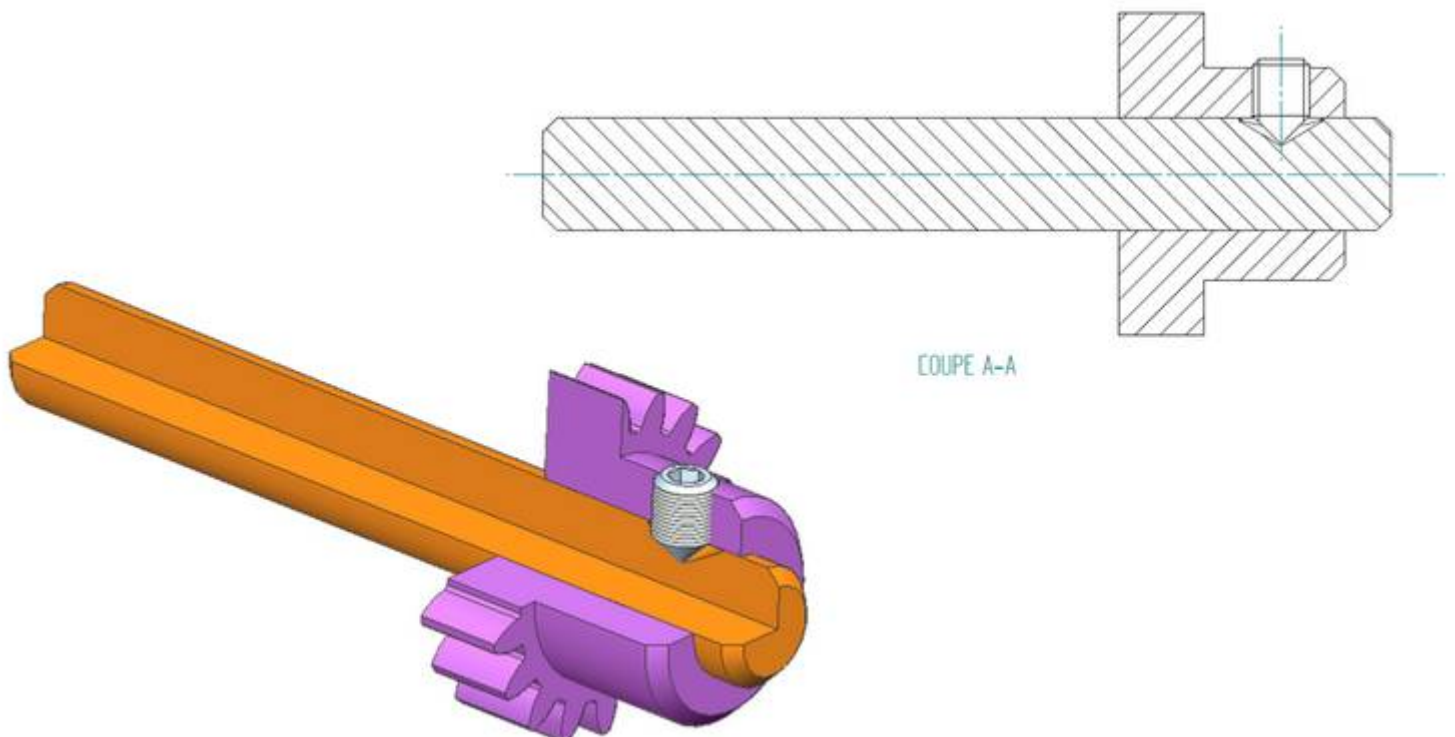
6 - Pincement



7 - vis de pression et méplat



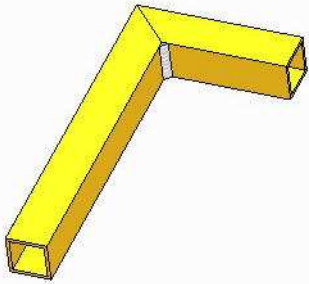
8 - Vis pointeau dans trou



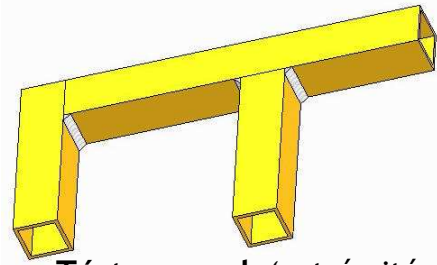
6.Exemples de liaisons complètes - Pièces de CM

ASSEMBLAGE DE TUBES

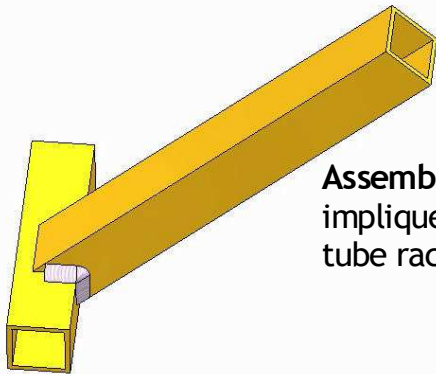
Conseil: choisir des épaisseurs identiques pour vos assemblages souvés



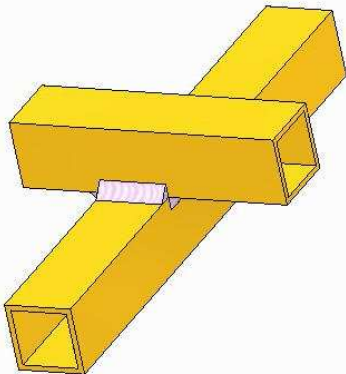
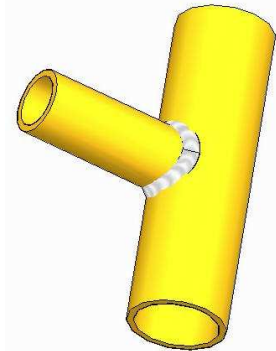
Assemblage en angle par bissectrice.



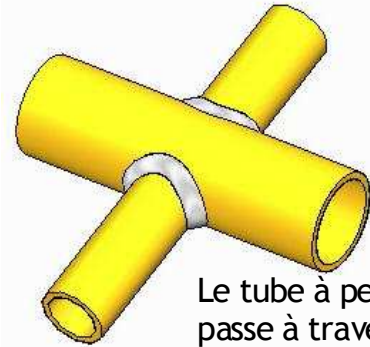
Assemblage en Tét en angle(extrémité gauche).
Ce type d'assemblage en angle ne présente pas les mêmes qualités de tenue mécanique.



Assemblages en Té Ces 2 assemblages impliquent une préparation de l'extrémité du tube raccordé.

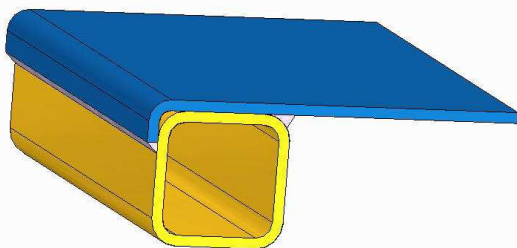


Assemblages en Croix.



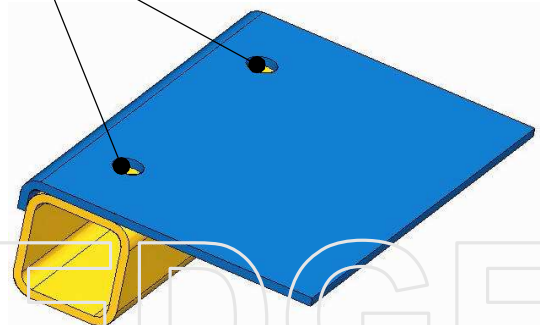
Le tube à petit diamètre passe à travers l'autre tube.

ASSEMBLAGE TUBE-TOLE



Soudage sur bords.

Trous dans la tôle uniquement.



Soudage par bouchons.

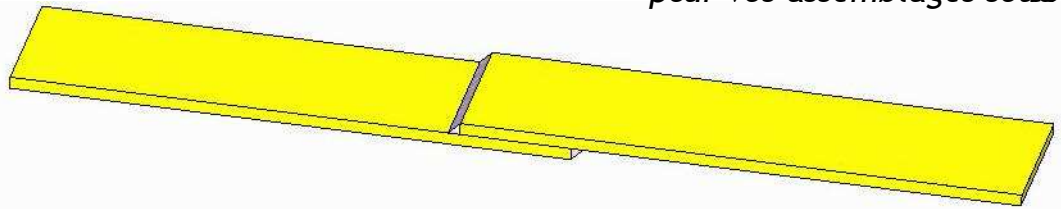
Peut-être remplacé par des rivets ou des boulons (nécessite alors de percer aussi le tube)

ASSEMBLAGE DE TOLES

Conseil:
choisir des épaisseurs identiques
pour vos assemblages soudés

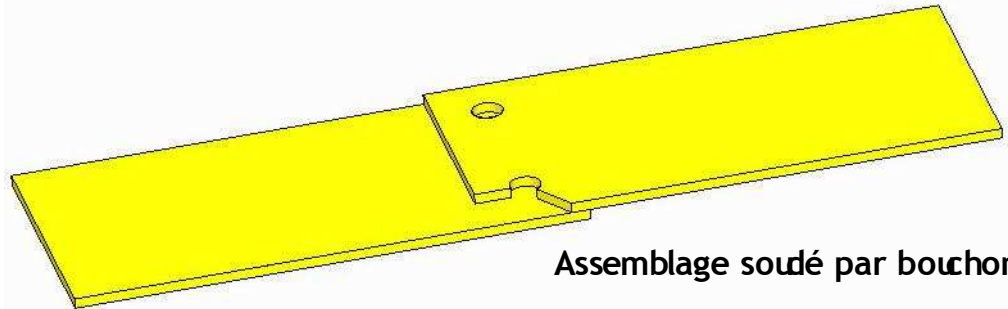
R
e
c
o
u
v
r
e
m
e
n
t

s
i
m
p
l
e

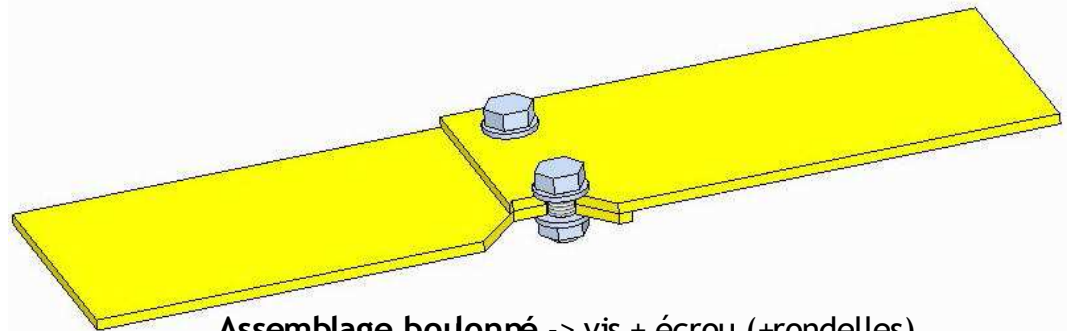


Assemblage soudé à din.

Pour les faibles épaisseurs, une **soudure par résistance par point** est conseillée.
Un **assemblage collé** est envisageable selon les sollicitations présentes.



Assemblage soudé par bouchons

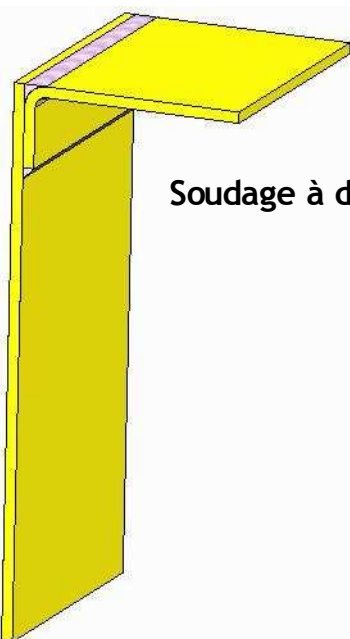


Assemblage boulonné -> vis + écrou (+rondelles).

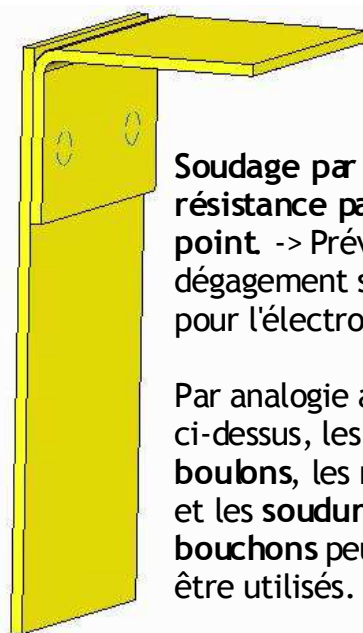
Possibilité d'utiliser des **rivets** à la place des boulons:

assemblage riveté -> indémontable sans destruction du rivet

Recouvrement pour angle

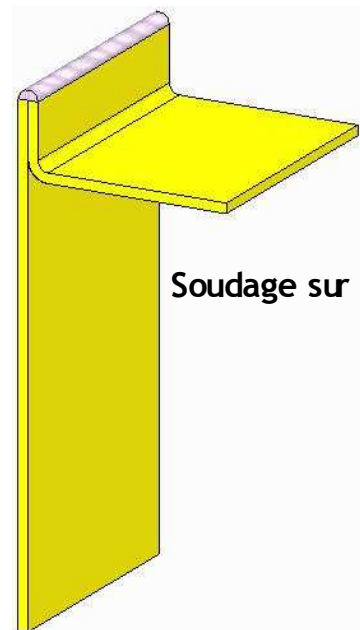


Soudage à din



Soudage par résistance par point -> Prévoir un dégagement suffisant pour l'électrode.

Par analogie aux cas ci-dessus, les **boulons**, les **rivets** et les **soudures bouchons** peuvent être utilisés.

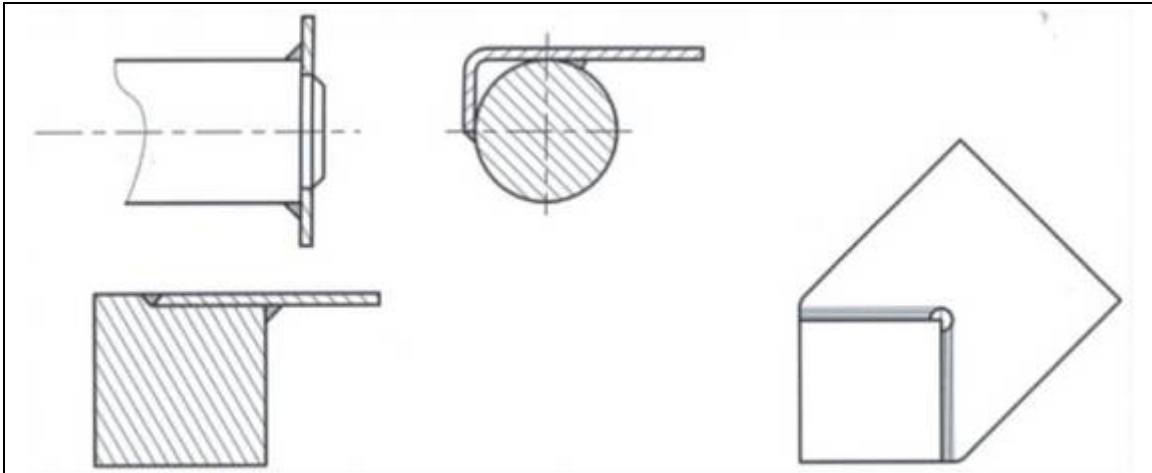


Soudage sur bords

Les **assemblages soudés sans recouvrement "bord à bord"** sont possibles (coplaire, en angle, génératrice cylindre et cône), mais sont délicats à réaliser avec des tôles à faible épaisseur.

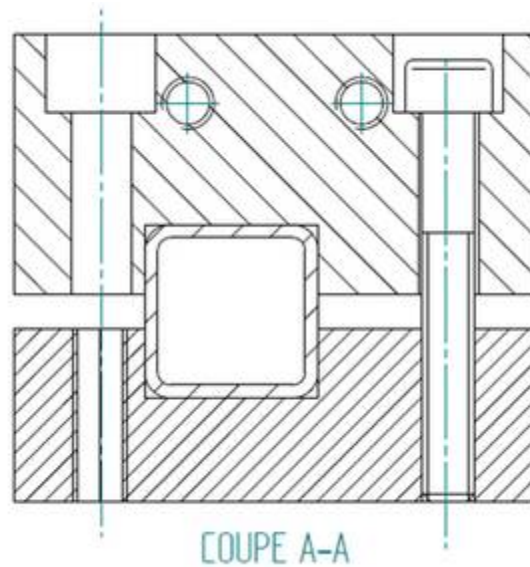
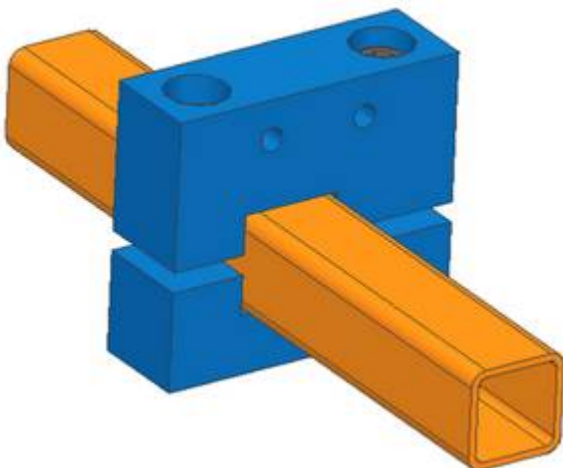
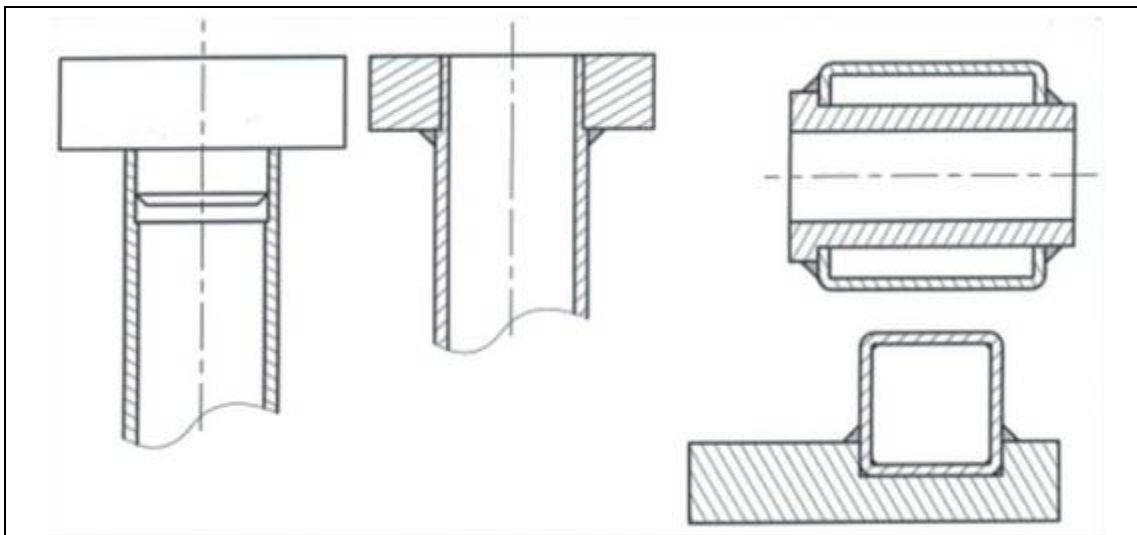
7. Exemples de liaisons complètes – Pièces usinée / CM

Dispositions types pour assemblage TOLE sur élément massif



Dispositions types pour assemblage TUBE sur élément massif

(les procédés d'assemblage associés sont : MAG, Chalumeau OA en soudo-brasage)



8. Calculs de dimensionnement des liaisons

8.1 Efforts statiques ou à vitesse faible ($V_g < 0.1 \text{ m/s}$)

L'étude se limitera aux surfaces lisses : le critère principal est la pression de contact P dont le maximum ne doit pas dépasser la limite admise par le matériau :

On doit avoir $P_{\text{max.}} \cdot s < P_{\text{adm}}$
--

P_{max} maximum de la pression de contact calculée (plusieurs modèles possibles)

P_{adm} pression de matage que chaque matériau en contact peut supporter (voir tableau de valeurs § 2)

s coefficient de sécurité

Calcul de la pression de contact :

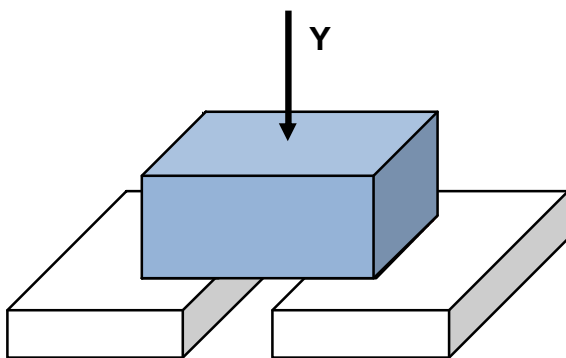
Le tenseur des inter-efforts $\{T\} = \left\{ \begin{array}{c} \left[\begin{array}{c} X \\ Y \\ Z \end{array} \right]_R \\ \left[\begin{array}{c} L \\ M \\ N \end{array} \right]_R \end{array} \right\}$ résulte des actions surfaciques (pression de contact) dont la répartition dépend de la nature de la surface de contact de la liaison.

Calcul de la pression dans les cas élémentaires

L'action de liaison se limite à un glisseur.

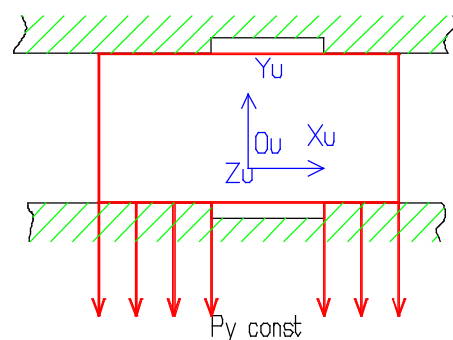
8.1.1 Surface plane

La répartition de pression est supposée uniforme sur la Surface d'appui S :



$S = \text{Surface d'appui}$

$$\{T\} = \left\{ \begin{array}{c} \left[\begin{array}{c} 0 \\ Y \\ 0 \end{array} \right]_R \\ \left[\begin{array}{c} 0 \\ 0 \\ 0 \end{array} \right]_R \end{array} \right\} \text{ glisseur}$$

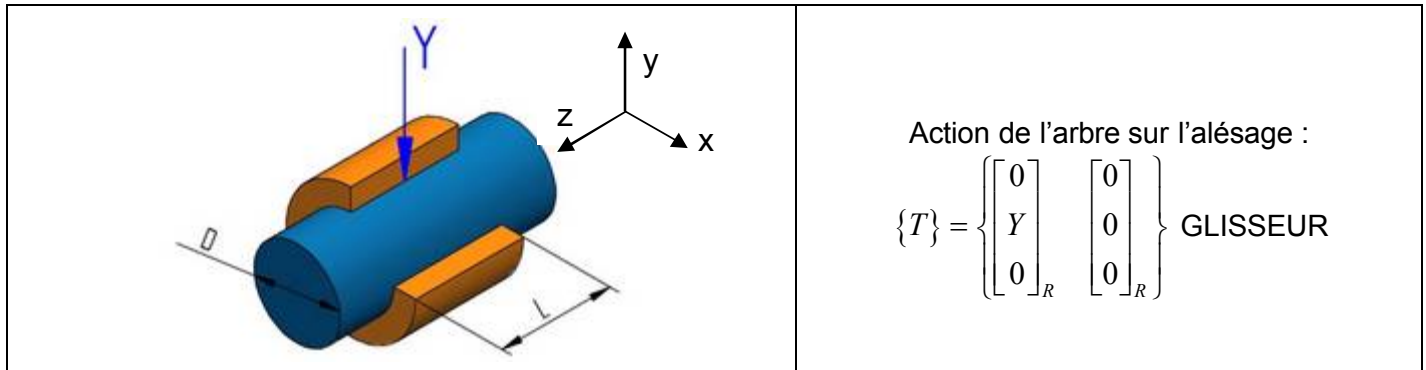


$S : \text{Surface d'appui}$

$P_Y = \frac{Y}{S}$

8.1.2 Surface cylindrique

Chacun des **3 modèles** présentés ci-dessous permet de déterminer avec plus ou moins de finesse la valeur de la pression maximale de contact.



Modèle 1 :
Répartition de pression uniforme sur un demi-cylindre
(Liaison supposée sans jeu, modèle couramment adopté pour le dimensionnement des coussinets)

$$p = \frac{p}{p \times p}$$

(Pression appelée **pression diamétrale**)

Modèle 2 :
Répartition de pression proportionnelle à la déformation, contact sur un demi-cylindre
(Liaison sans jeu)

$$p_p p p = \frac{p}{p} \frac{p}{p \times p}$$

($p_{max} \approx 1,27 \times$ pression diamétrale)

Modèle 3 :
Répartition de pression proportionnelle à la déformation, contact sur une surface inférieure à un demi-cylindre
(Liaison avec jeu)

$$p_p p p = \frac{p p (p - p p p p)}{p \times p (p p - p p p p)}$$

($p_{max} \approx 2,5 \text{ à } 4 \times$ pression diamétrale)

↖ **Modèle simplifié à privilégier en première approche**

8.2 Efforts dynamiques

Lorsque la vitesse est telle qu'on ne peut plus négliger les effets du frottement et de l'usure, c'est le produit $p.V$ de la pression de contact (calculée comme précédemment) par la vitesse de glissement des 2 surfaces qui est comparé à un $(P.V)_{adm}$ déterminé expérimentalement

on doit avoir : $p.V.s < (P.V)_{adm}$

s : Coefficient de sécurité éventuellement appliqué si non pris en compte dans la valeur de $(P.V)_{adm}$

8.3 Cas particulier du dimensionnement des coussinets

8.3.1 Calcul de V, vitesse de glissement

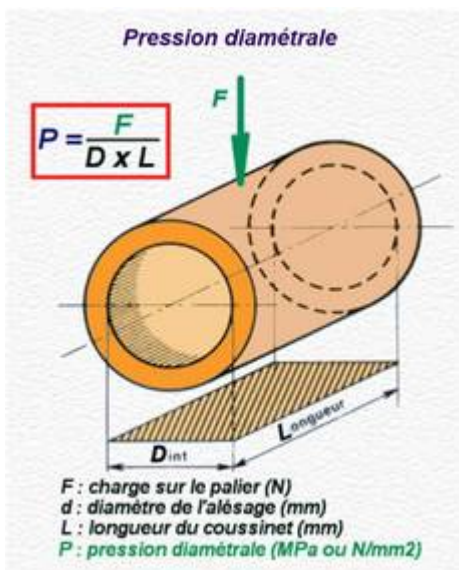
Généralement, d est connu à partir d'autres contraintes de conception.
Calcul de V, vitesse de glissement au niveau du contact arbre-coussinet :

$$p = \frac{F}{d \times L} \times \frac{p}{p}$$

8.3.2 Choix du type de coussinet

Performances des coussinets usuels				
Type	V maxi admissible (m/s)	Températures limites (°C)	Pression diamétrale P admissible (MPa)	Produit PV admissible (MPa.m/s)
Glacier acétal	2 à 3	-40 à 100	14	0,5 à 0,9
Glacier PTFE	3	-200 à 280	20	0,9 à 1,5
Graphite	13	400	5	0,5
Bronze-étain	7 à 8	>250	7 à 35	1,7
Bronze-Plomb	7 à 8	250	20 à 30	1,8 à 2,1
Nylon	2 à 3	-80 à 120	7 à 10	0,1 à 0,3
Acétal	2 à 3	-40 à 100	7 à 10	0,1

8.3.3 Calcul de la pression diamétrale, choix de L



Les fabricants de coussinets préconisent généralement, en première approche, la même démarche de dimensionnement. Elle consiste à calculer la pression diamétrale et à la comparer à la pression admissible qu'ils fournissent.

$$\text{on doit avoir : } P < P_{adm}$$

8.3.4 Vérification du produit PV

Lorsque la vitesse est telle qu'on ne peut plus négliger les effets du frottement et de l'usure, c'est le produit P.V de la pression de contact (calculée comme précédemment) par la vitesse de glissement des 2 surfaces qui est comparé à un (P.V)_{adm} déterminé expérimentalement.

$$\text{on doit avoir : } P.V < (P.V)_{adm}$$

8.4 Précision du guidage

Les jeux de fonctionnement entraînent des mouvements parasites nuisibles aux performances de la machine. L'amplitude de ces mouvements dépend des dimensions de la liaison.

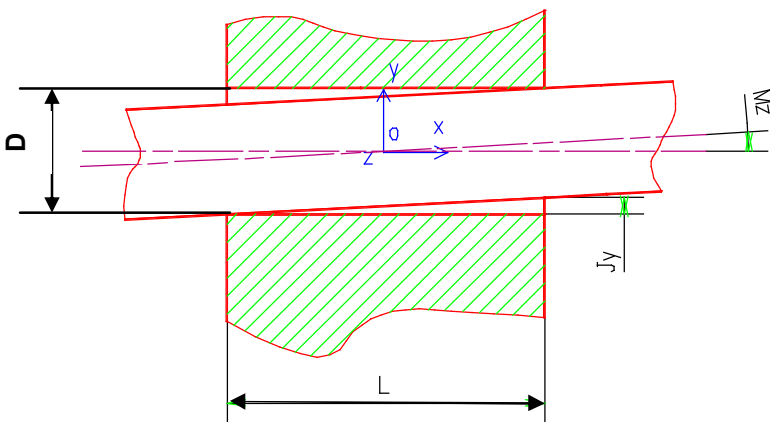
Approche globale :

Pour un contact cylindrique avec jeu, en première approche, on se base sur le rapport L/D (Longueur du guidage / Diamètre) pour évaluer le comportement de la liaison équivalente :

- $0.4 < L/D < 0.8$: assimilable à une rotule (ou linéaire annulaire si pas d'arrêt axial)
- $1.5 < L/D < 3$: assimilable à une liaison pivot

Relation entre jeu radial, Longueur de guidage et débattement angulaire

La longueur L, écart des 2 points de contact théoriques A et B, influe sur le rapport entre le jeu radial **J** et le débattement angulaire **M** (déterminant pour la précision ou la rigidité de la liaison)



$$M_z = \tan^{-1} \left(\frac{J_y}{L} \right)$$

J_x, J_y, J_z : déplacements suivant x, y, z

M_x, M_y, M_z : rotations autour de x, y, z

Les valeurs de **J** et **M** recommandables pour certains mécanismes sont données dans le tableau suivant :

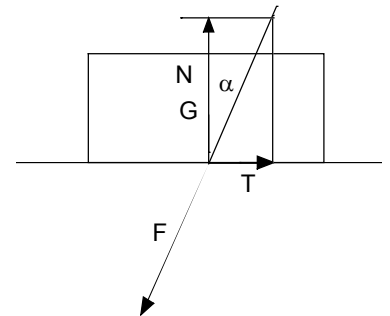
Liaison	encastrement		glissière		pivot		
	Jx, Jy, Jz	Mx, My, Mz	Jy, Jz	Mx, My, Mz	Jy, Jz	Jx	My, Mz
unité	mm	Degré	mm	Degré	mm	mm	Degré
Horlogerie, machine outil de précision, platine Hi Fi	0.01	0.01	0.003	0.005	0.003	0.005	0.002
Machine outil classique, moteur automobile	0.04	0.05	0.005	0.01	0.005	0.01	0.005
Robot de précision	0.1	0.4	0.08	0.05	0.06	0.1	0.04
Bicyclette, engin de chantier	0.2	0.5	0.2	0.1	0.08	0.15	0.2
Outils amateur	0.3	0.5	0.5	0.5	0.1	0.3	0.2
Appareil électroménager	1	1	0.3	0.5	0.2	0.3	0.2
Matériel agricole	1.5	2	1	0.5	0.3	1	0.5
Menuiserie, mobilier	2.5	2	2	1	0.5	2.5	0.5

8.5 Conception des glissières : Phénomène d'arc-boutement

8.5.1 Lois de Coulomb

On sait qu'entre 2 pièces en contact existe un coefficient de frottement f défini comme suit : $\mu = \tan \varphi$ avec φ angle de frottement.

La résultante des actions de contact est inclinée d'un angle φ par rapport à la normale ($\frac{F}{N} = \tan \varphi$)



D'après les **lois de Coulomb**, il y a 2 cas possibles :

- $\frac{p}{p} = \varphi$ (ou $\varphi = \varphi$) ; il y alors glissement entre les 2 pièces (ou équilibre strict si on est à la limite du glissement)
Dans ce 1^{er} cas, il n'y a pas d'équilibre stable possible entre les 2 pièces.
- $\frac{p}{p} < \varphi$ (ou $\varphi < \varphi$) ; il y a alors adhérence.
Dans ce 2^{ème} cas, l'intensité de la force F ne fait pas partie de la condition d'adhérence. C'est l'effet d'arc-boutement que l'on utilise (roue libre) ou qui est nuisible (glissière).

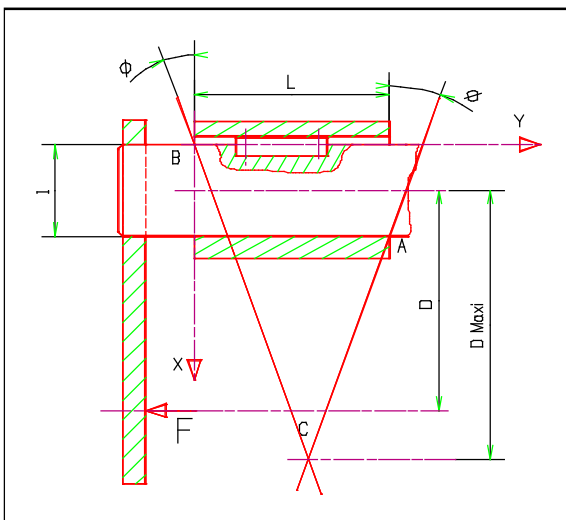
Dans les 2 cas, on doit savoir dimensionner les liaisons.

Important : dans tous les cas, on ne peut jamais avoir $\varphi > \varphi$

8.5.2 Application à l'arc-boutement dans les glissières

On veut définir la distance maximum du point d'application de l'effort pour un fonctionnement sans arc-boutement dans la liaison.

Sous l'effet de la force F, on fait l'hypothèse que le contact dans la glissière se réduit à 2 contacts ponctuels en A et B.



Données :

L : longueur de guidage

F: effort appliqué

D: distance à l'axe du support de F

Application des lois de Coulomb :

Si $\varphi < \varphi$, donc si $\varphi \geq \varphi_{pppp}$, les supports des 3 forces seront concourants et il y a adhérence en A et B, donc équilibre.

Si $\varphi < \varphi_{pppp}$, les supports des 3 forces ne peuvent être concourants en C, donc il n'y a pas équilibre.

Géométriquement : $(\vec{M}_A + \vec{M}_B) \cdot \vec{p} = p$, d'où $\varphi \varphi_{pppp} + \frac{p}{p} \tan \varphi + \varphi \varphi_{pppp} - \frac{p}{p} \tan \varphi = \varphi$

Finalement : $\varphi \varphi_{pppp} = \frac{p}{p}$. Si $\varphi < \varphi_{pppp}$, la glissière fonctionne sans arc-boutement (indépendamment de l'intensité de F)

8.6 Exemples de coefficients de sécurité

Les matériaux utilisés dans les liaisons ne sont pas sans défauts et les sollicitations ne sont pas toujours parfaitement connues. Pour pallier à cela, on choisit un coefficient de sécurité global s que le choix des dimensions des liaisons permettra de respecter.

Exemples de coefficients de sécurité:

Presse (chocs très importants)	$10 < s < 15$
Ascenseur	$8 < s < 12$
Élingues de levage	$7 < s < 10$
Appareil de levage, manutention	$5 < s < 8$
Mouvement alternatif	$5 < s < 8$
Construction courante	$3 < s < 4$
Calculs soignés, haubans	$2 < s < 4$
Aviation	$1 < s < 3$

8.7 Pressions Admissibles

8.7.1 Contact fixe

Matériau	Utilisation	Pression admissible (MPa)
S295 ou E295	goupille	120 MPa
S360 ou E360	goupille	160 MPa
S335 ou E335	clavette	90 MPa
42CrMo4	arbres	180 MPa
Bronze fritté (BP25)	bague autolubrifiante	25 MPa
Alliage ferreux fritté (FP15)	bague autolubrifiante	45 MPa

8.7.2 Vitesse lente ($V_g < 0.1\text{m/s}$)

E295	glissière	1 MPa
E335	clavette	2 MPa
42CrMo4	pivot ou glissière	30 MPa
100Cr6	pivot	40 MPa
Bronze graissé	pivot ou glissière	2 MPa
Bronze lubrifié	pivot ou glissière	3,5 MPa
PTFE	pivot ou glissière	5 MPa

8.7.3 Vitesse élevée : Facteur P.V

Matériaux en contact	P.V admissible (MPa.m.s^{-1})
42CrMo4 Traité Poli sur acier 55Si6	60
100Cr6 sur BP25	1.8
100Cr6 sur FP15	1.8

9. Technologie des coussinets

Une solution simple à assembler et, économique.

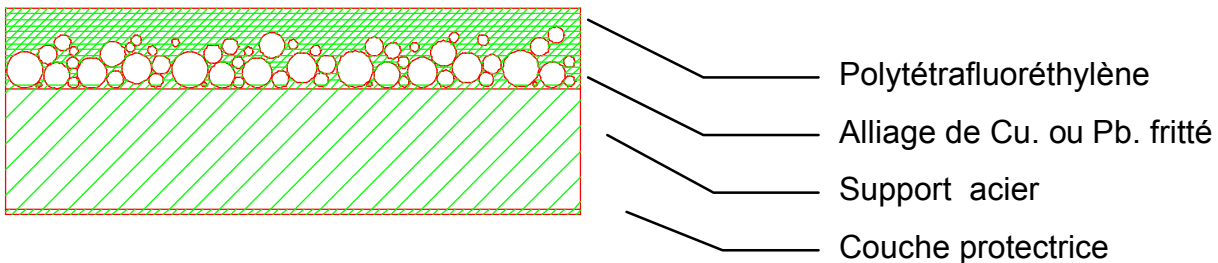
A utiliser lorsque les vitesses de glissement sont faibles.

9.1 Différents types de bagues ou coussinets

Il existe trois types de coussinets :

- les coussinets **PTFE** (polytétrafluoréthylène)
- les coussinets **autolubrifiants**
- les coussinets **polymère**

- Les coussinets **PTFE** sont composés d'un mélange de Téflon imprégné dans un support fritté sur un support d'acier. Le PTFE permet d'avoir un coefficient de frottement très faible au contact de l'arbre.



- Les coussinets **autolubrifiants** sont de deux natures: les **bagues bronzes** (cuivre et étain) et les **bagues en alliage ferreux** (Fer, cuivre, plomb). Elles sont réalisées en frittage (agglomérat de poudre comprimée et chauffée) ce qui les rend poreuses. On imprègne ensuite la bague avec de l'huile (bain à 80° pendant 1 heure). Lors du fonctionnement à haute vitesse de ces bagues, un phénomène hydrodynamique se produit :

<p><u>Au repos</u> : l'huile est retenue dans la bague.</p>	<p>Huile</p>
<p><u>Lorsque l'arbre tourne</u> : un phénomène d'aspiration attire l'huile à l'extérieur de la bague. Il se forme alors un véritable coin d'huile entre les deux pièces, qui diminue les frottements. Le fonctionnement est hydrodynamique (principe équivalent au patin glissant sur un plan d'eau).</p>	<p>Coin d'huile</p>

- Les coussinets **polymères** sont composés d'un mélange de polymère thermoplastique, de lubrifiants solides et renforts (fibres). Ils ne nécessitent aucune lubrification. Suivant la gamme, ils peuvent être utilisés dans des domaines très larges comme la mécanique, la chimie, l'alimentaire, etc...



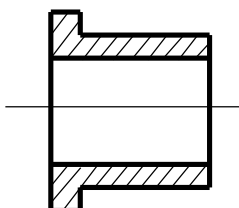
9.2 Choix d'une bague:

	T° maxi de Fct.	P _{adm} N/mm ²	PV _{adm} N/mm ² .m/s	Bruit de Fct.	Stick-slip	Vitesse de Fct. maxi:m/s	Remarque
Bague PTFE	-200° +280°	13	Radiale: 10 Axiale: 3,5	faible	faible	1m/s	Utilisable pour translation et rotation
Bague bronze	-20° +100°	18	Radiale: 90 Axiale: 50	normal	important	6m/s	Utilisable pour rotation
Bague polymère	-40° +80°	20	Voir courbe constructeur	faible	faible	2m/s	Utilisable pour Rotation et translation
Bague Fer fritté	-20° +100°	45		normal	important	4m/s	Utilisable pour rotation

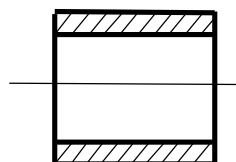
Remarques:

- ◆ Le critère PV_{adm} est donné pour la charge sur l'alésage (radiale) et pour la charge sur la collerette (axiale).
- ◆ Le stick-slip est le phénomène de succession d'adhérence/glissement.
- ◆ Le fonctionnement hydrodynamique est obtenu pour des vitesses élevées et des charges faibles.
- ◆ Les valeurs sont données pour une durée de vie de 1000 heures..
- ◆ Les différentes valeurs du tableau peuvent varier en fonction des fournisseurs et des conditions d'utilisations.
- ◆ Choisir une bague avec collerette lorsque la bague doit supporter des charges axiales.

Bague avec collerette



Bague sans collerette



9.3 Cotation :

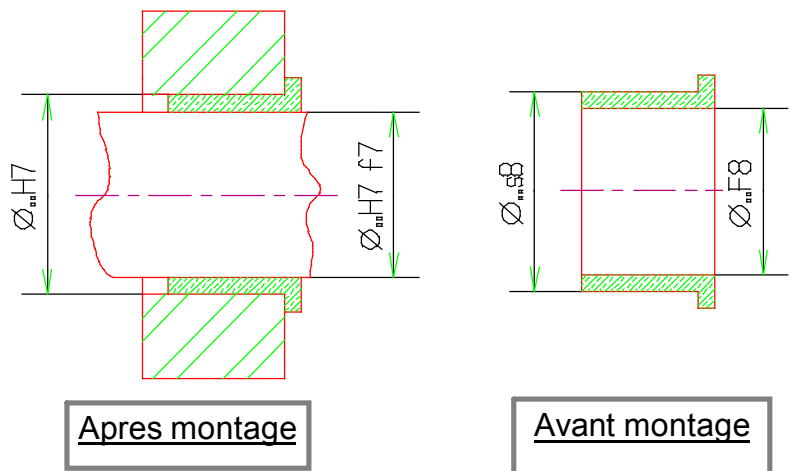
Pour que la bague remplisse bien son rôle, il est nécessaire de la monter serrée dans l'alésage. Les ajustements à indiquer sont **imposés** par les fabricants de bagues (voir sur les dessins ci-dessous).

Les critères de rugosité sur l'arbre sont très importants pour obtenir des coefficients de frottements intéressants.

Remarque importante cotation : sur le dessin d'ensemble, l'ajustement n'indique que les dimensions des pièces fabriquées en interne (les dimensions des bagues sont définies par le constructeur et ne sont pas réusinées).

Ex : ajustement Arbre/bague : $\varnothing 20 f7$
 ajustement Alésage/bague : $\varnothing 25 H7$
 ajustement libre : $H8 h7$

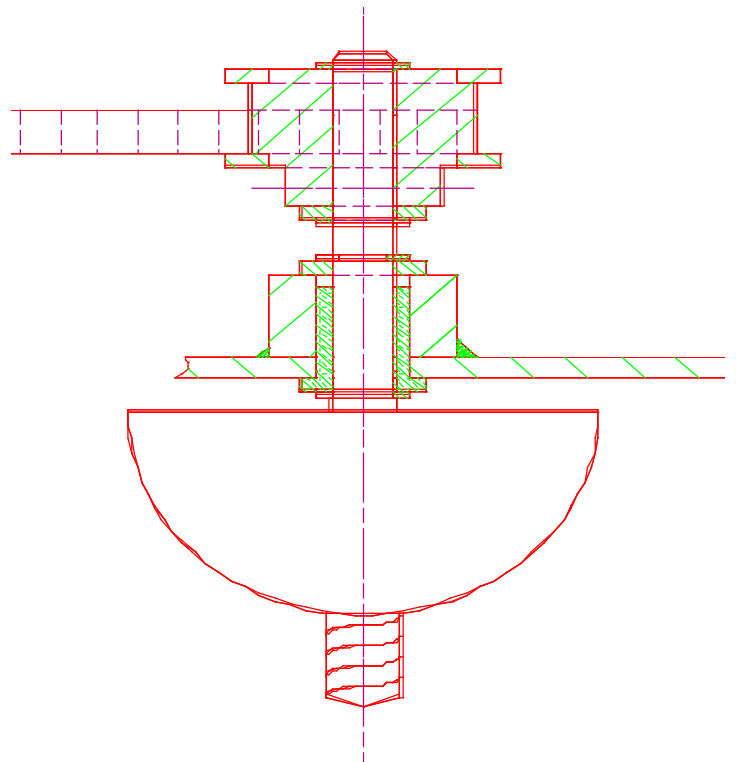
Remarque:
 La dimension de la bague avant montage n'est pas la même qu'après montage (le constructeur prévoit la diminution de diamètre interne due au serrage).



9.4 Exemple de montage:

Voici le montage d'un presse agrume « TROPICO » avec un coussinet.

La collerette est positionnée pour encaisser l'effort axial créé lorsque l'on presse une orange (projet élève 1995).



9.5 Désignation pour toute commande:

Type de Bague 22 / 29 * 36 avec ou sans colerette.

Ex: bronze BP25
 Acier FP15

Diamètre
 intérieur

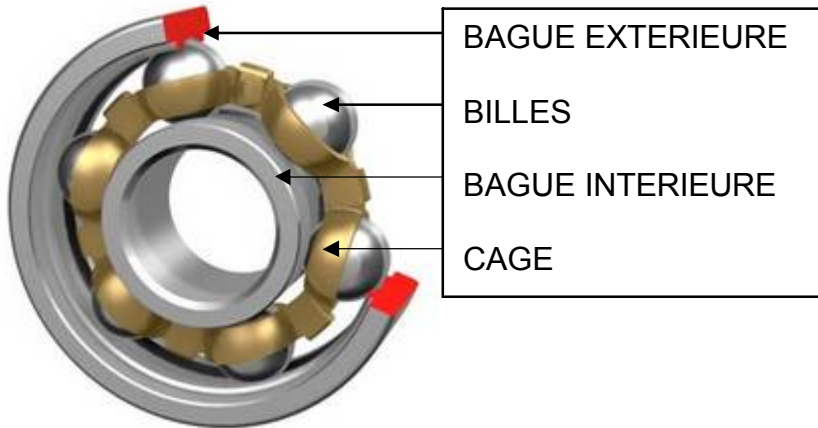
Diamètre
 extérieur

Longueur
 totale

10. Technologie des roulements

10.1 Présentation

Les roulements sont des éléments de guidage en rotation qui réduisent le frottement en remplaçant par du roulement des constituants, augmentant ainsi le rendement de la liaison.



10.2 Choix d'un roulement:

Le **choix** d'un roulement particulier se fait en fonction

- du **montage**
- des **efforts axiaux et radiaux**
- de la **vitesse de rotation**
- de la **durée de vie** souhaitée

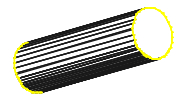
10.2.1 Eléments roulants:

◆ bille : le contact est ponctuel (petit disque)



◆ rouleau : le contact est linéique (petit rectangle)

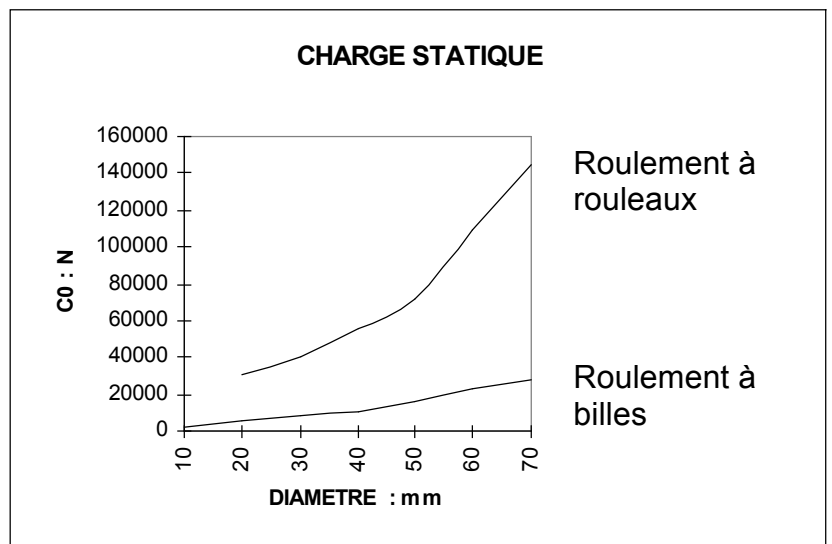
La surface de contact pour les rouleaux est plus importante que la surface de contact des billes. Ceci explique que les roulements à rouleaux résistent mieux aux efforts que les roulements à billes.



⇒ On pourra monter deux roulements de diamètre et de type différents en fonction des efforts dans les liaisons (le roulement le plus gros étant près de l'effort).

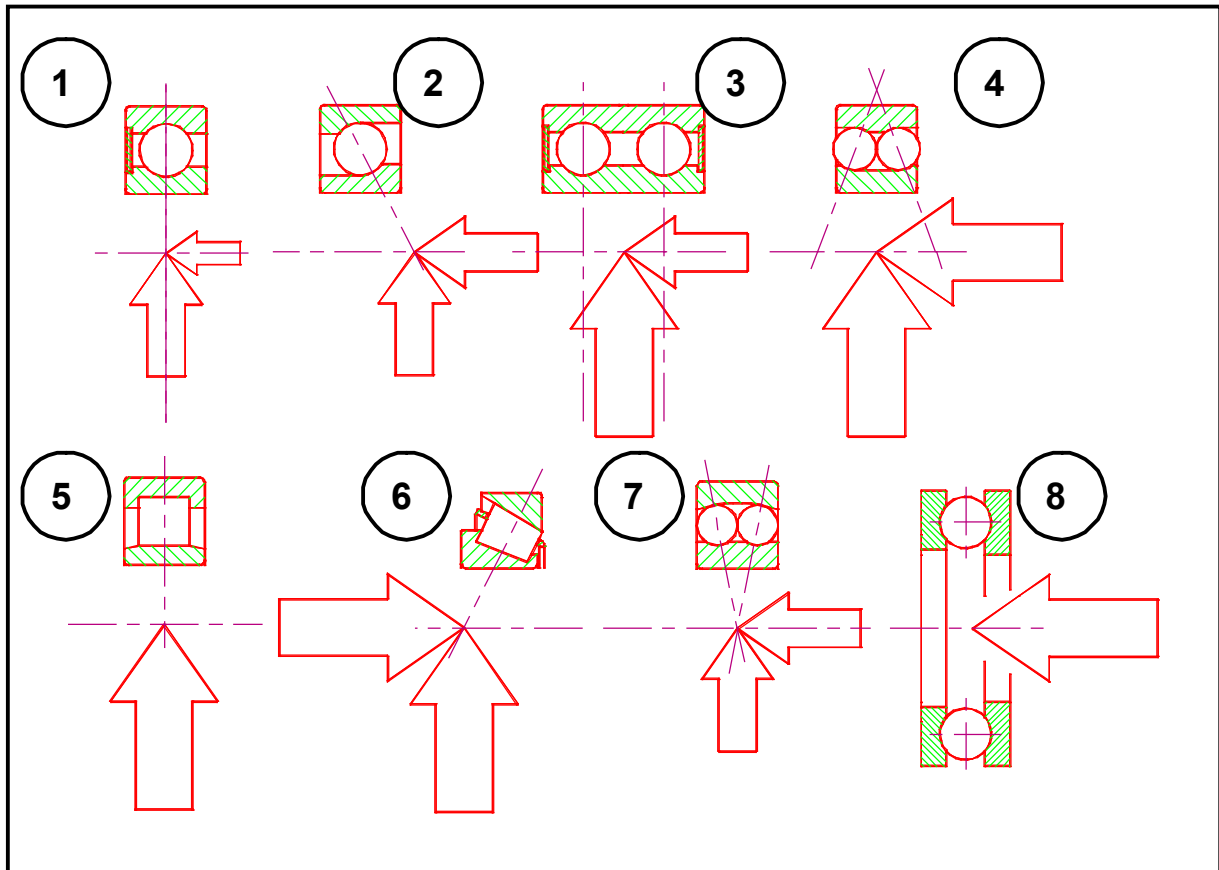
⇒ Ordre de grandeur des valeurs limites d'un roulement à billes à contact radial BC (la charge statique est définie dans les pages suivantes).

Pour avoir des valeurs précises, se reporter aux catalogues des fabricants.



⇒ La capacité d'un roulement à encaisser un effort axial dépend de l'angle de contact : α . Le choix est fait en fonction du tableau ci-dessous

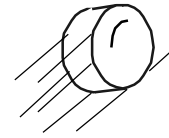
⇒ Les flèches indiquent la direction de l'effort que peut supporter le roulement. Plus la flèche est grande, plus le roulement peut encaisser un effort de norme importante.



1	Roulement à billes à contact radial	5	Roulement à rouleaux
2	Roulement à billes à contact oblique	6	Roulement à rouleaux à contact oblique
3	Roulement à billes à deux rangées de billes	7	Roulement à rotule
4	Roulement à deux rangées de billes à contact oblique	8	Butée à billes



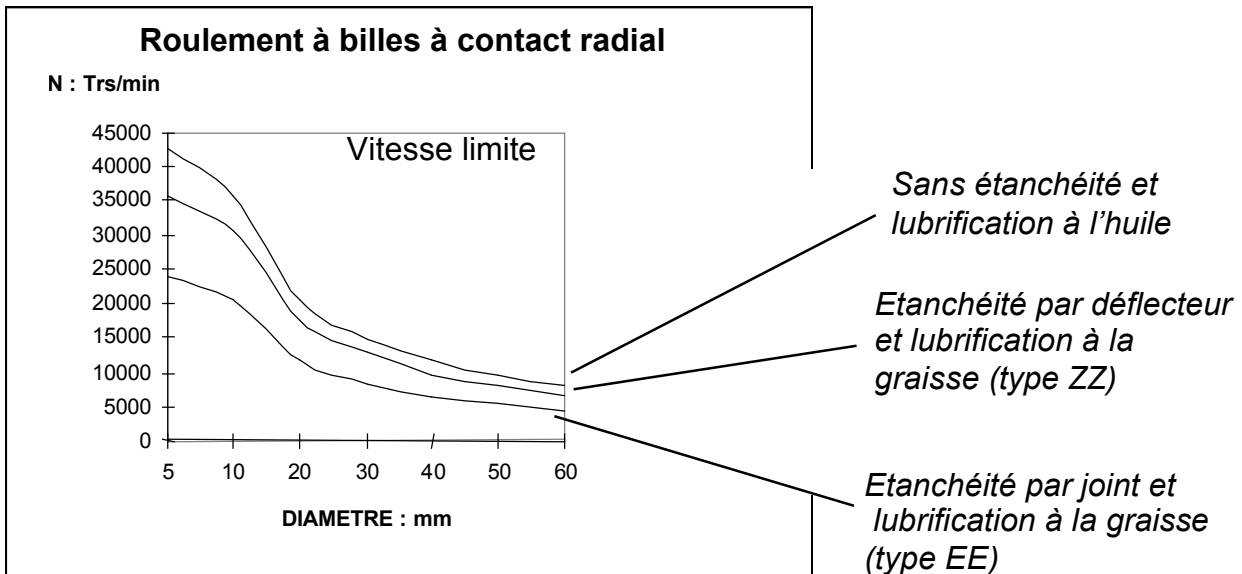
10.2.2 Vitesse limite:



La vitesse limite d'un roulement dépend :

- ◆ du diamètre du roulement (voir courbe ci-après)
- ◆ du type de lubrification (graisse ou huile)
- ◆ du type d'étanchéité (aucune, avec déflecteur ou avec joint)
- ◆ de la charge appliquée : si elle est très élevée
- ◆ d'une utilisation en milieu difficile : charge ou vibration élevée, humidité, température basse ou haute : prendre 2/3 de la vitesse limite.

Pour avoir des valeurs précises, se reporter aux catalogues.



10.2.3 Etanchéité:

L'étanchéité peut être de deux types :

- ◆ Etanchéité par déflecteur : une tôle d'acier doux empêche les poussières de rentrer dans le roulement. Ce procédé n'influence pas la vitesse de rotation maxi du roulement. Symbole Z
- ◆ Etanchéité par joint nitrile. Le joint empêche toute intrusion dans le roulement. La vitesse maximum du roulement est diminuée de 30%. Symbole E.

10.2.4 Composants particuliers : les Paliers auto-aligneurs

Ils permettent de compenser des défauts d'alignement. Le roulement est monté dans une cage en fonte dans laquelle est usinée une rotule.



10.3 Montage des roulements:

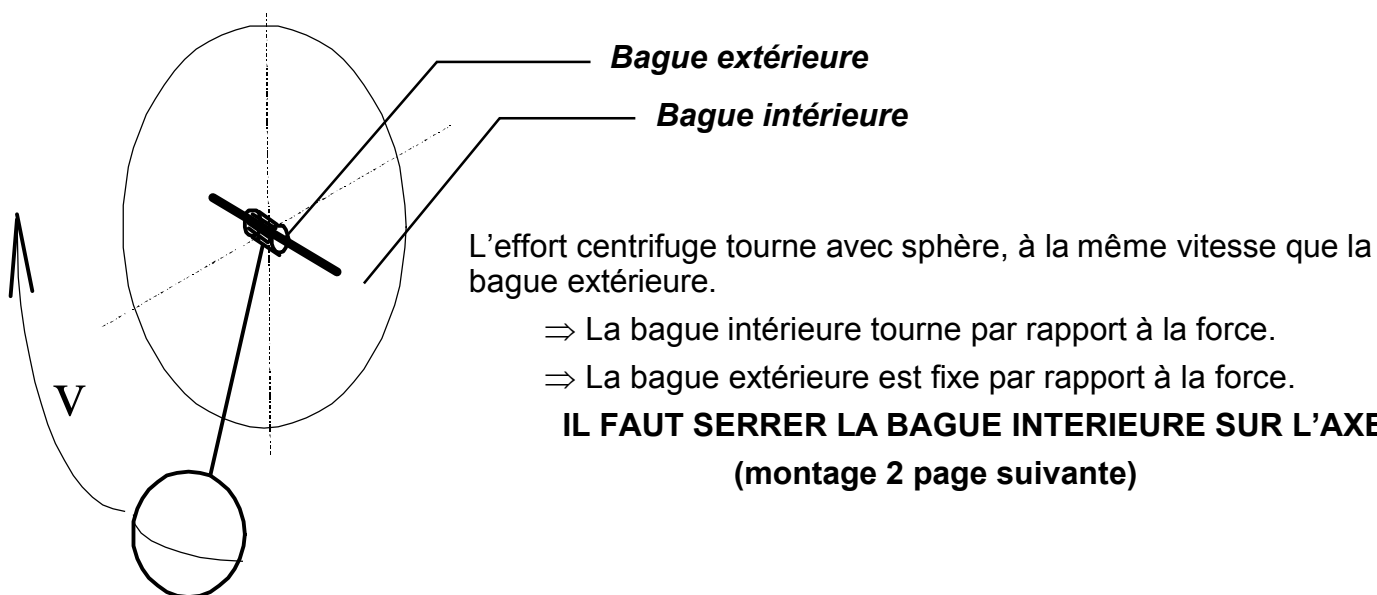
Dans la plupart des cas, une des bagues du roulement est fixe par rapport à la force radiale, l'autre tourne par rapport à la force radiale.

La bague qui tourne par rapport à la force, est fortement sollicitée, par du roulage et par de la corrosion sous charge.

Pour que la durée de vie du montage soit correcte, il faut serrer la bague qui tourne par rapport à la charge.

IL EST INDISPENSABLE DE SERRER LA BAGUE QUI TOURNE PAR RAPPORT A L'EFFORT RADIAL.

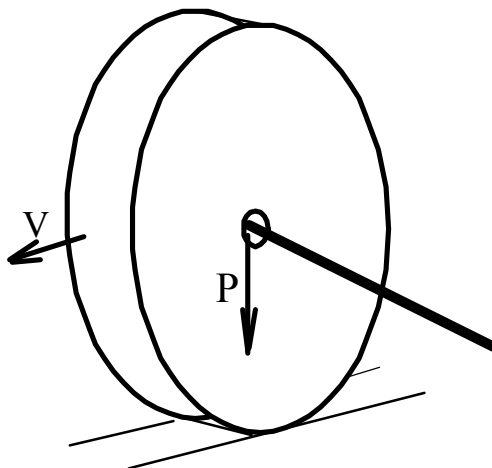
Exemples:



Ce cas représente une roue de chariot. L'effort radial (le poids) est fixe : vertical.

La bague qui est fixée sur la roue (bague extérieure) tourne par rapport à la charge, et la bague qui est fixée à l'axe est fixe par rapport à la charge.

IL FAUT SERRER LA BAGUE EXTERIEURE DU ROULEMENT SUR L'ALESAGE



10.4 Choix des ajustements :

Si l'arbre tourne par rapport à la charge : Arbre : p7 (ou m7 pour un montage plus facile)
Alésage : H8

Si l'alésage tourne par rapport à la charge : Arbre : h7
Alésage : P8 (ou M8)

Montage libre H8 h7

10.5 Choix des emplacements des arrêts en translation:

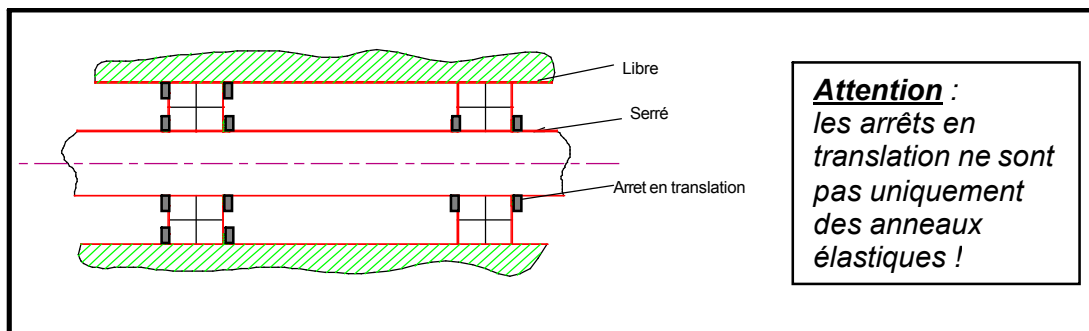
L'arrêt axial a deux fonctions:

- transmettre efficacement les efforts axiaux;
- immobiliser les cages des roulements.

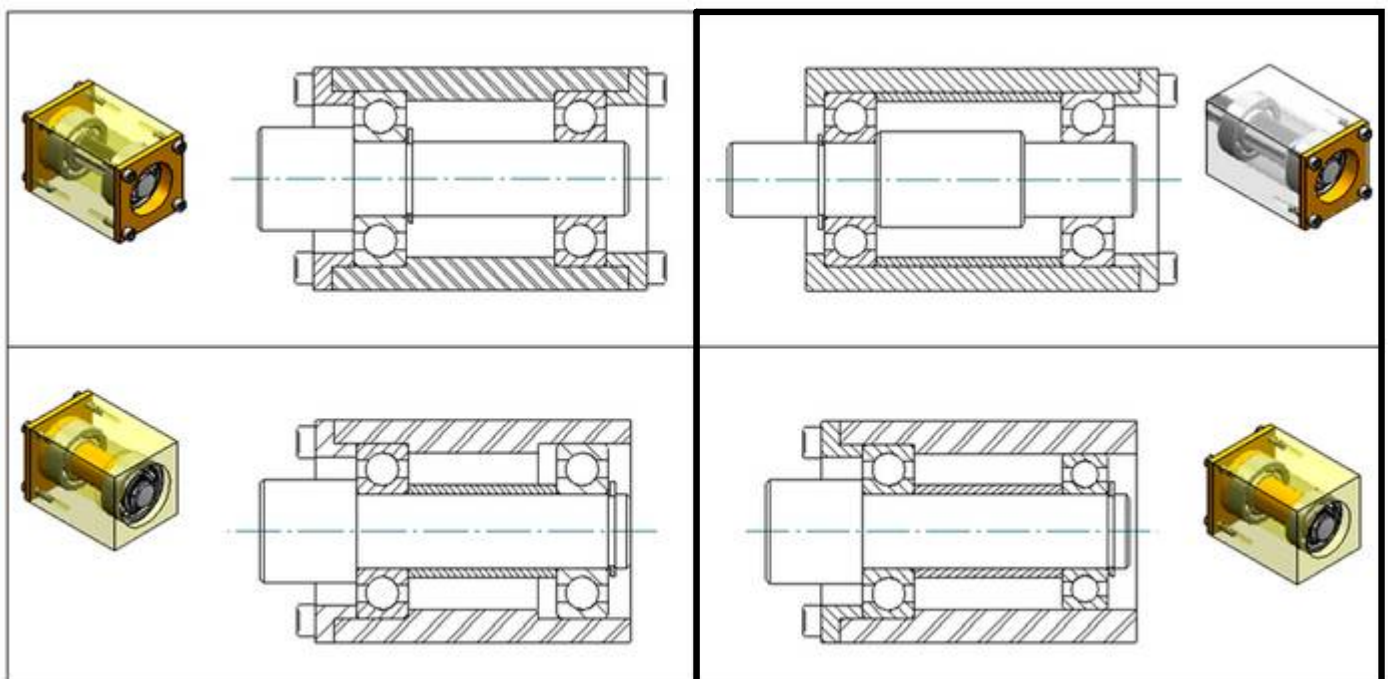
Il n'y a pas de règles absolues pour choisir les arrêts axiaux. Voici donc quelques conseils de montage:

Conseil 1 :

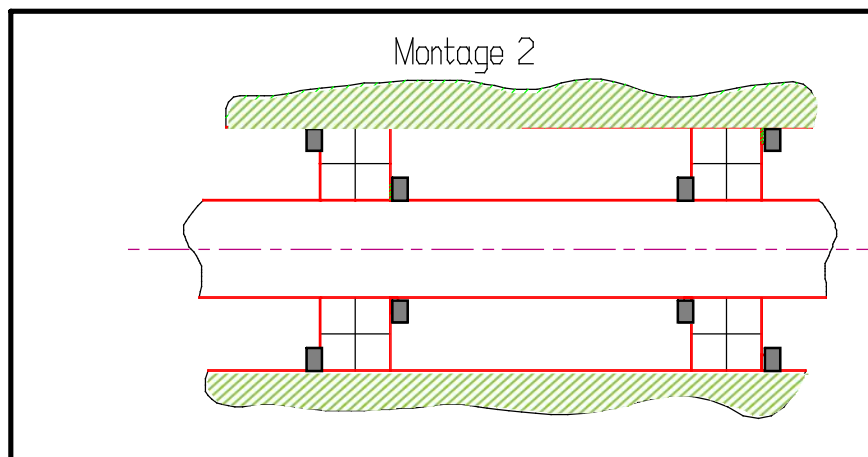
S'il y a des risques de **dilatation** : un seul roulement doit assurer le positionnement axial dans les deux sens. L'autre roulement est alors monté libre : **Montage 1 (montage « Classique »)**



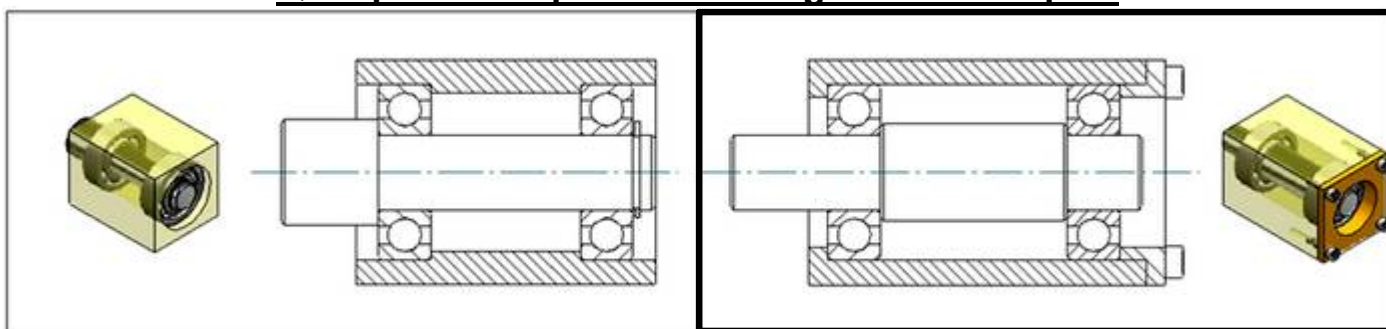
Quelques exemples de montage classique



Si les roulements sont proches, qu'il n'y a pas de risque de dilatation, on pourra utiliser le **montage 2 (montage « économique »)** qui est généralement plus facile à réaliser, donc moins coûteux. Prévoir un jeu axial sur la bague montée libre.



Quelques exemples de montages économiques



Conseil 2:

La bague montée **serrée** est arrêtée de préférence sur un épaulement.

Conseil 3:

S'il y a des risques de **flambage** de l'arbre, c'est le roulement le plus proche du point d'application de l'effort qui doit encaisser l'effort axial.

Dans les autres cas, pour équilibrer les durées de vie, c'est le roulement qui supporte le moins d'effort radial qui encaissera les efforts axiaux.

Conseil 4:

Lors du montage de roulements dont une bague est libre (roulement à rouleaux) il est nécessaire de bloquer les deux bagues des deux cotés.

Remarque:

L'élément le plus important pour une longue durée de vie d'un montage de roulement est un serrage efficace de la bague tournant par rapport à la charge.

10.6 Calcul de roulements

10.6.1 Vérification d'un roulement:

Hypothèses:

Les calculs sont effectués pour des conditions de fonctionnement favorable : sans à coup, avec des charges fixes, pour une fiabilité des roulement de 90%. Si le mécanisme étudié ne correspond pas à ces critères il faut se reporter aux notices de calculs des fabricants.

➤ Vérification de la résistance à la charge statique :

◆ On définit la **charge statique** : C_0 comme étant la charge qui crée une pression de Hertz maxi définie dans le roulement (de 4 200 MPa pour les roulements à billes).

Pour prendre en compte les efforts axiaux et radiaux, il faut définir une **charge équivalente statique** P_0 :

$$\text{Maxi de } P_0 = Fr \text{ et } P_0 = X_0 Fr + Y_0 Fa$$

P_0 : charge dynamique équivalente

Fr : effort radial

Fa : effort axial

X_0 et Y_0 des coefficients:

Calcul de la charge statique équivalente					
Type de roul.	Bille rigide 1 ou 2 rangée	rotule à bille ou rouleau	rouleau cylindrique	rouleau conique	bille contact oblique
X_0	0.6	1	1	0.5	0.5
Y_0	0.5	dépend du diam.	0	dépend du diam.	0.26

La charge statique équivalente doit être inférieure à la charge statique du roulement
(documentation du fabricant).

➤ Vérification de la durée de vie d'un roulement

$$L_{10} = (C / P)^p$$

L_{10} : nombre de millions de tours qu'atteignent 90% des roulements

C : charge dynamique

P : charge dynamique équivalente

p : coefficient dépendant de la nature du contact :

$p = 3$ pour les billes

$p = 10/3$ pour les rouleaux et les aiguilles

♦ On définit la **charge dynamique** : **C** comme étant la charge fixe permettant à un groupe de roulement d'attendre 1 million de tours.

Pour prendre en compte les efforts axiaux et radiaux, il faut définir une **charge dynamique équivalente P**:

$$P = X Fr + Y Fa$$

*P : charge dynamique équivalente
Fr : effort radial
Fa : effort axial
X et Y des coefficients*

Calcul de X et Y:

Cas 1 : roulement rigide à une rangée de billes:

- ♦ Calculer les efforts axiaux et radiaux dans les deux roulements.
- ♦ Calculer le rapport : **Fa/C₀**
Le tableau ci-dessous donne une valeur de **e**.
- ♦ Calculer **Fa/Fr**
- ♦ La comparaison entre Fa/Fr et e permet de trouver X et Y

Roulement rigide à une rangée de billes					
Fa/ C ₀	e	Si Fa/Fr < e		Si Fa/Fr > e	
		X	Y	X	Y
0.014	0.19	1	0	0.56	2.3
0.028	0.22				1.99
0.056	0.26				1.71
0.084	0.28				1.55
0.11	0.30				1.45
0.17	0.34				1.31
0.28	0.38				1.15
0.42	0.42				1.04
0.56	0.44				1

Cas 2 : Autre roulement:

- ♦ Calculer les efforts axiaux et radiaux dans les deux roulements.
- ♦ Calculer le rapport : **Fa/Fr**
Le tableau ci-dessous donne une valeur de **e**
- ♦ La comparaison entre Fa/Fr et e permet de trouver X et Y

	rotule à bille ou roulement		roulement cylindrique	roulement conique		bille contact oblique	
e	dépend du diamètre		pas de Fa	Dépend du diamètre		1.14	
	Fa/Fr < e	Fa/Fr > e		Fa/Fr < e	Fa/Fr > e	Fa/Fr < e	Fa/Fr > e
X	1	0.65	1	1	0.4	1	0.35
Y	dépend du diam	dépend du diam	0	0	dépend du diam	0	0.57

11. Cotation : valeurs indicatives de tolérances en CM

découpe plasma

Si diamètre perçage < 10 alors la forme découpée avec la plasma n'est pas circulaire.
Utilisation type : passage de vis, dans ce cas prévoir diamètre perçage = diamètre vis + 1mm

pliage

90° ±0.5

soudage de tubes

40 ±1

Attention aux pb géométriques : // ⊥

découpe cisaille CN

100 ±0.05
80 ±0.1

tôle pliées assemblées

97 ±0.5

Réalisé en soudage par points

Attention aux pb géométriques : // ⊥

pion soudé sur tôle

Attention : déformation de la tôle due au soudage

Mise en position par traçage ...

40 ±2
50 ±2

pion positionné soudé

Attention : déformation de la tôle due au soudage

Trou de positionnement réalisé avec la découpe plasma pour une meilleure précision : laisser le trou de positionnement en usinage

40 ±0.7
50 ±0.7

Si le trou est réalisé par usinage, tolérance de ces cotes : ±0.4

COUPE A-A

Le cordon de soudure peut être gênant !! Voir autre solution ci dessous

défaut de planéité : 5 mm pour une longueur de 1 m

perpendicularité : non respectée à ±5°

COUPE B-B

perpendicularité : non respectée à ±5°

DETAIL C

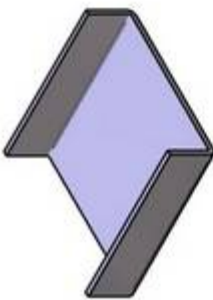
Choix de la position du cordon de soudure

Feuille : 1 / 2	Date : 02/09/2012	Dessiné par : A. Toumine, G. Carton, J. Boulat	 Format A3H
Ordre de grandeur pour le tolérancement en construction métallique			

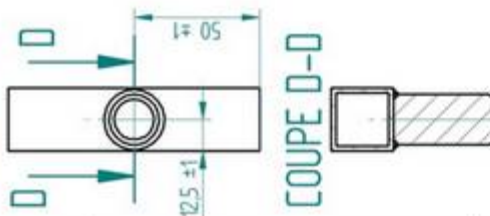
tôle pliée



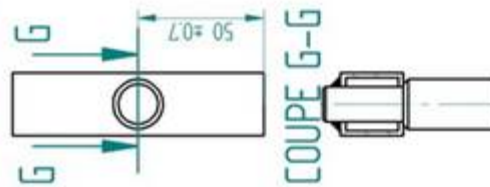
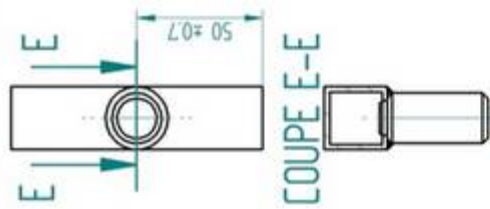
Les 2 cotes en relation avec la mise en butée sur la plieuse sont plus précises que la 3ème cote qui elle sera déduite des 2 autres avec les incertitudes de réalisation associées. Donc attention à la gamme de pliage



pion simple

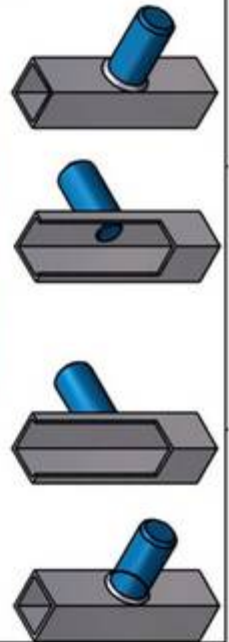


pion positionné

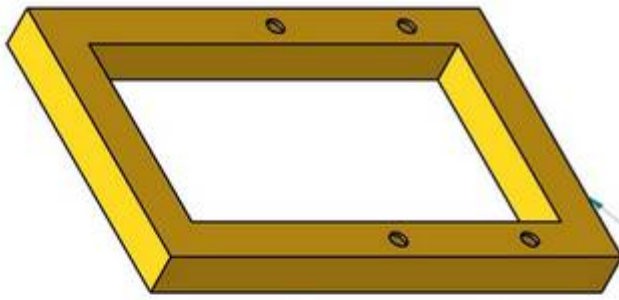
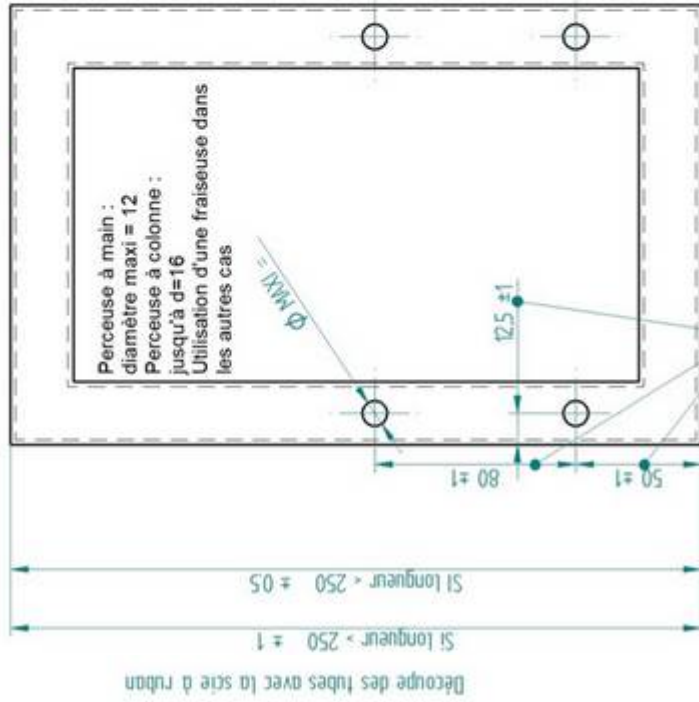


perpendicularité : non respectée à ±5°

perpendicularité : non respectée à ±2°



chassis avec perçage manuel



défaut de planéité : 5 mm pour une longueur de 1 m

Rouleuse de tôle motorisée : épaisseur jusqu'à 3 avec rayon mini : 120 mm

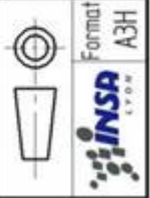
Rouleuse de tôle manuelle : épaisseur 1 mm uniquement avec rayon mini : 60 mm

Cintreuse de tube : rayon de cintrage en fonction des dimensions du tube, consulter cahier métier

Feuille : 2 / 2

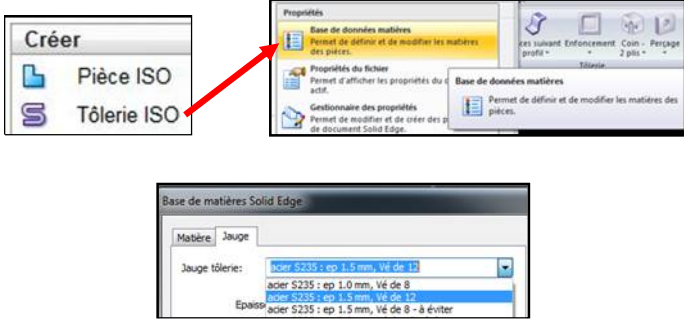


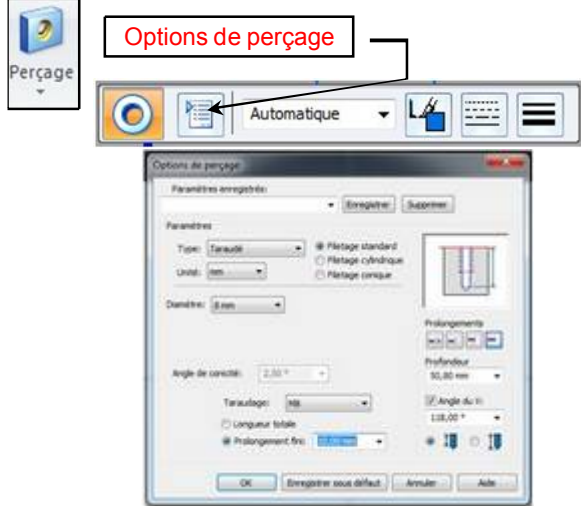


Date : 02/09/2012

Dessiné par : A. Toumine, G. Carton, J. Bouliat



Ordre de grandeur pour le tolérancement en construction métallique

12. Consignes pour l'utilisation de Solid Edge

<u>Consignes</u>	<u>Illustrations</u>																																																																																																																
<p>Création de pièces :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Si pièce « standard » : créer une Pièce ISO (.par) - Si pièce de tôlerie : créer une Tôlerie ISO (.psm) <ul style="list-style-type: none"> o Lors de la création de la pièce de tôlerie : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aller dans Propriétés du fichier / Base de données matières ▪ Choisir la jauge (Matériau, épaisseur et Vé) o Pour une pièce découpée Plasma : faire en sorte que le déplié final soit dans le plan (x,y) 																																																																																																																	
<p>Création d'une pièce prismatique : Utiliser les fonctions Extrusion et Enlèvement</p>																																																																																																																	
<p>Création d'une pièce de révolution : Utiliser les fonctions Révolution et Enlèvement par révolution</p>																																																																																																																	
<p>Création de perçages : Utiliser la fonction Perçage en procédant comme suit :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cliquer sur perçage - Cliquer sur la face contenant le perçage - Cliquer sur « Options de perçage » - Définir les options (type, diamètre, profondeur, ...) - Positionner le centre du/des perçages dans la face (utiliser les outils de cotation) - Valider 																																																																																																																	
<p>Création de congés, chanfreins, arrondis : Utiliser les fonctions Congé ou Chanfrein</p>																																																																																																																	
<p>Gorges de circlips Utiliser la fonction Enlèvement par révolution En fonction du diamètre d'arbre (ou d'alésage) et à l'aide du tableau ci-contre :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Définir le diamètre de gorge - Définir l'épaisseur de gorge - Enfin, positionner la gorge 	 <table border="1" data-bbox="821 1713 1476 2049"> <thead> <tr> <th colspan="4">Anneau élastique d'extérieur</th> <th colspan="4">Anneau élastique d'intérieur</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="2">SUR ARBRE</th> <th colspan="2"></th> <th colspan="2">SUR ALÉSAGE</th> </tr> <tr> <th>Ø Nominal</th> <th>Ep.</th> <th>Ø gorge</th> <th>Ep. gorge</th> <th>Ø Nominal</th> <th>Ep.</th> <th>Ø gorge</th> <th>Ep. gorge</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>8</td> <td>0.8</td> <td>7.6</td> <td>0.8</td> <td>16</td> <td>1</td> <td>16.8</td> <td>1.1</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>1</td> <td>9.6</td> <td>1.1</td> <td>18</td> <td>1</td> <td>19</td> <td>1.1</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>1</td> <td>11.5</td> <td>1.1</td> <td>20</td> <td>1</td> <td>21</td> <td>1.1</td> </tr> <tr> <td>14</td> <td>1</td> <td>13.4</td> <td>1.1</td> <td>22</td> <td>1</td> <td>23</td> <td>1.1</td> </tr> <tr> <td>16</td> <td>1</td> <td>15.2</td> <td>1.1</td> <td>24</td> <td>1.2</td> <td>25.2</td> <td>1.3</td> </tr> <tr> <td>18</td> <td>1.2</td> <td>17</td> <td>1.3</td> <td>30</td> <td>1.2</td> <td>31.4</td> <td>1.3</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>1.2</td> <td>19</td> <td>1.3</td> <td>32</td> <td>1.2</td> <td>33.7</td> <td>1.3</td> </tr> <tr> <td>24</td> <td>1.2</td> <td>22.9</td> <td>1.3</td> <td>34</td> <td>1.5</td> <td>35.7</td> <td>1.6</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>1.5</td> <td>28.6</td> <td>1.6</td> <td>40</td> <td>1.75</td> <td>42.5</td> <td>1.85</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>42</td> <td>1.75</td> <td>44.5</td> <td>1.85</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>47</td> <td>1.75</td> <td>49.5</td> <td>1.85</td> </tr> </tbody> </table> <p><i>Remarque : les valeurs en gras sont celles qui sont conseillées.</i></p>	Anneau élastique d'extérieur				Anneau élastique d'intérieur						SUR ARBRE				SUR ALÉSAGE		Ø Nominal	Ep.	Ø gorge	Ep. gorge	Ø Nominal	Ep.	Ø gorge	Ep. gorge	8	0.8	7.6	0.8	16	1	16.8	1.1	10	1	9.6	1.1	18	1	19	1.1	12	1	11.5	1.1	20	1	21	1.1	14	1	13.4	1.1	22	1	23	1.1	16	1	15.2	1.1	24	1.2	25.2	1.3	18	1.2	17	1.3	30	1.2	31.4	1.3	20	1.2	19	1.3	32	1.2	33.7	1.3	24	1.2	22.9	1.3	34	1.5	35.7	1.6	30	1.5	28.6	1.6	40	1.75	42.5	1.85					42	1.75	44.5	1.85					47	1.75	49.5	1.85
Anneau élastique d'extérieur				Anneau élastique d'intérieur																																																																																																													
		SUR ARBRE				SUR ALÉSAGE																																																																																																											
Ø Nominal	Ep.	Ø gorge	Ep. gorge	Ø Nominal	Ep.	Ø gorge	Ep. gorge																																																																																																										
8	0.8	7.6	0.8	16	1	16.8	1.1																																																																																																										
10	1	9.6	1.1	18	1	19	1.1																																																																																																										
12	1	11.5	1.1	20	1	21	1.1																																																																																																										
14	1	13.4	1.1	22	1	23	1.1																																																																																																										
16	1	15.2	1.1	24	1.2	25.2	1.3																																																																																																										
18	1.2	17	1.3	30	1.2	31.4	1.3																																																																																																										
20	1.2	19	1.3	32	1.2	33.7	1.3																																																																																																										
24	1.2	22.9	1.3	34	1.5	35.7	1.6																																																																																																										
30	1.5	28.6	1.6	40	1.75	42.5	1.85																																																																																																										
				42	1.75	44.5	1.85																																																																																																										
				47	1.75	49.5	1.85																																																																																																										

Rainures de clavette (dimensions normalisées)
Créer un plan de référence coïncident avec le fond de la rainure
Créer un enlèvement de matière en dessinant le profil dans le plan de référence créé précédemment

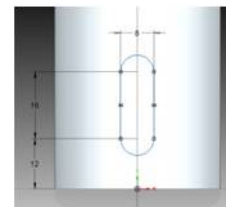
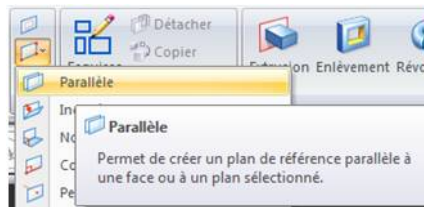


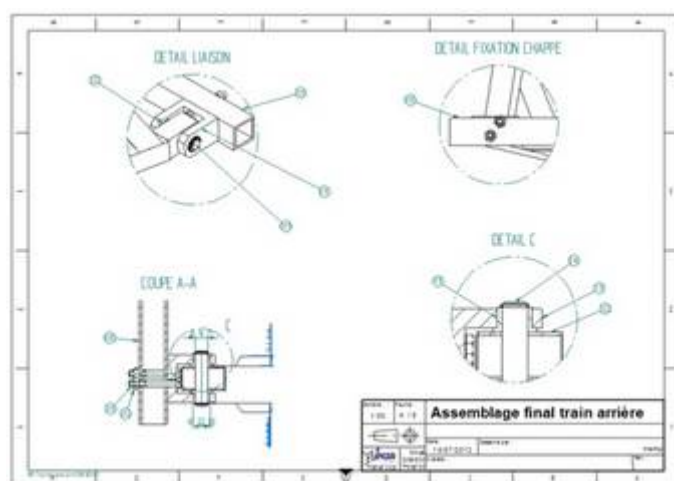
Tableau de dimensions des rainures réalisables à l'atelier GCP en fonction des diamètres d'arbre :

Diamètres d'arbre (mm)	11-12	14 - 16 -18	20 - 22 - 24	26 - 28
Largeur de rainure (mm)	4	5	6	8

Dessin d'ensemble :

Utiliser le modèle cartoucheGCP.dft ou normal-multipiece.dft
Format A4 ou A3
Faire apparaître :

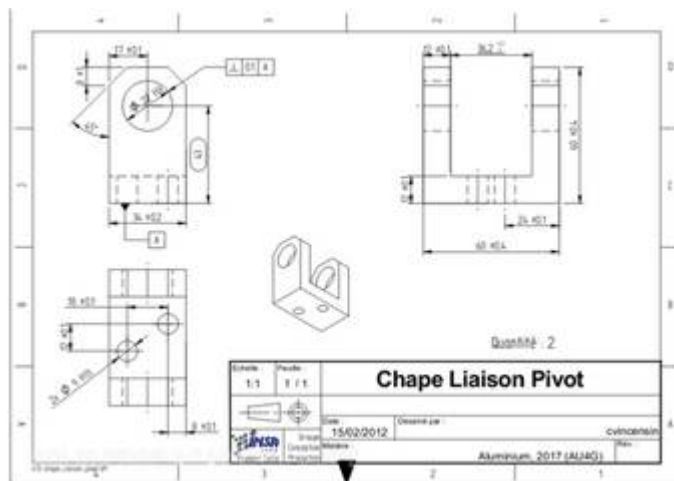
- Cartouche complété
- Repères des pièces (« Bulles ») sur 1 ou plusieurs vues
- Ajustements
- Jeux fonctionnels
- Indications spécifiques (« A goupiller avec ... , à souder après Montage sur ... , etc.)



Dessin de définition :

Utiliser le modèle CartoucheGCP.dft ou normal-multipiece.dft
Format A4
Sur le dessin, faire apparaître :

- La cotation fonctionnelle
- Pour une pièce pliée : l'épaisseur de la tôle, le Vé utilisé pour le pliage
- Le nombre de pièces à réaliser conformément au dessin (*Ex : Quantité : 2*)



Nomenclature

Utiliser la nomenclature automatique de Solid Edge ou un fichier Excel
Rubriques qui doivent apparaître :

- Repère de pièce
- Quantité
- Désignation
- Matériau
- Fabrication : CM, Usinage ou CM+Usinage ou composant standard
- Fournisseur
- Responsable dessin de définition pièce

090	1	090-Axe roue arrière	Aluminium, 2017 (AU4G)	Usinage	Declic Eco	
046	1	Vis à tête hexagonale ISO 4014 - M6x55	Acier	Composant standard	GCP	
041	1	Pneu arrière	Acier		GCP	
031	2	031-Boulon à tête hexagonale DIN 931 M6x45	Acier			
030	2	030-Roulement à billes à contact radial DIN 625 - 61800	Acier		GCP	
029	1	029-Tube roue 2	Aluminium, 6060	Construction métallique	GCP	Alice
028	1	028-Tube roue 1	Aluminium, 6060	Construction métallique	GCP	Luis
027	1	027-Tube bas union triangle	Aluminium, 6060	Construction métallique	GCP	Claudia
026	1	026-Tube entre triangle	Aluminium, 6060	Construction métallique	GCP	Camille
025	2	025-Tube haut triangle 2	Aluminium, 6060	Construction métallique	GCP	Thomas
024	2	024-Tube haut triangle 1	Aluminium, 6060	Construction métallique	GCP	Thomas
023	2	023-Tube bas triangle	Aluminium, 6060	Construction métallique	GCP	Thomas
022	2	022-Tube chassis	Aluminium, 6060	Construction métallique	GCP	Thomas
021	1	021-Tôle acier roue 1	Aluminium, 6060	CM	GCP	Margaux
Numéro de document	Qté	Description	Matériau	Fabrication	Fournisseur	Responsable

En complément du polycopié :

Lien vers le cours Moodle Solid Edge :

<http://moodle.insa-lyon.fr/course/view.php?id=185>

13. ANNEXES

13.1 Exemples de dessins de définition

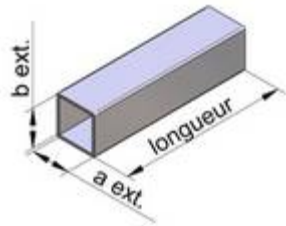
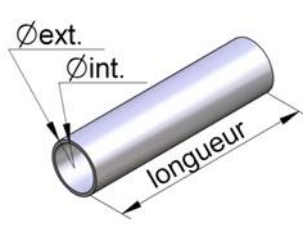
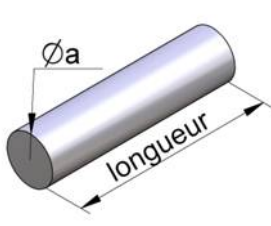
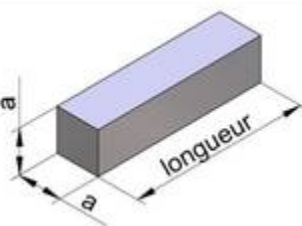
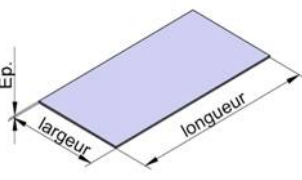
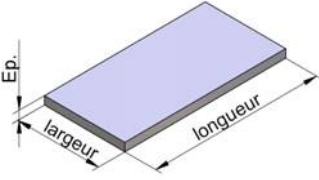
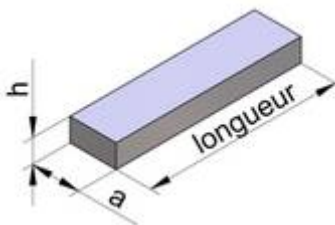
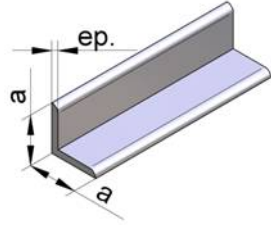
Fichier « exemple-pivot-glissiere-Des-def »
Feuille 2

13.2 Stock MATIERES PREMIERES et ELEMENTS STANDARDS disponibles à l'atelier de production du 1^{er} cycle pour le projet

ATTENTION :

- pour obtenir la matière première nécessaire à la réalisation d'un prototype, il faut remplir le bon de commande « BDC_matiere-premiere_GCP_12-13 ».
- pour toutes dimensions n'étant pas recensées dans le tableau ci-dessous, voir avec votre professeur.
- pour les autres éléments (vis, bagues, paliers ...), ils sont en stock à l'atelier.

1/ - Formes et noms des profils disponibles de matières premières:

Tube 	Tube rond 	Barre ronde 	Barre carrée 
Tôle 	Plaque 	Plat 	Cornière 

2/ - Dimensions disponibles :

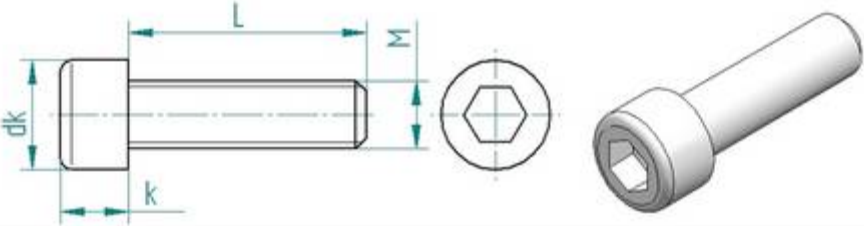
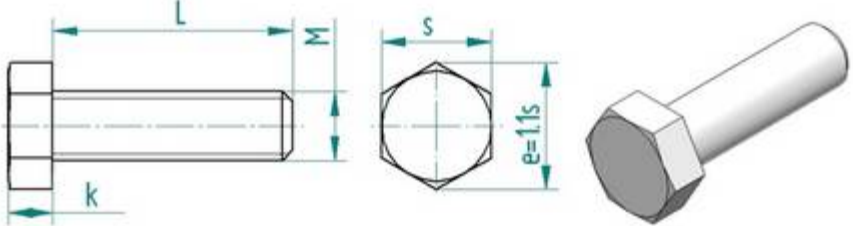
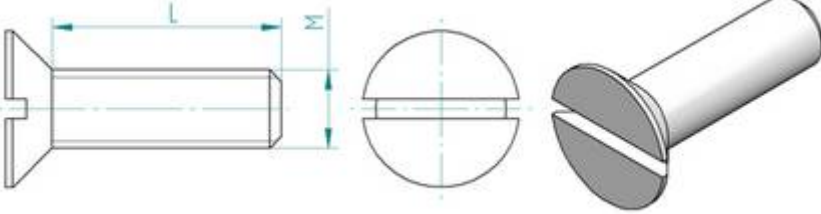
Matière	Forme	Dimensions (millimètres)		Longueur (mètres)	tolérance
Acier S235	Tôle	Epaisseur 1 mm		2 x 1	± 0.065
		Epaisseur 1.5 mm		2 x 1	± 0.17
		Epaisseur 2 mm		2 x 1	± 0.18
		Epaisseur 3 mm		2 x 1	± 0.2
		Epaisseur 4 mm		2 x 1	± 0.21
	Tube	16 x 16 x 1.5		6	± 0.5 sur cote extérieure
		20 x 20 x 2		6	
		25 x 25 x 2		6	
		30 x 30 x 2		6	
		40 x 20 x 2		6	
	Tube rond	Dim. Nom.	Dim. Réel.		± 0.5 sur Ø extérieure
		8x13	9,5 x 13,5	6	
		12x17	13 x 17,2	6	
		15x21	16,6 x 21,3	6	
		20x27	22,2 x 26,9	6	
		26x34	27,9 x 33,7	6	
		33x42	36,6 x 42,4	6	
	cornière	20x20x3		6	± 0.5 sur cote extérieure
		30x30x3		6	
		40x40x4		6	
50x50x5		6			

Acier S235	Barre ronde	Ø4	3	h10
		Ø5	3	h10
		Ø6	3	h10
		Ø8	6	h10
		Ø10	6	h10
		Ø12	6	h10
		Ø14	6	h10
		Ø15	6	h10
		Ø16	6	h10
		Ø20	6	h11
		Ø25	6	h11
		Ø30	6	h11
	Ø40	6	h11	
	Ø50	6	h11	
	Barre carrée	15x15	6	h10
20x20		6	h11	
30x30		6	h11	
40x40		6	h11	
Plat	30x10	6	h11	
	40x20	6	h11	
	50x30	6	h11	
Alliage aluminium AU4G (2017)	Barre ronde	Ø12	3	±0.2
		Ø20	3	±0.2
		Ø25	3	±0.2
		Ø30	3	±0.3
		Ø40	3	±0.3
		Ø50	3	±0.4
	Barre carrée	Ø60	3	±0.5
		20x20	3	±0.2
		30x30	3	±0.2
		40x40	3	±0.3
		50x50	3	±0.4
Plat	60x60	3	±0.4	
	80x80	3	±0.4	
PVC	Barre ronde	80x20	3	±0.4
		Ø40	3	±0.3
	Barre carré	Ø60	3	±0.3
		50x50	3	±0.3
	plaque	10	2x1	±0.2
20		2x1	±0.2	

Informations techniques :

- **Attention** : pour les tubes ronds les dimensions nominales ne correspondent pas aux dimensions réelles (diamètre extérieur et épaisseur de la paroi).
- Toujours privilégier les profilés proposés dans ce tableau plutôt que de commander des dimensions spéciales.

3 / - ELEMENTS STANDARDS : (disponible à l'atelier GCP)

<p>Vis CHC (6 pans creux)</p>			
<p>Désignation normalisée :</p>	<p>Exemple : Vis de diamètre 6 et de longueur 20 : vis Chc M6-20</p>		
<p>Commentaire :</p>	<p>Vis universellement employée donc à utiliser sans modération</p>		
<p>M (Ø Nominal)</p>	<p>dk</p>	<p>k</p>	<p>L (Longueur du corps de la vis)</p>
<p>M3</p>	<p>5.5</p>	<p>3</p>	<p>10 – 20</p>
<p>M4</p>	<p>7</p>	<p>4</p>	<p>10 – 20 – 30</p>
<p>M5</p>	<p>8.5</p>	<p>5</p>	<p>10 – 20 – 30 – 40 – 50</p>
<p>M6</p>	<p>10</p>	<p>6</p>	<p>10 – 16 – 20 – 25 – 30 – 40 – 50 – 60</p>
<p>M8</p>	<p>13</p>	<p>8</p>	<p>16 – 20 – 25 – 30 – 35 – 40 – 50 – 60</p>
<p>M10</p>	<p>16</p>	<p>10</p>	<p>30 – 40 – 50 – 60 – 80</p>
<p>M12</p>	<p>18</p>	<p>12</p>	<p>40 – 50 – 60 – 80 – 100</p>
<p>M14</p>	<p>21</p>	<p>14</p>	<p>30 – 40 – 60</p>
<p>Vis H (tête hexagonale)</p>			
<p>Désignation normalisée :</p>	<p>Exemple : Vis de diamètre 6 et de longueur 20 : vis H M6-20</p>		
<p>Commentaire :</p>	<p>Tête de vis encombrante – prévoir le passage de la clé de serrage.</p>		
<p>M (Ø Nominal)</p>	<p>s</p>	<p>k</p>	<p>L (Longueur du corps de la vis)</p>
<p>M3</p>	<p>5.5</p>	<p>2</p>	<p>10 – 20</p>
<p>M4</p>	<p>7</p>	<p>2.8</p>	<p>10 – 20 – 30</p>
<p>M5</p>	<p>8</p>	<p>3.5</p>	<p>10 – 20 – 30 – 40 – 50</p>
<p>M6</p>	<p>10</p>	<p>4</p>	<p>10 – 16 – 20 – 25 – 30 – 35 – 40 – 50</p>
<p>M8</p>	<p>13</p>	<p>5.5</p>	<p>16 – 20 – 30 – 40 – 50</p>
<p>M10</p>	<p>17</p>	<p>7</p>	<p>30 – 40 – 50 – 60 – 80</p>
<p>Vis FS (fraisée fendue)</p>			
<p>Désignation normalisée :</p>	<p>Exemple : Vis de diamètre 6 et de longueur 20 : vis FS M6-20</p>		
<p>Commentaire :</p>	<p>Vis à éviter sauf cas particulier (fixation de tôle avec vis de petit Ø...)</p>		
<p>M (Ø Nominal)</p>	<p>L (Longueur du corps de la vis)</p>		
<p>M3</p>	<p>10 – 20</p>		
<p>M4</p>	<p>10 – 20 – 30</p>		
<p>M5</p>	<p>10 – 20 – 30 – 40 – 50</p>		
<p>M6</p>	<p>10 – 16 – 20 – 30 – 40 – 50</p>		

Vis HC (6 pans creux)	
---------------------------------	--

Désignation normalisée :	Exemple : Vis de diamètre 6 et de longueur 20 : vis HC M6-20
Commentaire :	Vis de pression.
M (Ø Nominal)	L (Longueur du corps de la vis)
M3	10 – 16
M4	10 – 16
M5	10 – 16
M6	10 – 16 – 20
M8	20 – 30

Ecrou H	Rondelle plate moyenne M

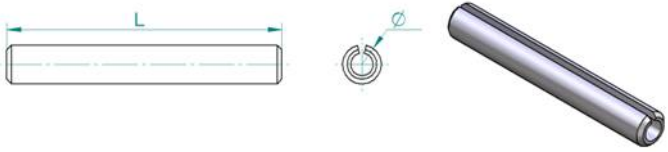
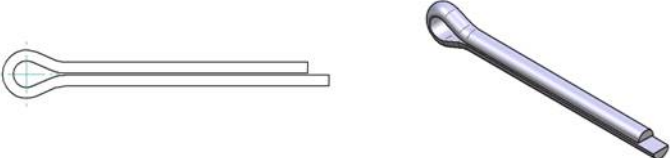
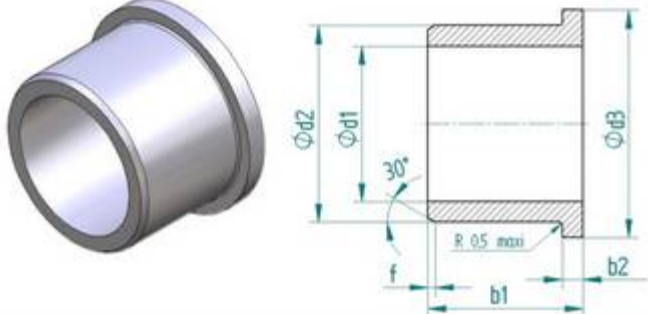
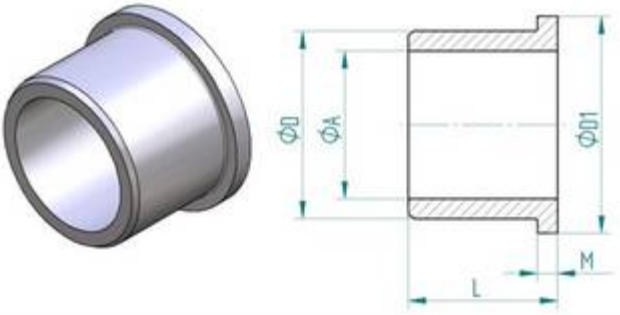
	M (Ø Nominal)									
	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	
s	5.5	7	8	10	13	17	19	22	24	
k	2.4	3.2	4.7	5.2	6.8	8.4	10.8	12.8	14.8	
e	0.8	0.8	1	1.2	1.5	2	2.5	2.5	3	

Anneau élastique d'extérieur				Anneau élastique d'intérieur			
		SUR ARBRE				SUR ALESAGE	
Ø Nominal	Ep.	Ø gorge	Ep. gorge	Ø Nominal	Ep.	Ø gorge	Ep. gorge
8	0.8	7.6	0.8	16	1	16.8	1.1
10	1	9.6	1.1	18	1	19	1.1
12	1	11.5	1.1	20	1	21	1.1
14	1	13.4	1.1	22	1	23	1.1
16	1	15.2	1.1	24	1.2	25.2	1.3
18	1.2	17	1.3	30	1.2	31.4	1.3
20	1.2	19	1.3	32	1.2	33.7	1.3
24	1.2	22.9	1.3	34	1.5	35.7	1.6
30	1.5	28.6	1.6	40	1.75	42.5	1.85
				42	1.75	44.5	1.85
				47	1.75	49.5	1.85

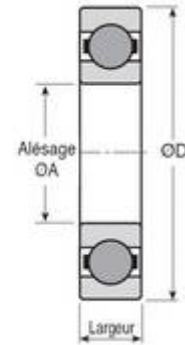
Remarque : les valeurs en gras sont celles qui sont conseillées.

Barreau à clavette ACIER XC48 <i>Rr = 650 – 800 MPa / Tol : K9</i>	
---	--

Ref (Michaud Chailly)	F3-18-4-4	F3-18-5-5	F3-18-6-6	F3-18-8-8
h1	4	5	6	8
l1	4	5	6	8
l2	Barreau de 500 mm à découper à longueur voulue			

Goupille élastique						
Ø Nominal de montage	L	Remarque : pour des longueurs particulières de goupilles élastiques, il sera nécessaire de les commander. Cependant les longueurs proposées suffisent à assurer les liaisons rencontrées sur les prototypes.				
Ø 4	30					
Ø 6	50					
Ø 8	60					
Goupille fendue						
Ø Nominal de montage	L	Remarque : pour des longueurs particulières de goupilles fendues, il sera nécessaire de les commander.				
Ø 4	30					
Ø 6	50					
Ø 8	60					
Coussinet polymère à colerette « Icus »						
Pression diamétrale statique maxi	18 Mpa	Température maxi / mini		+80°C/-40°C		
Vitesse de rotation maxi	0,8 m/s					
Vitesse de translation maxi	2 m/s					
Tolérance sur l'arbre	h9					
Tolérance sur l'alésage du logement	H7					
	Ød1	Ød2	Ød3	b1	b2	f
AFM 10162010	10 +0,04/+0,13	16	20	10	3	0,5
AFM 1218-15	12 +0,05/+0,16	18	22	15	3	0,8
AFM 1622-15	16 +0,05/+0,16	22	28	15	3	0,8
Coussinet à colerette « bronze fritté auto-lubrifiant »						
Pression diamétrale statique maxi	20 Mpa					
Pression diamétrale dynamique maxi	10 Mpa					
Vitesse de rotation maxi	6 m/s					
Tolérance sur la longueur du palier	L > 10 mm tol. +/- 1%					
	ØA (F8)	ØD (s8)	ØL	ØD1 (js13)	M (js14)	
METC 14-20-14	14	20	14	26	3	
METC 20-24-20	20	24	20	28	2	

Roulement à une rangée de billes à contact radial

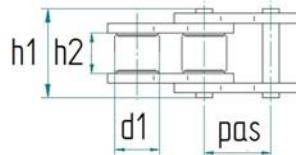


(Ref. Michaud Chailly
Prix indicatif :2 € /roulement)

Référence (HPC Europe)

	Q6201	Q6004	Q6204
Alésage ØA	12	20	20
ØD	32	42	47
Largeur	10	12	14
Vitesse maxi. (tr/min)	18000	17000	15000
Charge dynamique (newton)	6800	9400	12700
Charge statique (newton)	3050	5000	6500

Chaîne simple à rouleaux ACIER



ATTENTION :
La chaîne de vélo monovitesse est prévue pour 1 à 3 vitesses seulement

Chaîne industrielle
Norme NF-E 26.102

Chaîne de vélo (monovitesse) 1/2"x1/8"
Compatible Moteur MY1016Z3

Pas	12,7	12,7
d1	8,51	7,8
h1	17	8,2
h2	7,75	3,5
Conditionnement : Longueur	5 m	10m

Maillon de jonction pour Chaîne simple à rouleaux

Rem : AVEC RESSORT D'ATTACHE

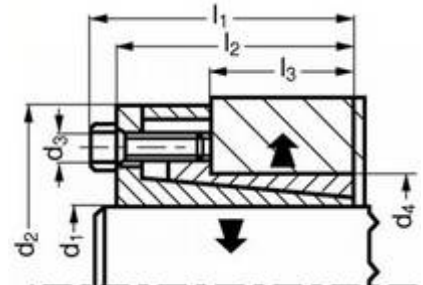


Pas

12,7

Moyeu expansible cylindrique auto-centrant ACIER

Tolérance : arbre h8 / alésage H8



(Ref. Michaud Chailly
Prix indicatif A-55-20/12 :16€)

Ref.	A-55-12	A-55-20	Ref.	A-55-12	A-55-20
d1	12	20	l1	30	44
d2	32	49	l2	26	38
d3	M4	M6	l3	13.5	18
d4	18	28	T Couple transmissible	55 Nm	220 Nm
F Force axiale résistante	9 KN	23 KN	p Pression surface moyeu	100 N/mm ²	120 N/mm ²