

Notions de dessin industriel

<p><b>Vues</b></p> <p>Quelques règles de dessin :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Deux traits continus forts ne se coupent jamais</li> <li>▪ Pour toutes formes cylindriques, il faut tracer son axe de symétrie en Trait mixte fin.</li> <li>▪ Les traits interrompus fins et les traits mixtes fins peuvent couper n'importe quel autre type de trait.</li> <li>▪ les arêtes cachés en traits interrompus</li> </ul>		<p><b>CROUPES</b></p> <p><b>Règles</b></p> <p><b>Plan de coupe</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Il est indiqué dans une vue adjacente.</li> <li>-Il est matérialisé par un trait mixte fin (« trait d'axe ») renforcé par deux traits forts courts aux extrémités de l'axe.</li> <li>-Le sens d'observation est indiqué par deux flèches (en traits forts) orientées vers la partie à conserver. Les extrémités « touchent » les deux traits forts courts.</li> <li>-deux lettres majuscules (AA, BB...) servent à la fois à repérer le plan de coupe et la vue coupée correspondante. Ces indications sont particulièrement utiles lorsque le dessin comprend plusieurs vues coupées. S'il n'y a pas d'ambiguïté sont parfois omises.</li> </ul> <p><b>Coupe des nervures</b></p> <p>On ne coupe jamais des nervures lorsque le plan de coupe passe dans le plan de leur plus grande surface. La règle est la même avec les bras de poulie, de volant ou de roue.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- On ne coupe jamais les pièces de révolution pleines (arbres,...)</li> </ul>	<p><b>Exemple</b></p>										
<p><b>Hachures</b></p> <p>Les hachures apparaissent là où la matière a été coupée par le plan imaginaire.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Elles sont tracées en trait continu fin et sont de préférence inclinées à 45 (dans le cas où un seul objet est coupé) par rapport aux lignes générales du contour.</li> <li>-Elles ne traversent pas ou ne coupent jamais un trait fort.</li> <li>-Elles ne s'arrêtent jamais sur un trait interrompu court.</li> <li>-Le motif des hachures ne peut en aucun cas préciser la nature de la matière de l'objet coupé.</li> </ul>	<table border="1"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><i>Tous métaux et alliages</i></td> <td><i>Métaux et alliages légers (Aluminium)</i></td> <td><i>Cuivre et ses alliages, béton léger</i></td> <td><i>Matériaux plastiques ou isolants</i></td> <td><i>Bobinage électroaimant</i></td> </tr> </table>						<i>Tous métaux et alliages</i>	<i>Métaux et alliages légers (Aluminium)</i>	<i>Cuivre et ses alliages, béton léger</i>	<i>Matériaux plastiques ou isolants</i>	<i>Bobinage électroaimant</i>	<p><b>Demi-coupe</b></p> <p>Les vues en demi-coupe sont particulièrement intéressantes dans le cas des pièces symétriques.</p> <p>Mêmes règles que pour les coupes</p>	
<i>Tous métaux et alliages</i>	<i>Métaux et alliages légers (Aluminium)</i>	<i>Cuivre et ses alliages, béton léger</i>	<i>Matériaux plastiques ou isolants</i>	<i>Bobinage électroaimant</i>									

Notions de dessin industriel			
<p><b>Coupes partielles</b></p> <p>Définir uniquement un seul détail (un trou, une forme particulière etc.)</p>		<p><b>Les sections</b></p> <p>Dans une section, seule la partie coupée est dessinée</p>	
<p><b>Assemblage des pièces Filetées</b></p>	<p><b>Assemblage</b></p> <p><b>Filetage</b></p> <p><b>Taroudage</b></p>	<p><b>perspectives cavalières</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La face frontale est toujours en vrai grandeur.</li> <li>Les arêtes non frontales sont inclinées d'un même angle (<math>\alpha</math>), elles sont appelées : les fuyantes. L'angle de fuite recommandé est de <math>45^\circ</math>.</li> <li>Les fuyantes sont réduites pour donner une impression de profondeur. On utilise un Coefficient de réduction <math>k</math> des fuyantes <math>k = 0,5</math>.</li> </ul> <p>Les fuyantes peuvent être orientées vers quatre sens</p>	

Liaisons mécaniques																																																																													
<p>Liaison encastrement</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>T</td><td>R</td></tr> <tr><td>x</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>y</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>z</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>		T	R	x	0	0	y	0	0	z	0	0	<p>Liaison pivot</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>T</td><td>R</td></tr> <tr><td>x</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>y</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>z</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>		T	R	x	0	1	y	0	0	z	0	0	<p>Liaison hélicoïdale</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>T</td><td>R</td></tr> <tr><td>x</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>y</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>z</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>		T	R	x	1	1	y	0	0	z	0	0	<p>Liaison glissière</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>T</td><td>R</td></tr> <tr><td>x</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>y</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>z</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>		T	R	x	1	0	y	0	0	z	0	0	<p>Liaison pivot glissant</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>T</td><td>R</td></tr> <tr><td>x</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>y</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>z</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>		T	R	x	1	1	y	0	0	z	0	0	<p>Liaison rotule à doigt</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>T</td><td>R</td></tr> <tr><td>X</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Y</td><td>0</td><td>RY</td></tr> <tr><td>Z</td><td>0</td><td>RZ</td></tr> </table>		T	R	X	0	0	Y	0	RY	Z	0	RZ
	T	R																																																																											
x	0	0																																																																											
y	0	0																																																																											
z	0	0																																																																											
	T	R																																																																											
x	0	1																																																																											
y	0	0																																																																											
z	0	0																																																																											
	T	R																																																																											
x	1	1																																																																											
y	0	0																																																																											
z	0	0																																																																											
	T	R																																																																											
x	1	0																																																																											
y	0	0																																																																											
z	0	0																																																																											
	T	R																																																																											
x	1	1																																																																											
y	0	0																																																																											
z	0	0																																																																											
	T	R																																																																											
X	0	0																																																																											
Y	0	RY																																																																											
Z	0	RZ																																																																											
<p>Liaison rotule</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>T</td><td>R</td></tr> <tr><td>x</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>y</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>z</td><td>0</td><td>1</td></tr> </table>		T	R	x	0	1	y	0	1	z	0	1	<p>Liaison appui plan</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>T</td><td>R</td></tr> <tr><td>x</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>y</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>z</td><td>0</td><td>1</td></tr> </table>		T	R	x	1	0	y	1	0	z	0	1	<p>Liaison sphère cylindre</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>T</td><td>R</td></tr> <tr><td>x</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>y</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>z</td><td>0</td><td>1</td></tr> </table>		T	R	x	1	1	y	0	1	z	0	1	<p>Liaison sphère plan</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>T</td><td>R</td></tr> <tr><td>x</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>y</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>z</td><td>0</td><td>1</td></tr> </table>		T	R	x	1	1	y	1	1	z	0	1	<p>Liaison cylindre plan</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>T</td><td>R</td></tr> <tr><td>x</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>y</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>z</td><td>0</td><td>1</td></tr> </table>		T	R	x	1	1	y	1	0	z	0	1													
	T	R																																																																											
x	0	1																																																																											
y	0	1																																																																											
z	0	1																																																																											
	T	R																																																																											
x	1	0																																																																											
y	1	0																																																																											
z	0	1																																																																											
	T	R																																																																											
x	1	1																																																																											
y	0	1																																																																											
z	0	1																																																																											
	T	R																																																																											
x	1	1																																																																											
y	1	1																																																																											
z	0	1																																																																											
	T	R																																																																											
x	1	1																																																																											
y	1	0																																																																											
z	0	1																																																																											
<p>EXEMPLE : ETAU</p>	<p>GROUPES CINEMATIQUES</p> <p>Groupe 1 : { 1 ; 2 ; 3 ; 4 ; 5 }</p> <p>Groupe 2 : { 6 ; 8 ; 9 }</p> <p>Groupe 3 : { 7 ; 10 }</p> <p>Groupe 4 : { 11 ; 12 }</p>	<p>GRAPHE DES LIAISONS</p>	<p>SCHEMA CINEMATIQUE</p>																																																																										

**Liaison encastrement**

Notions de Mise en position (MIP) et de Maintien en position (MAP).

- Mise en position (MIP).

Afin d'assurer le positionnement d'une pièce par rapport à une autre, on peut envisager d'utiliser des surfaces : planes, cylindriques, coniques...

La mise en position permet la suppression d'une partie ou de la totalité des degrés de liberté entre les pièces à assembler.

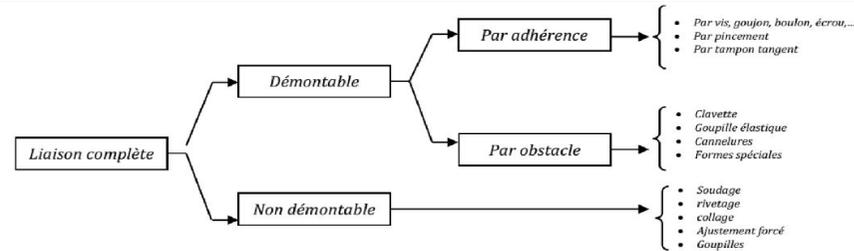
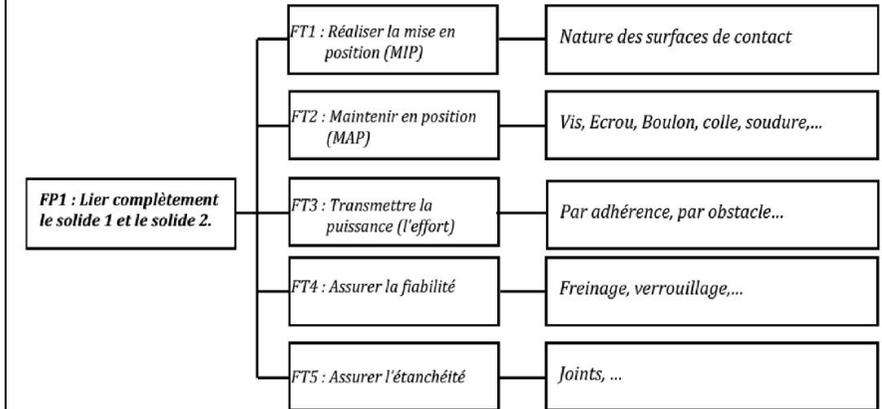
- Maintien en position (MAP).

Une fois le positionnement assuré, il faut garantir la conservation du contact, c'est l'objet du maintien en position. Celui-ci peut s'opérer à l'aide d'un obstacle escamotable ou par adhérence.

Le maintien en position permet notamment de supprimer les degrés de liberté non supprimés par la mise en position.

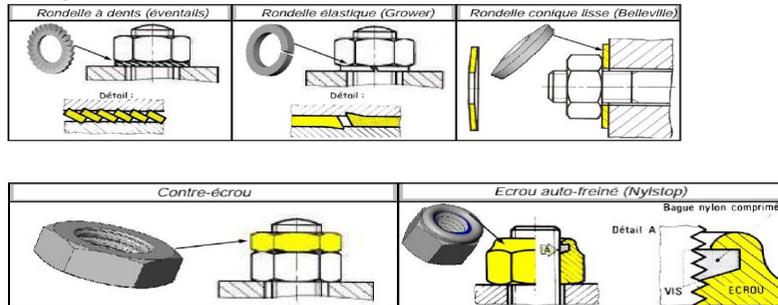
Même si tous les degrés de liberté sont supprimés par la mise en position, le maintien en position reste nécessaire.

**DECOMPOSITION FONCTIONNELLE : méthode FAST**



Vis à tête Hexagonale H	Vis à tête Cylindrique		Vis à tête Fraisée	
	Fondue Cs	à six pans creux CHc	fondue Fs	bombée fondu FBs

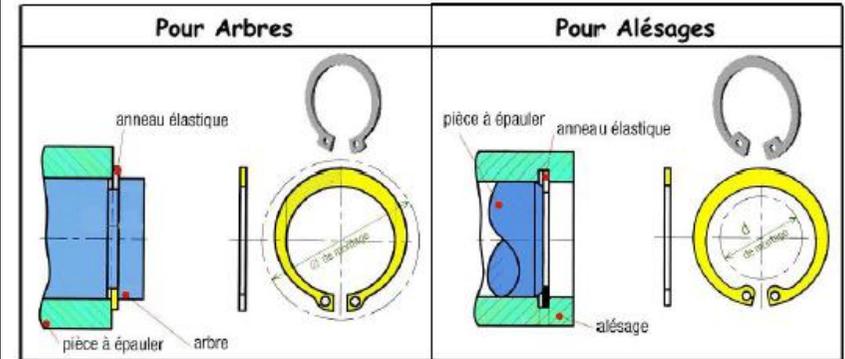
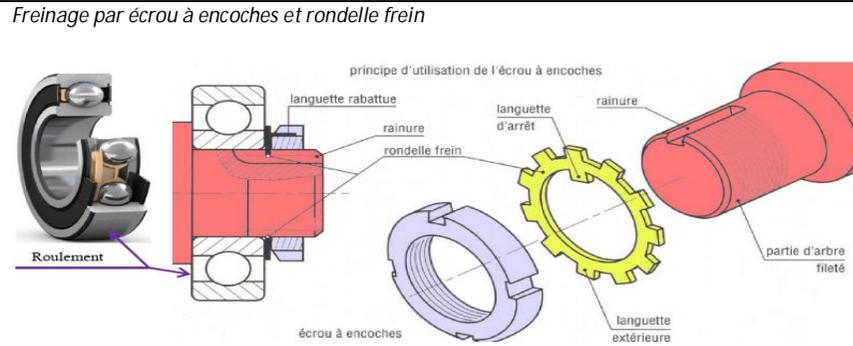
**Freinage des éléments filetés**



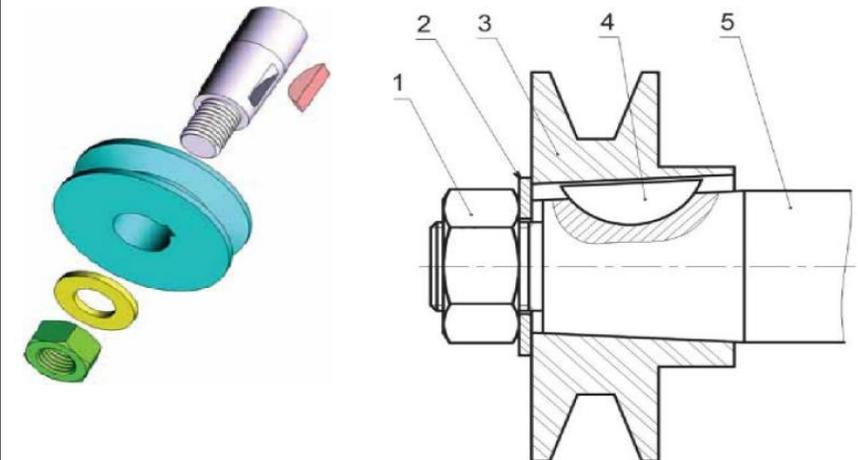
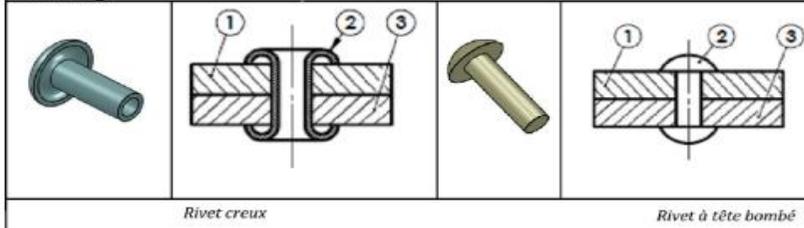
**Freinage par Goupille V**

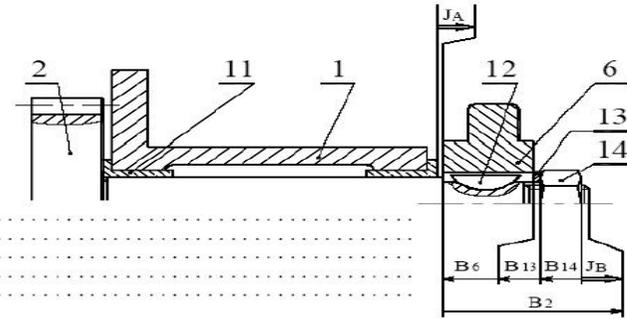
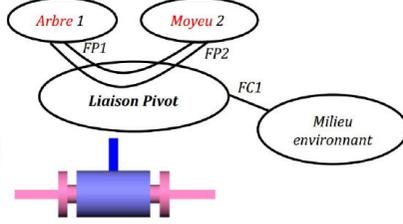


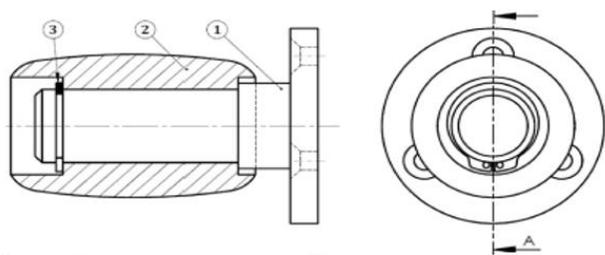
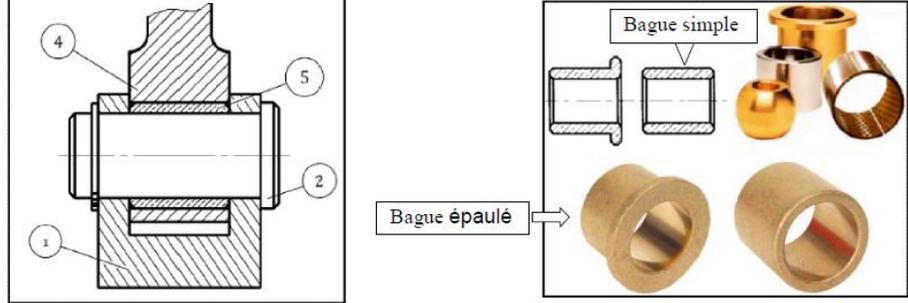
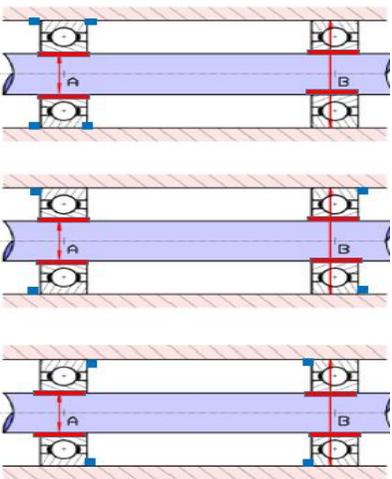
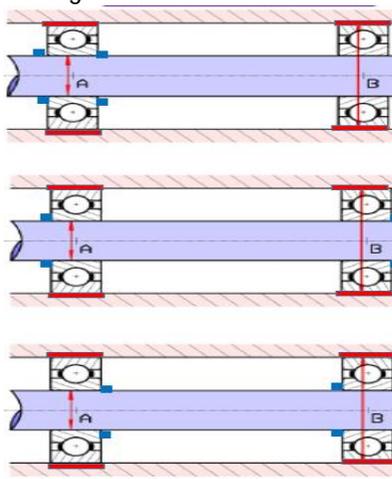
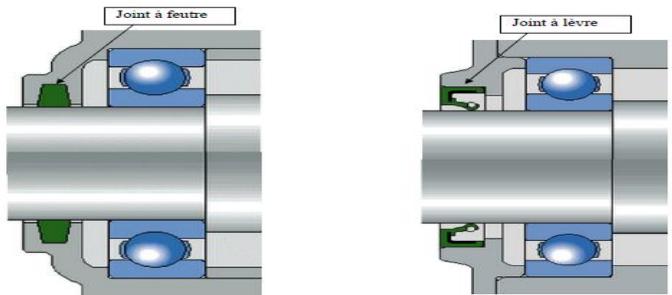
Liaison  
encastrement

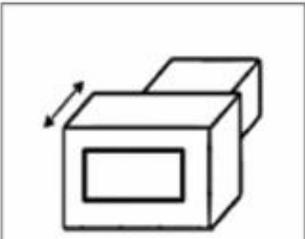
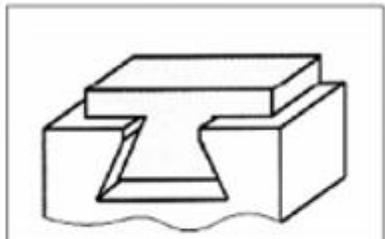
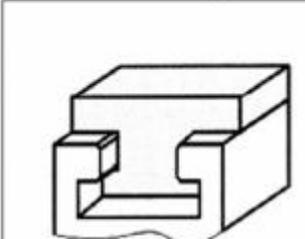
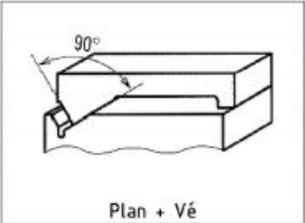
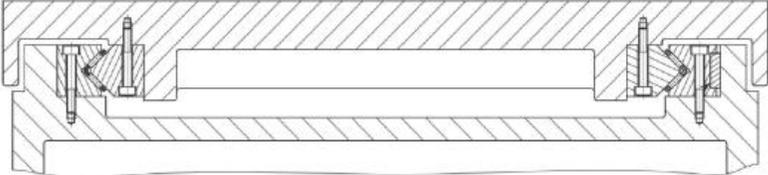


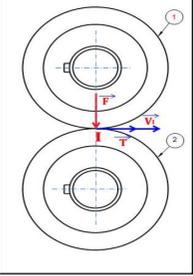
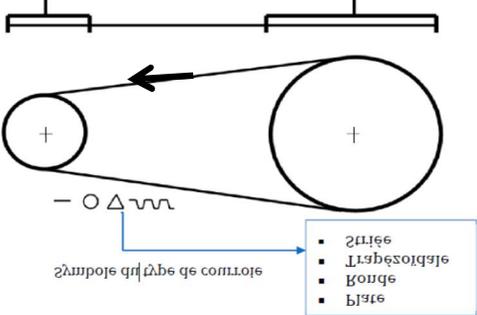
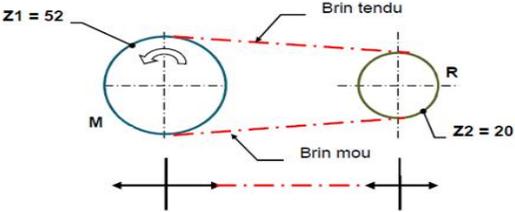
*Par rivetage*



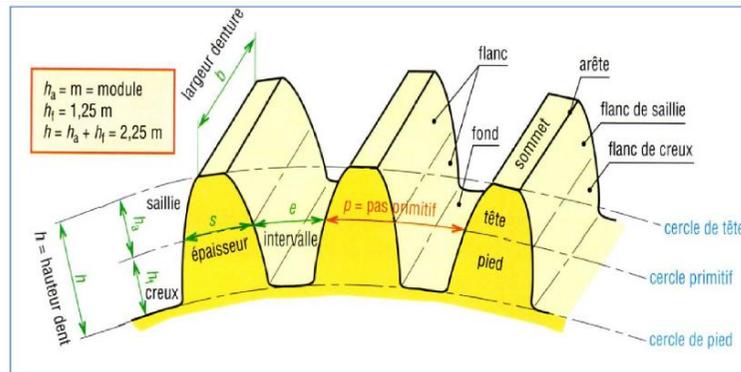
<p>Notions d'ajustement</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Pieces</th> <th>Ecart Superieur</th> <th>Ecart Inferieur</th> <th>Interval d tolerance</th> <th>Jeu ou Serrage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Alésage</td> <td>ES= Cmaxi- Cnom</td> <td>EI= Cmini- Cnom</td> <td>IT=ES-EI</td> <td>Jeu Maxi=ES-ei</td> </tr> <tr> <td>Arbre</td> <td>es= c maxi- c nom</td> <td>ei= c mini- c nom</td> <td>IT=es-ei</td> <td>Jeu mini=EI-es</td> </tr> </tbody> </table>	Pieces	Ecart Superieur	Ecart Inferieur	Interval d tolerance	Jeu ou Serrage	Alésage	ES= Cmaxi- Cnom	EI= Cmini- Cnom	IT=ES-EI	Jeu Maxi=ES-ei	Arbre	es= c maxi- c nom	ei= c mini- c nom	IT=es-ei	Jeu mini=EI-es	<p>Exemples</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Cn</th> <th>ES</th> <th>EI</th> <th>IT</th> <th>es</th> <th>ei</th> <th>it</th> <th>JMax</th> <th>Jmin</th> <th>Type</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>80H7/g6</td> <td>80</td> <td>0,030</td> <td>0</td> <td>0,030</td> <td>-0,01</td> <td>-0,029</td> <td>0,019</td> <td>0,059</td> <td>0,001</td> <td></td> </tr> <tr> <td>185H7/p6</td> <td>185</td> <td>185-185 0,046</td> <td>0</td> <td>0,046</td> <td>0,079</td> <td>0,050</td> <td>0,029</td> <td>-0,004</td> <td>-0,079</td> <td></td> </tr> <tr> <td>250H6/h5</td> <td>250</td> <td>29</td> <td>0</td> <td>29</td> <td>0</td> <td>-29</td> <td>29</td> <td>59</td> <td>0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>12H8/m6</td> <td>12</td> <td>27</td> <td>0</td> <td>27</td> <td>18</td> <td>7</td> <td>11</td> <td>20</td> <td>-18</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Cn	ES	EI	IT	es	ei	it	JMax	Jmin	Type	80H7/g6	80	0,030	0	0,030	-0,01	-0,029	0,019	0,059	0,001		185H7/p6	185	185-185 0,046	0	0,046	0,079	0,050	0,029	-0,004	-0,079		250H6/h5	250	29	0	29	0	-29	29	59	0		12H8/m6	12	27	0	27	18	7	11	20	-18	
Pieces	Ecart Superieur	Ecart Inferieur	Interval d tolerance	Jeu ou Serrage																																																																				
Alésage	ES= Cmaxi- Cnom	EI= Cmini- Cnom	IT=ES-EI	Jeu Maxi=ES-ei																																																																				
Arbre	es= c maxi- c nom	ei= c mini- c nom	IT=es-ei	Jeu mini=EI-es																																																																				
	Cn	ES	EI	IT	es	ei	it	JMax	Jmin	Type																																																														
80H7/g6	80	0,030	0	0,030	-0,01	-0,029	0,019	0,059	0,001																																																															
185H7/p6	185	185-185 0,046	0	0,046	0,079	0,050	0,029	-0,004	-0,079																																																															
250H6/h5	250	29	0	29	0	-29	29	59	0																																																															
12H8/m6	12	27	0	27	18	7	11	20	-18																																																															
<p>Notions de cotation fonctionnelle</p>	<p>Le vecteur cote condition est la somme vectorielle des vecteurs cote fonctionnelle.</p> $\vec{J} = \vec{A} + \vec{B} + \vec{C} + \vec{D}$ <p>En terme de cote mesurable, on a :</p> $J = (B+C) - (A+D)$ <p>Calcul des jeux limites</p> $J_{max} = (B_{max}+C_{max}) - (A_{min}+D_{min})$ $J_{min} = (B_{min}+C_{min}) - (A_{max}+D_{max})$	<p>Exercice</p> <p><b>3) Cotation fonctionnelle:</b></p> <p>a) - Tracer la chaîne de cotes relative à la condition <b>JA</b></p> <p>b) - Calculer la cote fonctionnelle <b>B2</b> relative à la condition <b>JB</b></p>  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <p><b>Données</b></p> <p><math>3 \leq J_B \leq 4</math></p> <p><math>B_{14} = 8,4 \pm 0,1</math></p> <p><math>B_6 = 20 \pm 0,2</math></p> <p><math>B_{13} = 2,5 \pm 0,07</math></p> </div> <p>Calcul:</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>																																																																						
<p>Guidage en rotation</p>	 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>FP1 : Guider en rotation autour d'un axe : l'Arbre 1 par rapport au Moyeu 2.</p> <p>FP2 : Transmettre les actions mécaniques.</p> <p>FC1 : S'adapter au milieu environnant</p> </div>	<p>FAST</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <p>FP1 : Guider en rotation autour d'un axe le solide 1 par rapport au solide 2</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>FT1 : Faciliter la mobilité en rotation → Choix de la <u>forme</u>, de la <u>matière</u>, de la <u>nature du frottement</u> (glissement ou roulement)</li> <li>FT3 : Interdire les autres mobilités → Choix des obstacles, formes des obstacles</li> <li>FT4 : Assurer la fiabilité → Durée de vie, nature des obstacles</li> </ul>																																																																						

<p>Guidage en rotation</p>	<p>* Liaison pivot Direct</p>  <p>1: Arbre 2: Poulie 3: Anneau Elastique Circlips</p>	<p>* Liaison pivot par Coussinet</p>  <p>Bague simple</p> <p>Bague épaulé</p>	
<p>Guidage en rotation</p> <p>Liaison pivot par : Roulement</p>	<p>Arbre tournant</p> 	<p>Alésage tournant</p> 	<p>Protection des Roulements</p> <p><b>PROTECTION</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Lubrification</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Améliorer le fonctionnement</li> <li>Réduire l'usure</li> <li>Eviter la corrosion</li> </ul> </li> <li><b>Etanchéité</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Empêcher les fuites de lubrifiant</li> <li>Eviter la pénétration des impuretés.</li> </ul> </li> </ul>  <p>Joint à feutre</p> <p>Joint à levre</p>

<p>Liaison glissière : GUIDAGE EN TRANSLATION</p>	 <p>Guidage prismatique</p>	 <p>Queue d'aronde</p>
	 <p>Forme en T</p>	<p>Liaison glissière basée sur une forme cylindrique</p>   <p>Plan + Vé</p>
	<p>En se basant sur un frottement de roulement</p>  	

<p>Roues de Friction</p>		<p>Transmission sans glissement  <math>V1 = V2 = R1.\omega1 = R2.\omega2</math></p> $K = \frac{\omega2}{\omega1} = \frac{R1}{R2}$ <p>Transmission avec glissement  <math>\omega2' = K. \omega1.(1 - g)</math></p> <p>Couple et Puissances transmissible</p> $C = R.T = R.F.f$ $P = C.\omega$ <div style="border: 1px dashed black; padding: 2px; display: inline-block;"> <p>C : m.N  <math>\omega</math> : rd/s                  P : W                  R : m                  F : N</p> </div>	<table border="1"> <tr> <td>Avantages</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fonctionnement silencieux</li> <li>Réalisation simple et économique</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td>Inconvénients</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>Glissement entre les roues</li> <li>Efforts importants sur les paliers d'ou usure</li> <li>Transmission de faible puissance</li> </ul> </td> </tr> </table> <p>Sens de rotation des 2 roues contraires</p>	Avantages	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fonctionnement silencieux</li> <li>Réalisation simple et économique</li> </ul>	Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> <li>Glissement entre les roues</li> <li>Efforts importants sur les paliers d'ou usure</li> <li>Transmission de faible puissance</li> </ul>
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fonctionnement silencieux</li> <li>Réalisation simple et économique</li> </ul>						
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> <li>Glissement entre les roues</li> <li>Efforts importants sur les paliers d'ou usure</li> <li>Transmission de faible puissance</li> </ul>						
<p>Poulies et Courroies</p>		$\omega2 / \omega1 = D1 / D2$ $V = \omega1 R1 = \omega2 R2$	<table border="1"> <tr> <td>Avantages</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>Transmission silencieuse</li> <li>Grande vitesse</li> <li>Grand entraxe possible entre les poulies</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td>Inconvénients</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>Durée de vie limitée</li> <li>Couple transmissible faible</li> </ul> </td> </tr> </table> <p>Sens de rotation des 2 poulies contraires – courroie non croisée</p>	Avantages	<ul style="list-style-type: none"> <li>Transmission silencieuse</li> <li>Grande vitesse</li> <li>Grand entraxe possible entre les poulies</li> </ul>	Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> <li>Durée de vie limitée</li> <li>Couple transmissible faible</li> </ul>
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> <li>Transmission silencieuse</li> <li>Grande vitesse</li> <li>Grand entraxe possible entre les poulies</li> </ul>						
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> <li>Durée de vie limitée</li> <li>Couple transmissible faible</li> </ul>						
<p>Pignons et chaines</p>		$k = \frac{Ns}{Ne} = \frac{Ze}{Zs}$	<table border="1"> <tr> <td>Avantages</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>Rapport de transmission constant (pas de glissement)</li> <li>Longue durée de vie</li> <li>Supportent des conditions de travail plus rudes</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td>Inconvénients</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>Basses vitesses de transmission</li> <li>Lubrification nécessaire</li> <li>Plus bruyantes</li> </ul> </td> </tr> </table>	Avantages	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rapport de transmission constant (pas de glissement)</li> <li>Longue durée de vie</li> <li>Supportent des conditions de travail plus rudes</li> </ul>	Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> <li>Basses vitesses de transmission</li> <li>Lubrification nécessaire</li> <li>Plus bruyantes</li> </ul>
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rapport de transmission constant (pas de glissement)</li> <li>Longue durée de vie</li> <li>Supportent des conditions de travail plus rudes</li> </ul>						
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> <li>Basses vitesses de transmission</li> <li>Lubrification nécessaire</li> <li>Plus bruyantes</li> </ul>						

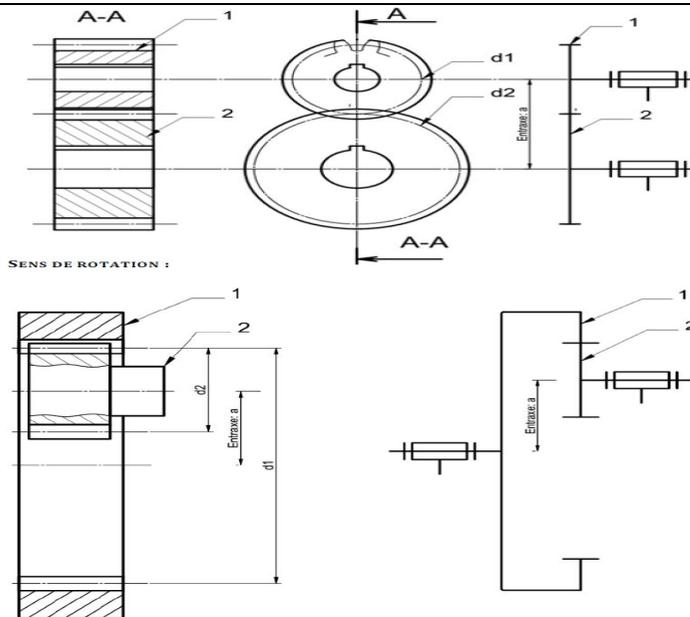
Engrenages



➤ Engrenage à denture droite externe

➤ Engrenage à denture droite interne

➤ Engrenage à denture hélicoïdale



Désignation	Formule	Désignation	Formule
Module	$m$ Par un calcul de RDM	Saillie	$h_a = m$
Nombre de dents	$Z$	Creux	$h_f = 1,25m$
Diamètre primitif	$d = mZ$	Hauteur de dent	$h = 2,25m$
Diamètre de tête	$d_a = d + 2m$	Pas	$p = \pi m$
Diamètre de pied	$d_f = d - 2,5m$	Entraxe	$a = (d_1 + d_2) / 2$

Entraxe

$$a = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{m(Z_1 + Z_2)}{2}$$

Rapport de Transmission

$$K = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{d_2}{d_1}$$

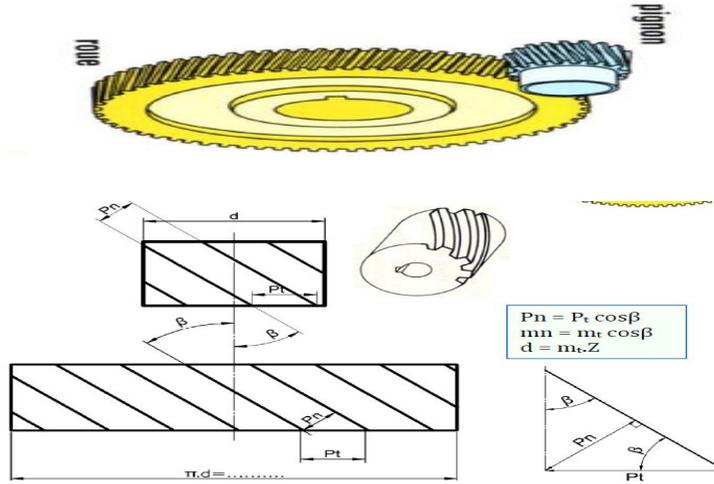
Entraxe

$$a = \frac{d_1 - d_2}{2} = \frac{m(Z_1 - Z_2)}{2}$$

$$K = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{d_2}{d_1}$$

Engrenages

➤ Engrenage à denture hélicoïdale



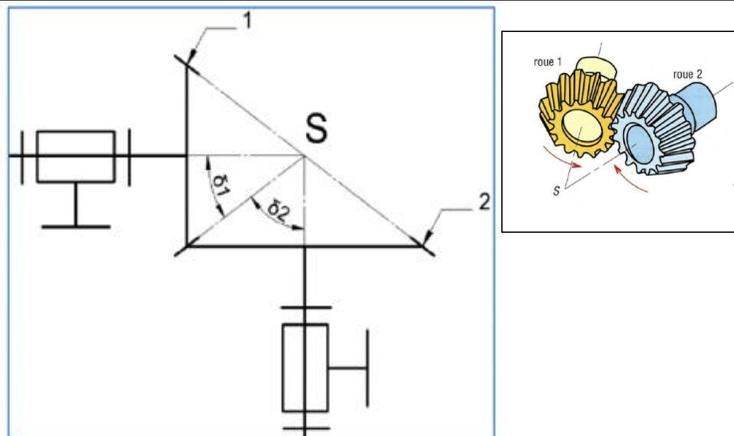
Désignation	Formule	Désignation	Formule
Module réel	$m_n$ Par un calcul de RDM	Hauteur de dent	$h = 2,25m_n$
Nombre de dents	$Z$	Diamètre primitif	$d = m_t Z$
Angle d'hélice	$\beta$ Entre $20^\circ$ et $30^\circ$	Diamètre de tête	$d_a = d + 2m_n$
Module apparent	$m_t = m_n / \cos \beta$	Diamètre de pied	$d_f = d - 2,5m_n$
Pas apparent	$p_t = p_n / \cos \beta$	Saillie	$h_a = m_n$
Pas réel	$p_n = \pi m_n$		

**Inconvénients**

Les dentures hélicoïdales **provoquent une poussée axiale** que l'on peut supprimer par l'utilisation des roues à denture en chevrons.

$$K = \frac{\omega 1}{\omega 2} = \frac{Z 2}{Z 1} = \frac{d 2}{d 1}$$

➤ Engrenages coniques



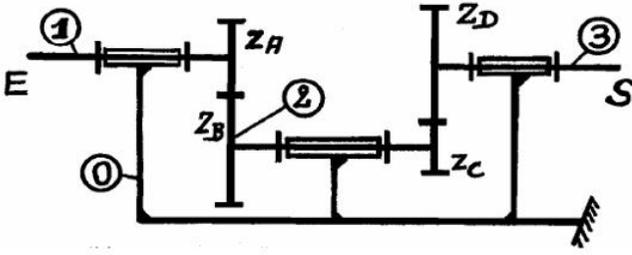
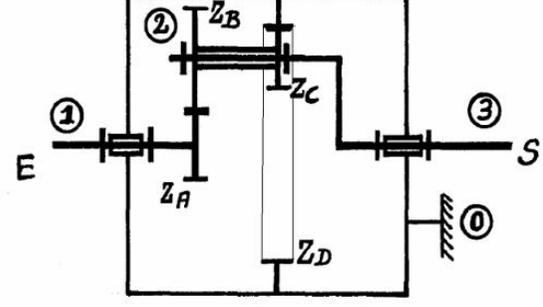
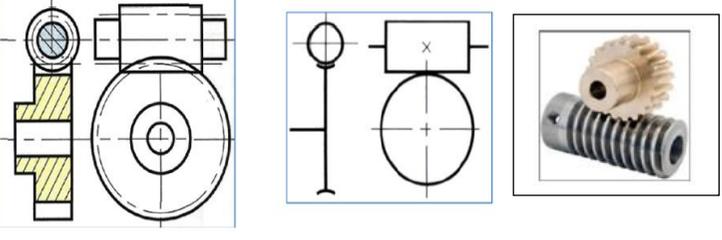
Désignation	Formule	Désignation	Formule
Module	$m$	Diamètre de tête	$d_{a1} = d_1 + 2m \cos \delta_1$
Nombre de dents	$Z$	Diamètre de pied	$d_{f1} = d_1 - 2,5m \cos \delta_1$
Angle primitif	$\tan \delta_1 = Z_1 / Z_2$	Saillie	$h_a = m$
Diamètre primitif	$d_1 = mZ_1$ et $d_2 = mZ_2$	Creux	$h_f = 1,25m$

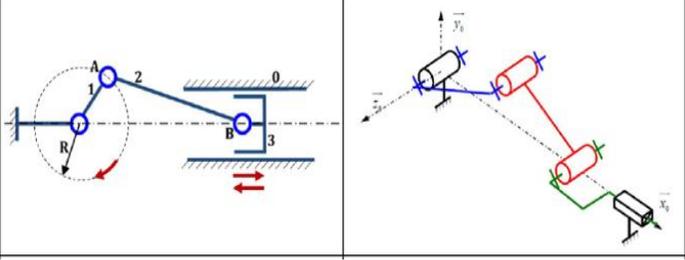
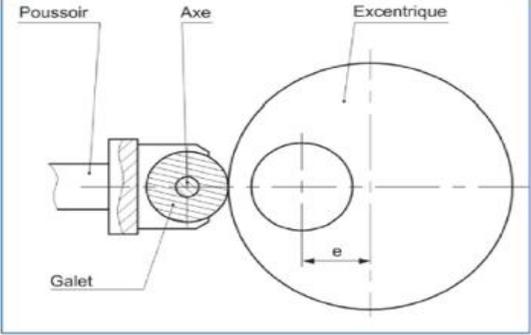
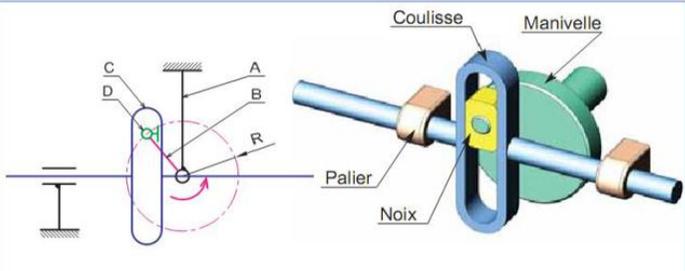
$$\frac{N 2}{N 1} = \frac{\omega 2}{\omega 1} = \frac{Z 1}{Z 2} = \frac{\sin \delta 1}{\sin \delta 2} = \tan \delta 1$$

( $\delta$ : Cône primitif)

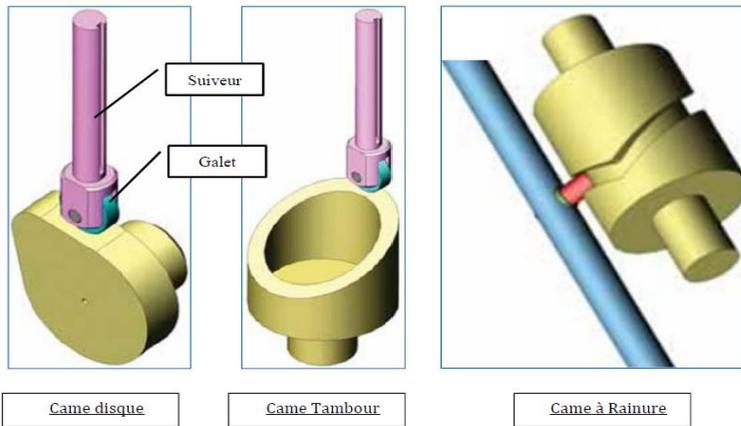
Condition d'engrènement

- Même module
- Les sommets des deux cônes soient confondus

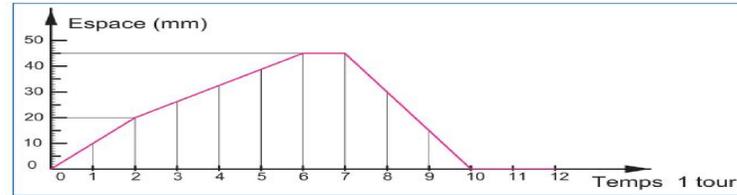
<p>➤ Train d'engrenage simple</p>		<p>Raison du train</p> $k = (-1)^n \frac{\text{Produit } Z \text{ menantes}}{\text{Produit } Z \text{ menées}} = (-1)^2 \frac{Z_A \times Z_C}{Z_B \times Z_D}$ $k = \frac{\omega_S}{\omega_E} = \frac{N_S}{N_E}$				
<p>➤ Trains épicycloïdal Exemple</p>		<p>formule de Willis</p> $k = \frac{\omega_p - \omega_{ps}}{\omega_c - \omega_{ps}} = (-1)^n \frac{\text{Produit des } Z \text{ menantes}}{\text{Produit } Z \text{ Menées}}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>k = \frac{\omega_{0/3}}{\omega_{1/3}} = (-1)^1 \frac{Z_A \times Z_C}{Z_B \times Z_D}</math></li> <li>• <math>\frac{\omega_S}{\omega_E} = \frac{\omega_{3/0}}{\omega_{1/0}}</math></li> </ul> $\frac{\omega_{0/3}}{\omega_{1/3}} = \frac{-\omega_{3/0}}{\omega_{1/0} - \omega_{3/0}} = k \quad \text{Soit : } \frac{1}{k} = 1 - \frac{\omega_{1/0}}{\omega_{3/0}} \quad \text{Soit : } \frac{\omega_{1/0}}{\omega_{3/0}} = \frac{k-1}{k}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• En FINAL : <math>\frac{\omega_{3/0}}{\omega_{1/0}} = \frac{k}{k-1} = \mathbf{1g}</math></li> </ul>				
<p>Système roue-vis sans fin</p>		<p>Condition d'engrènement</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Même module axial.</li> <li><input type="checkbox"/> Même angle d'hélice</li> </ul> <p>Rapport des vitesses :</p> $K = \frac{\omega_r}{\omega_v} = \frac{z_v}{z_r}$ <p><math>z_v</math> : nombre de filet de la vis <math>z_r</math> : nombre de dents de la roue</p> <table border="1"> <tr> <td>Avantages</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>• grand rapport de réduction (1/200°).</li> <li>• système presque toujours irréversibles d'où sécurité anti-retour.</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td>Inconvénients</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rendement faible (60%) (du fait du frottement)</li> <li>• Effort axial important</li> </ul> </td> </tr> </table>	Avantages	<ul style="list-style-type: none"> <li>• grand rapport de réduction (1/200°).</li> <li>• système presque toujours irréversibles d'où sécurité anti-retour.</li> </ul>	Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rendement faible (60%) (du fait du frottement)</li> <li>• Effort axial important</li> </ul>
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> <li>• grand rapport de réduction (1/200°).</li> <li>• système presque toujours irréversibles d'où sécurité anti-retour.</li> </ul>					
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rendement faible (60%) (du fait du frottement)</li> <li>• Effort axial important</li> </ul>					

<p>Système Bielle manivelle</p>		<p>Course <math>C = 2R</math>                  La cylindrée :</p> <div style="border: 1px solid red; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <math display="block">e = S \times C = \frac{\pi D^2}{4} \times C</math> </div> <p>S : Section du piston (mm<sup>2</sup>)                  D : Diamètre du piston (mm)                  C : Course du piston (mm)                  R : Rayon du vilebrequin (mm)</p>
<p>Système à excentrique</p>	 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;">                 La course du poussoir est :  <math>C = 2e</math>  <math>e</math> :                  l'excentricité             </div>	<p>Manivelle et coulisse</p>  <p>La course de la coulisse s'écrit : <math>C = 2R</math> avec <math>R</math> : Rayon du Manivelle</p>

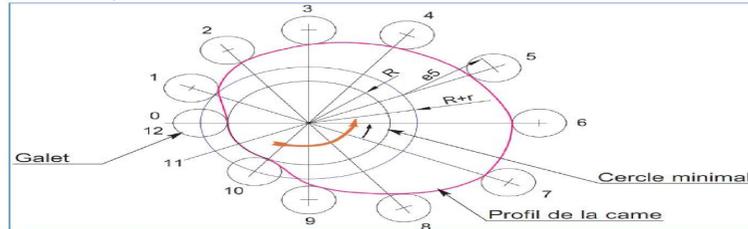
Système à came



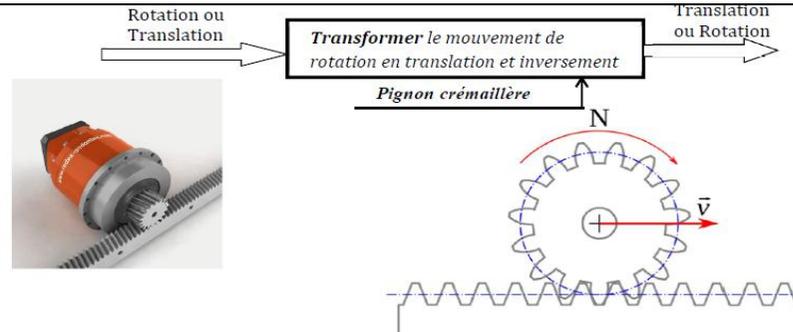
Courbe des espaces



Tracé du profil de la came



système pignon-crémaillère



Déplacement linéaire

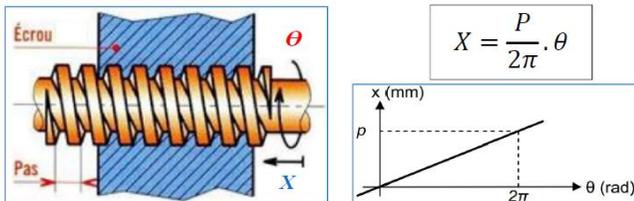
$$X = R \cdot \theta$$

Vitesse linéaire V

$$V = \frac{d \cdot \omega}{2} = R \cdot \omega$$

*V : vitesse crémaillère en mm/s  
 ω : Fréquence de rotation pignon  
 d = m.Z : diamètre primitif du pignon*

Système vis-écrou



$$X = \frac{P}{2\pi} \cdot \theta$$

$$V = \frac{P}{2\pi} \cdot \omega = \frac{P}{60} \cdot N$$

- P : pas en mm,
- X : déplacement en mm,
- θ : angle de rotation en rad
- V : vitesse linéaire en mm /s
- N : Fréquence de rotation en tr/mn
- ω : Vitesse angulaire Rad/s

Liaison parfaite

□ Couple exercé

$$C = \frac{P}{2\pi} F_a$$

□ Effort axial développé :

$$F_a = \frac{2\pi}{P} C$$

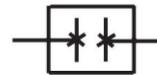
Les Accouplements

ACCOUPEMENTS PERMANENTS			
RIGIDES	ELASTIQUES OU FLEXIBLES		CARDANS
AUCUN DESALIGNEMENT POSSIBLE	NON FLEXIBLE EN TORSION	FLEXIBLE EN TORSION	DESALIGNEMENT ANGULAIRE
- à plateaux - à manchon goupille - à douille biconique	- joint d'oldham - à denture bombée - à soufflet	- à ressort - à membrane souple - à blocs élastiques	- joint de cardan - joint tripode - joint à 4 billes

Symbole général



Symbole des accouplements Rigides



Accouplements élastiques

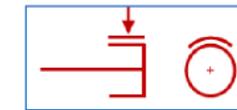


ACCOUPEMENTS TEMPORAIRES - PAS DE DESALIGNEMENT		
<b>EMBRAYAGES</b> - à disque - conique - centrifuge	<b>FREINS</b> - à tambour - à disque - à bande	<b>DIVERS</b> - limiteur de couple - limiteur de vitesse - roue libre - coupleur - convertisseur
ACCOUPEMENTS TEMPORAIRES - PAS DE DESALIGNEMENT		
<b>EMBRAYAGES</b> - à disque - conique - centrifuge	<b>FREINS</b> - à tambour - à disque - à bande	<b>DIVERS</b> - limiteur de couple - limiteur de vitesse - roue libre - coupleur - convertisseur

Symboles  
EMBRAYAGES



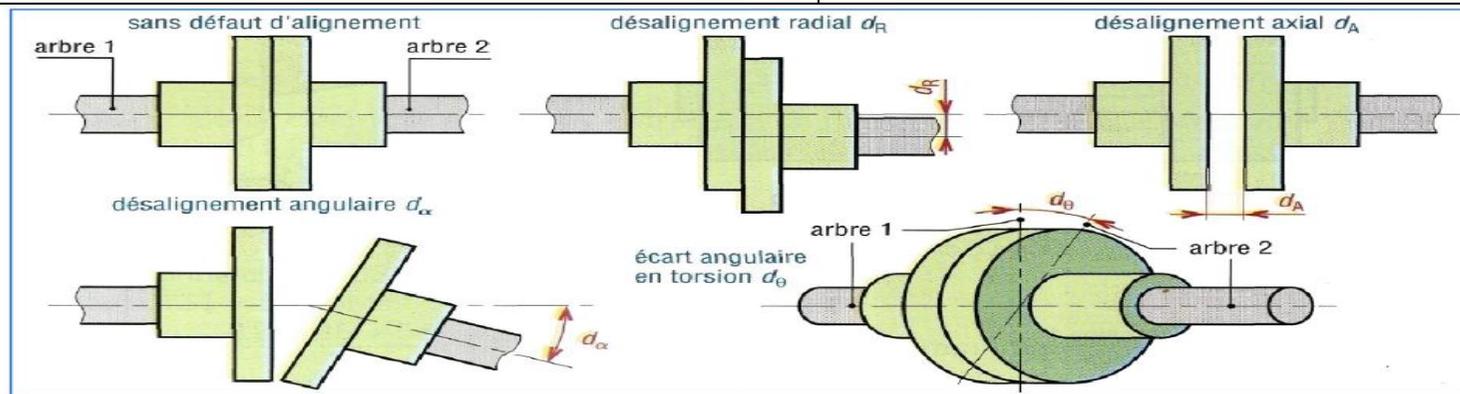
FREINS



Limiteur de couple

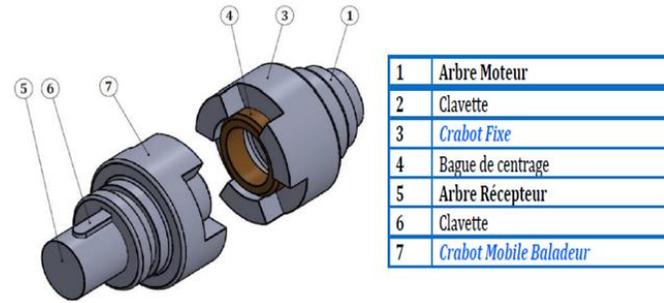


Défauts prévisibles  
d'alignement des arbres

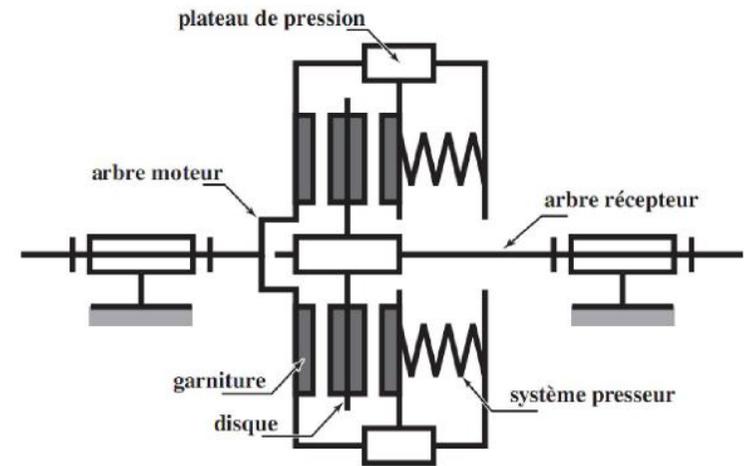


LES EMBRAYAGES

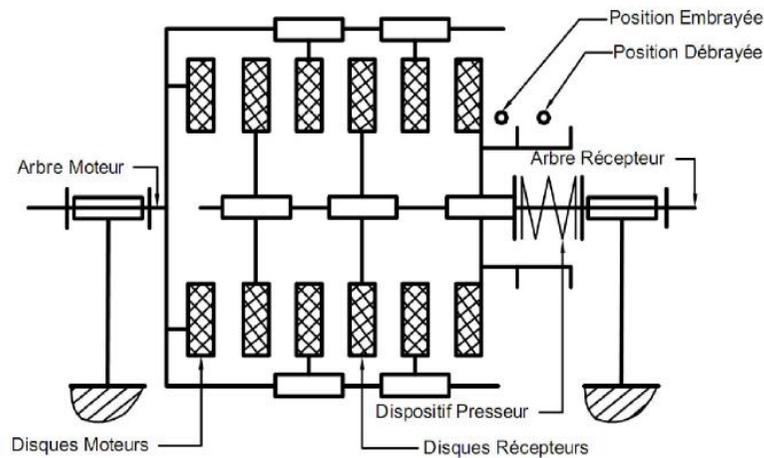
**Embrayages instantanés (à crabots)**



**Embrayage progressif à friction plane mono-disque**



**Embrayage progressif à friction plane multidisque**

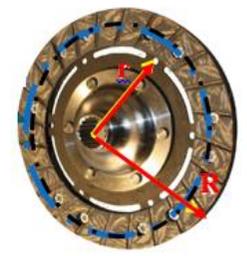


**Couple transmissible par un embrayage à friction plane**

On démontre que :

$$C = \frac{2}{3} \cdot F \cdot n \cdot f \cdot \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2}$$

*C* : couple transmissible en Nm  
*F* : effort de compression des surfaces de friction en N  
*f* : coefficient de frottement.  
*n* : nombre de surface de friction  
*R* : Rayon extérieure du disque de friction en mètre  
*r* : Rayon intérieure du disque de friction en mètre

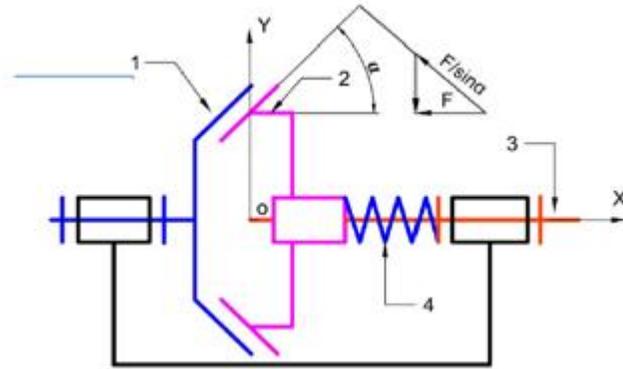


OU version approchée :

$$C = n \cdot f \cdot F \cdot R_{moy} \text{ avec } R_{moy} = \frac{(R+r)}{2}$$

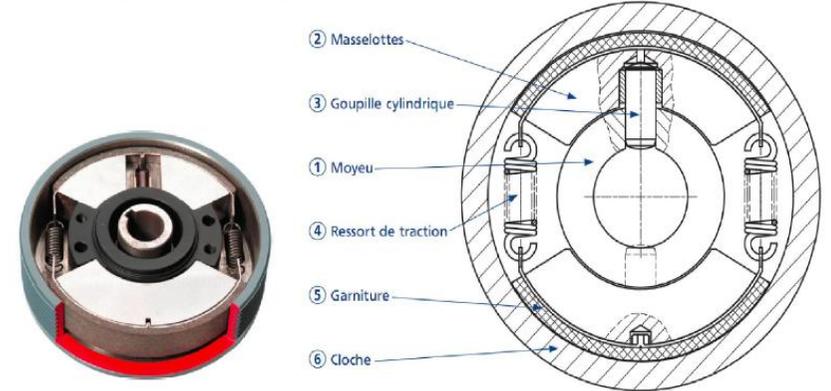
LES EMBRAYAGES

Embrayage progressif à friction Conique

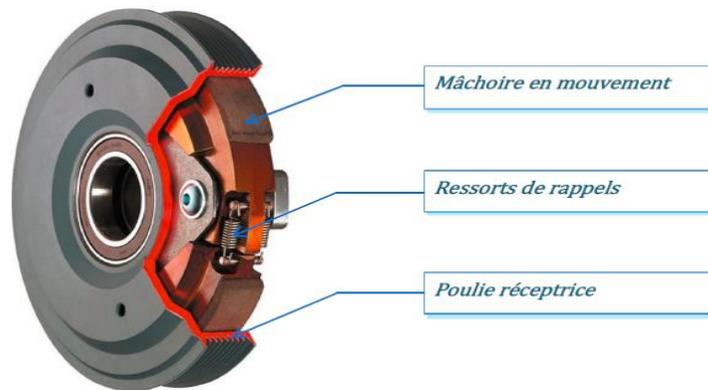


Embrayages progressifs à friction cylindrique Centrifuge A masselottes

Lorsque la vitesse est suffisante, les garnitures de friction viennent au contact de la cloche 5. Sous l'action de la force centrifuge agissant sur les masselottes, et l'adhérence générée entre les garnitures et la cloche permet la transmission du couple.



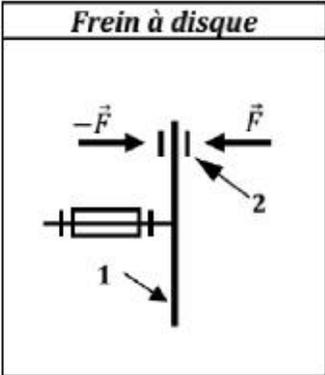
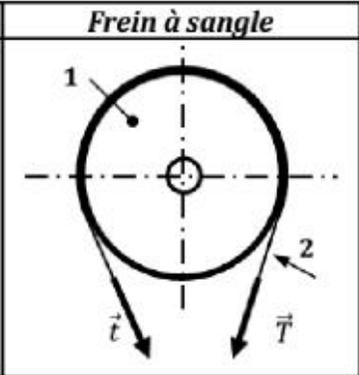
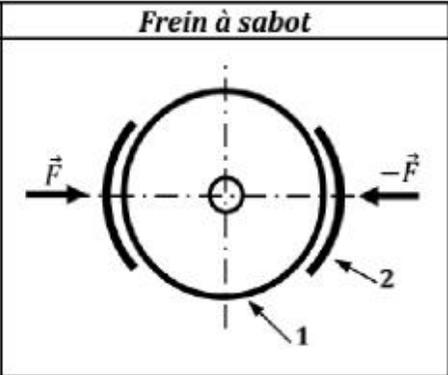
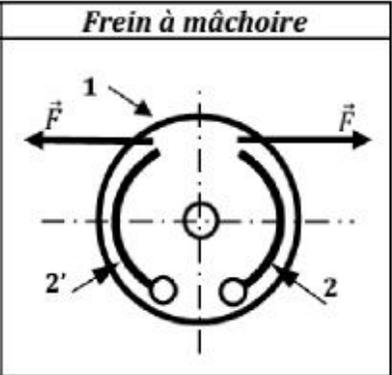
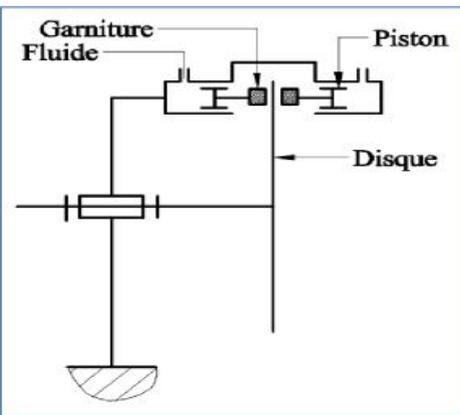
Embrayages progressifs à friction cylindrique Centrifuge A mâchoires



Couple à transmettre

$$C = K \cdot \omega^2$$

$\omega$  en rd/s  
 $K$  constante  
 $C$  en m.N

	<i>Frein à disque</i>	<i>Frein à sangle</i>	<i>Frein à sabot</i>	<i>Frein à mâchoire</i>
				
LES FREINS	<p style="color: red; text-align: center;"><b>Frein à disque à étrier</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>Frein à tambour</b></p> 