



Université Echahid Hamma Lakhder d'EL-OUED

Faculté de la Technologie

Département de Génie Mécanique



# ***Coures Notions d'éléments de machine***

Licence Académique

Génie Mécanique

Spécialité : *Énergétique*

***Enseignant : BOUSBIA.S.S***

**Licence Académique**  
**Génie Mécanique**  
**Spécialité : Énergétique**

**Matière : Notion d'éléments de machines**

**Semestre : 5**

**Unité d'enseignement : UED 3.1**

**Crédits : 1 Coefficient : 1**

**Mode d'évaluation : Examen : 100%.**

**Objectifs de l'enseignement :**

Fournir aux étudiants une formation scientifique et technologique dans le domaine de la construction mécanique et cela par la connaissance des éléments et pièces de machines standards, utilisés dans la construction des structures mécaniques, leur normalisation ainsi que la transmission mécanique de puissance.

**Connaissances préalables recommandées :**

Dessin Industriel, R.D.M., fabrication mécanique.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Introduction**

Généralité (la Construction mécanique, Etude de la conception, Coefficient de sécurité, Normes, Economie, Fiabilité)

**Chapitre 2 : Les assemblages filetés**

Vis, Boulons, goujons, calcul de résistance (Cisaillement, matage, flexion, serrage d'un système hyperstatique, ...)

**Chapitre 3 : Engrenages**

Engrenage cylindrique (dentures droite et hélicoïdale), Engrenage conique (denture droite et hélicoïdale), vis sans fin.

**Chapitre 4 : Transmission de mouvement (calcul et dimensionnement)**

Paliers et butées lisses, Paliers et butées à roulements, Roues de friction, Courroies, Chaines, ...  
Soudage (Différents types de soudures, Calcul des soudures : en bout, a clin, a couvre joint, cylindrique, charge dynamique etc...)

# Chapitre I Introduction et notions élémentaires

## 1) Introduction

### 1- Les éléments de machine.

Sont pièces constituant des machines des appareils outils dispositif et ayant soit la même forme soit une similaire.

### 2- System mécanique:

sont des ensembles de pièces assurant des fonctions

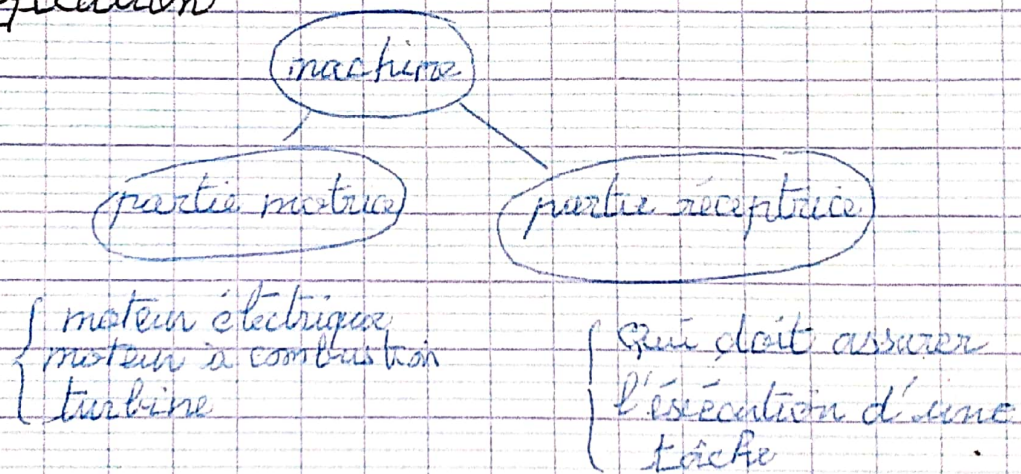
### 3- Construction mécanique:

C'est l'ensemble des activités technique liées à la conception de la machine

### 4 mécanisme

C'est un organisme de transmission du mouvement ou de puissance d'une pièce de mécanisme ou autre

### 5 Classification



\* Elements de liaison: vis, rivets, ressorts

\* Elements de transmission: roulements, axes, engrenages

\* Elements de conduite de fluide: tuyaux robinets, vannes

### 6. Normes et standard technique:

une norme technique est un référentiel publié par un organisme de normalisation officiellement agréé par un état (comme AFNOR) ou traité international

comme (ISO) ⇒ (Organisation International de Normalisation.

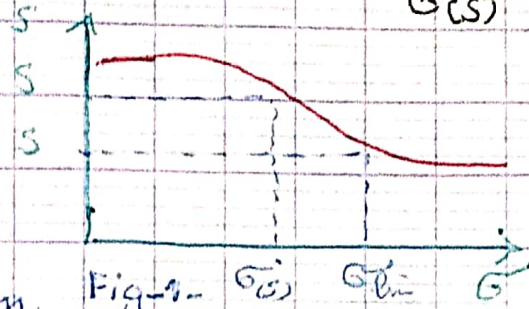
### 7. Coefficient de securité :

C'est le rapport de contrainte limitée sur la contrainte appliqué ou pratique  $FS = \frac{\sigma_{lim}}{\sigma(s)}$

la courbe representant de la probabilité de résistance d'une pièce

(fiabilité) "s" en fonction

de la contrainte appliqué  $\sigma$  est donné dans Fig. 1



### 8. Fiabilité :

un system fiable lorsque la probabilité de remplir sa mission sur la durée donnée

\* la fiabilité est étude des défaillances des system d'un point de vue statistique.

# Chapitre II : liaison démontable (assemblage par éléments filetés)

## 1. Introduction

Les éléments filetés comptent parmi les organes les plus utilisés en construction des machines. un filetage est obtenu par l'exécution d'une ou plusieurs rainures hélicoïdales sur la partie externe ou interne d'une pièce cylindrique.

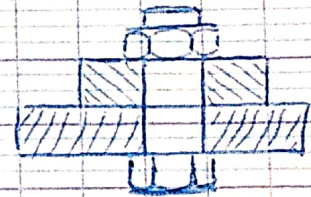
\* un système boulonnerie (vis - écrou) est assuré par une liaison démontable rigide en serrant entre la tête de vis et l'écrou.

## 2. Utilisation d'un ensemble fileté:

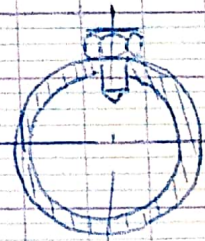
### Utilisation

### Figure

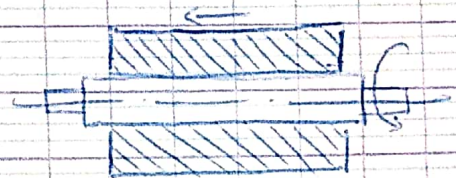
(a) assurer une liaison complète rigide démontable entre les pièces (il est par D.D.L)



(b) assurer une liaison partielle rigide (un seul D.D.L)



(c) transformer le mouvement  
MR → MT



## 3. Caractéristiques de filetage:

Figure 1.1

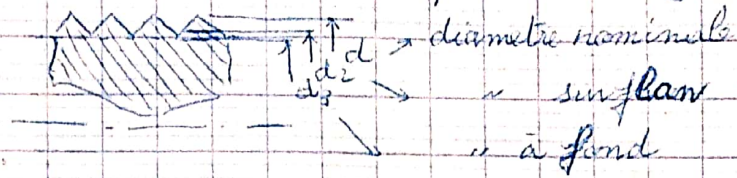
\* Diamètre nominale pour vis le diamètre "d"  
~ écrou ~ "D"

D.D.L  
degré de liberté

M.R  
mouvement de rotation

M.T  
mouvement de translation

Le pas : c'est la distance entre deux points homologues  
 Les diamètres



$$z = \frac{l}{p} - 1$$

$z$ : Nombre des dents (filetés)  
 $l$ : Longueur de vis (m.m.)  
 $p$ : Le pas (m.m.)

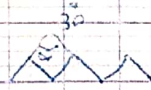
$$\frac{m \cdot h}{\pi \cdot d_2}$$

$$\tan \alpha = \frac{p}{\pi d}$$

$\alpha$ : l'angle de l'hélice (angle d'inclinaison)  
 $d_2$ : diamètre nominal

#### 4) Types des filetage :

1 type filetage triangulaire



$$d_2 = d - 0,61 \cdot p \quad d_3 = d - 0,1226 \cdot p$$

Section A équivalente d'un vis :

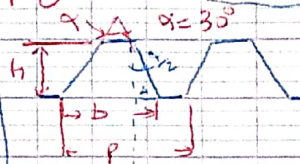
$$A = \frac{\pi}{4} \left( \frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2 \Rightarrow \text{filetage triangulaire}$$

2 type filetage trapézoïdale  $d_2 = d - 0,5 \cdot p$

$$b = \frac{p}{2} + h$$

$$A = h \cdot \tan \frac{\alpha}{2}$$

$$D = \frac{p}{2} + h \cdot \frac{\tan \frac{\alpha}{2}}{2}$$



$$h = d - d_2$$

#### 5) Résistance des matériaux de filets (dents)

5.1 Résistance de matériaux de vis :

Contrainte de cisaillement  $\tau$ ;  $\tau = \frac{F}{K \cdot \pi \cdot d \cdot b \cdot z}$  ( $N/m^2$ )  
 (trapezoïdal)

$$\tau = \tau_s \cdot \frac{3h}{b}$$

Contrainte nominale  $\sigma$ ;  $\sigma = \frac{3 \cdot F \cdot h}{K \cdot \pi \cdot d \cdot b^2 \cdot z}$  ( $N/m^2$ )  
 $F$ : force axiale N

$$\tau_s = F_s \cdot \frac{\sigma_s}{\sigma_s}$$

$d$ : diamètre nominal (mm)

$b$ : largeur de filets (mm)

$h$ : hauteur de filet (dent)

$K$ : FS. (Coefficient de sécurité)

$z$ : nombre des dents (filets)

$$\tau \leq \frac{\sigma}{K}$$

condition

## 5-2 Résistance de matériaux de filets d'écrous.

$$\tau = \frac{F}{K \pi \cdot D \cdot b \cdot z}, \quad \sigma = \frac{3 \cdot F \cdot h}{K \pi \cdot D \cdot b^2 \cdot z}$$

### Exercice 01)

a) Tu vis d'un filetage triangulaire avec caractéristique suivante.

$$T = 42 \times 6, \text{ longueur } l = 70 \text{ mm, } d_2 = d_3 \text{ s.p.}$$

Détermines:

- ① diamètre nominal  $d$
- ② le pas.
- ③ Nombre de filets (dents).
- ④  $d_3$  lorsque  $A = 307,46 \text{ mm}^2$ .

b) Le même vis mais filetage trapézoïdal avec coefficient de sécurité  $K_s = 2$ , la hauteur de filets  $h = 3 \text{ mm}$  et  $F = 32150 \text{ N}$

- calculer
- ① la largeur  $b$  de filet
  - ② la contrainte de cisaillement
  - ③ la contrainte normale.

### Solution

$$\text{a) } T = 42 \times 6$$

$\frac{T}{d \cdot N} \quad L \text{ Pas}$

$$\text{③ } z = \frac{l}{P} - 1 = \frac{70}{6} - 1 = 10,66 \text{ dents} = 10 \text{ dents}$$

$$\text{④ } A = \frac{\pi}{4} \cdot \left( \frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2 = 2 \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} - d_2 = d_3 = 2 \sqrt{\frac{4 \times 307,46}{3,14}} = 35,4 =$$

$$d_3 = 32,59 \text{ mm}$$

$$\text{II } b = \frac{P}{2} + h \tan \frac{\alpha}{2} = 3,80 \text{ mm}$$

$$\tau = \frac{F}{K \pi \cdot d \cdot b \cdot z} = 3,20 \text{ N/mm}^2$$

La contrainte nominale

$$\sigma = \tau \cdot \frac{3h}{b} = 7,57 \text{ N/mm}^2 \quad \text{car } 3,20 < \frac{7,57}{2} < K$$

Ex 2:

a) Lames d'un filtage trapézoïdale.

Tr 6x8, longueur  $l=82$ ,  $K=1,82$ , la hauteur  $h$ , et  
F force

1) Déterminez  $d$ ,  $P$ ,  $Z$

2) Calculer la largeur de filets ( $b$ )

3) lorsque  $\tau = 2,82 \text{ N/mm}^2$ , calculez la force axiale maximale

4) Calculer la contrainte normale.

Solution:

1)  $d = 62 \text{ mm}$ ,  $P = 8$ .

$$Z = \frac{l}{P} - 1 = \frac{82}{8} - 1 = 9 \text{ dents}$$

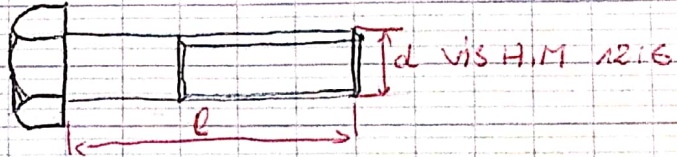
$$b = \frac{P}{2} + h \tan \alpha/2 \Rightarrow h = 62 - d = 2 \Rightarrow d = 62 - 2 = 60 \text{ mm}$$

$$h = d - d_2 = 8/2 \Rightarrow d_2 = 56 \text{ mm}$$

$\tau$

b) Désignation des boulons (assemblage vis-écrou)

a) Vis: pièce constituée d'un tige fileté sur tout ou partie de sa longueur,  $d$ , forme de filets,  $P$  forme de tête,  $L$  longueur de filtage.



Désignation

vis	H	M	10	50	8.8	— qualité
-----	---	---	----	----	-----	-----------

Désignation  
forme de tête

Filage métrique

diamètre longueur

$$A = \frac{\pi}{4} \left( \frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2$$

b) Écrou: pièce torçante constituée d'un filtage intérieur de tout sa longueur,  $D$  forme d'écrou,  $e$  épaisseur de l'écrou.

Désignation

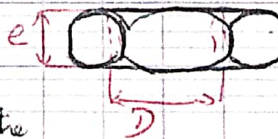
écrou	H	M	10
-------	---	---	----

Désignation  
d'éléments

forme d'écrou

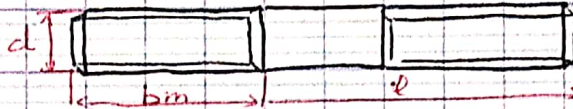
Diamètre  
 $D$

Filage métrique





c) Graison: tige filetée, c.a.d. comportant un filetage à ses deux extrémités.



Désignation:

Graison M 10 G0 b10

Désignation d'élément  
filetage métrique

diamètre

longueur

longueur d'implantation

② Calcul des éléments filetés:

7.1 Dimensionnement de éléments filetés

Considérons un assemblage par vissage de deux pièces, le serrage est assuré par la force  $F$ . cette force a une action d'un côté sur la tige de la vis et l'autre côté sur les filets

$$\left\{ \sigma = \frac{F}{S} \right\} \cdot \left\{ S = \frac{\pi d^2}{4} \right\} \cdot \left\{ K_c = 2,5 \right\}$$

$S$ : section du moyeu de tige  
 $K_c$ : coefficient de concentration de contrainte  $K_c = 2,5$  (pour des filetages)

$\sigma$ : sollicitation d'extension

$$\tau = \frac{F}{S_f}$$

$$S_f = \pi d \cdot l$$

$S_f$ : section cisaillement

$\tau$ : sollicitation de cisaillement (contrainte  $N/mm^2$ )

$$\sigma_{max} \leq \frac{R_e}{K}$$

$$\tau_{max} \leq \frac{R_{p0.2}}{K}$$

$R_e$ : la limite élastique  
 $R_{p0.2}$ : résistance à la rupture  
matériau fabriqué

• Valeur minimale du diamètre  $d_{min}$

$$d_{min} = \sqrt{\frac{F \cdot K_c \cdot K}{\pi \cdot R_e}}$$

• Nombre minimale du filets:  $z_{min}$

$$z_{min} = N = \frac{F \cdot K}{\pi \cdot d \cdot l \cdot R_{p0.2}}$$

$$z_{min} = \frac{J_{min}}{l}$$

• l'implantation minimale  $J_{min}$

$$J_{min} = \frac{F \cdot K}{\pi \cdot d \cdot R_{p0.2}}$$

Exo 1:

vérifier la résistance à l'extension de la tige d'une vis HM 12.9C fabriquée d'un matériau dont  $R_e = 240 \text{ MPa}$ , et bloquée à une force  $18000 \text{ daN}$ , sachant que cette vis a visée dans un matériau dont  $R_{p0.2} = 40 \text{ MPa}$

Déterminez l'implantation minimale /  $K = 2$

Solution:

vérification de la résistance d'extension

$$\frac{C \cdot F}{\pi \cdot S_f} \leq S_{fs}$$

$$\sigma = \frac{F}{S} \quad S = \frac{\pi d^2}{K_e} \Rightarrow S = \frac{3,14 \cdot 12^2}{2 \cdot 15} = 180,9 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{\text{min}} = \frac{18000}{180,9} = 99,5 \quad \text{vérifier } \sigma_{\text{max}} \leq \frac{240}{2} = 120$$

$$99,5 \leq 120$$

$$J_{\text{min}} = \frac{18000 \cdot 2}{3,14 \cdot 12 \cdot 40} = 23,89 \text{ mm}$$

$$J_{\text{min}} = ? \Rightarrow \sqrt{\frac{F \cdot K_e \cdot K}{\pi \cdot R_e}} = \sqrt{\frac{18000 \cdot 2 \cdot 2}{3,14 \cdot 240}} = 10,92 \text{ mm}$$

$$\textcircled{1} z_{\text{min}} = \frac{F \cdot K}{\pi \cdot d \cdot R_{p0.2}} = \frac{18000 \cdot 2}{3,14 \cdot 10,92 \cdot 40}$$

$$\textcircled{2} z_{\text{min}} = \frac{l}{p} - A \Rightarrow z_{\text{min}} = \frac{18000 \cdot 2}{3,14 \cdot 12 \cdot \frac{40}{96} \cdot \frac{96}{2m-1}} = \frac{36000 \cdot (2m-1)}{144,59}$$

$$= 248,39 \cdot (2m-1) = 1,004$$



© Couple de serrage :

$$C_d = F \cdot r_m \tan(\varphi_s - \beta)$$

$$C_d = F \cdot \left( \frac{d}{2} \mu' - \frac{p}{2\pi} \right)$$

Exon:

Déterminez le couple de serrage et de desserrage d'un vis de filtrage triangulaire :  $T_r = 10,15$ , en admettant que toutes les surfaces de contact sont acier-acier  $\rightarrow (\mu = 0,14)$   $\alpha = 6^\circ$

\* Calculer  $\varphi_s$ ,  $\varphi_d$  lorsque  $F = 2200 \text{ daN}$ .

Solution :

$$C_s = F \left( \frac{p}{2\pi} + \frac{d}{2} \mu' + R_m \mu \right)$$

$$\mu' = \frac{\mu}{\cos \beta} = 0,16 \quad R_m = 0,7 d = 7 \text{ mm}$$

$$C_s = F \left( \frac{1,5}{2 \cdot 3,14} + 5 + 0,16 + 7 \cdot 0,14 \right) = 2,01 F$$

$$C_d = F \left( \frac{d}{2} \cdot \mu' - \frac{p}{2\pi} \right) = F \left( \frac{10}{2} \cdot 0,16 - \frac{1,5}{2 \cdot 3,14} \right)$$

$$= F(0,8 - 0,23) = 0,56 F$$