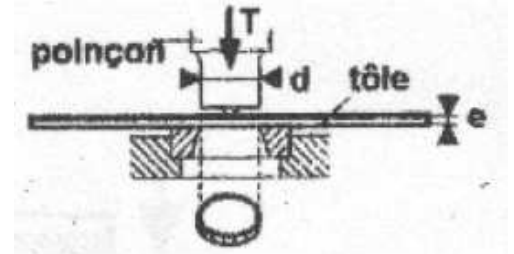


## CISAILLEMENT

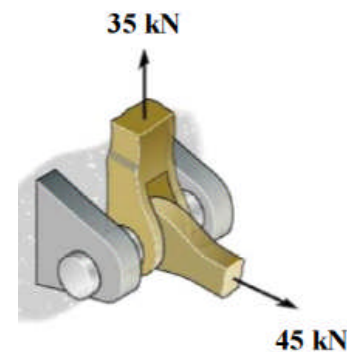
**Exercice 1**

Il s'agit de poinçonner une tôle d'épaisseur, de résistance à la rupture par cisaillement  $\tau_p$ , à l'aide d'un poinçon de diamètre  $d$  et de résistance pratique à la compression  $\sigma_p$ .

Déterminer la relation qui doit lier  $e$  et  $d$  pour que l'opération soit possible.

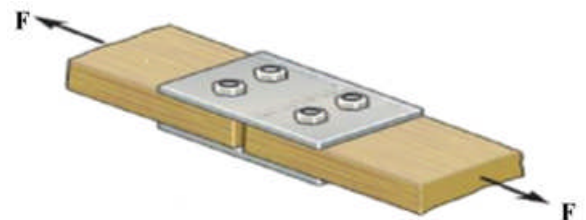
**Exercice 2**

Déterminer la contrainte de cisaillement maximale dans la goupille. On donne le diamètre de la goupille  $d = 35$  mm

**Exercice 3**

Deux barres chargées en traction par une force  $F = 70$  KN sont assemblées en utilisant deux plaques rectangulaires et quatre boulons.

Déterminer le diamètre des boulons d'un joint boulonné, si la contrainte limite de cisaillement est 400 MPa et le facteur de sécurité utilisé est 3.

**Exercice 4**

Un arbre (1) transmet un mouvement de rotation à un moyeu (2) par l'intermédiaire d'une clavette (3).

L'arbre de diamètre  $d=32$  mm est en acier XC 18 pour lequel

$R_e=265$  MPa. Le couple transmis a pour valeur  $M=65$  Nm.

La clavette a pour dimensions transversales  $10 \times 8$ . L'acier de la

clavette est E24 pour lequel  $\tau_e = 108$  MPa.

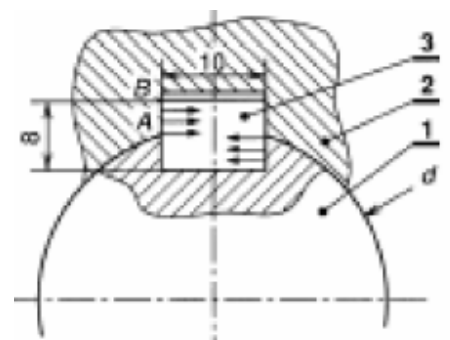
Le coefficient de sécurité choisi est  $s=3$ . La pression maximale admissible sur le flanc AB du contact clavette-moyeu est  $P_m = 30$  MPa.

On donne  $AB = 4$  mm. On admet que la résultante  $F^{\rightarrow}$  des actions mécaniques de contact sur le flanc de la clavette est perpendiculaire à la surface de contact à la distance  $d/2$  de l'axe de l'arbre.

1. Calculer la norme de  $F^{\rightarrow}$

2. A partir de la condition de résistance de non matage, déterminer la longueur minimale de la clavette.

3. Vérifier la longueur de la clavette à partir de la condition de résistance au cisaillement de celle-ci. Conclure.



## SOLUTIONS

## Exercice 1

Surface cisailée :  $S = \pi.d.e$       Effort exercé par le poinçon sur la tôle :  $T$

Deux conditions doivent être revéfiées :

a) Le poinçon doit résister en toute sécurité a la compression (la tôle réagit sur le poinçon) :

$$T \left( \frac{\pi.d^2}{4} \right) \leq \sigma_P$$

b) La tôle doit céder sous l'effort tranchant  $T$  :  $T \geq \pi.d.e.\tau_P$

$$\Rightarrow \pi.d.e.\tau_P \leq \left( \frac{\pi.d^2}{4} \right) \sigma_P \Rightarrow d \geq 4.e \left( \frac{\tau_P}{\sigma_P} \right)$$

Exemple : tôle en acier doux,  $\tau_P = 200 \left( \frac{N}{mm^2} \right)$ , et un poinçon en acier trompé  $\sigma_P = 400 \left( \frac{N}{mm^2} \right)$

Réponse :  $d \geq 2.e$

## Exercice 2

Calcul la résultante de la force dans la goupille :

$$F = \sqrt{(35)^2 + (45)^2} = 57 \text{ KN}$$

Dans ce cas, nous avons double cisaillement

$$T = \frac{F}{2} = 35,5 \text{ KN}$$

La section de la goupille est :

$$S = \frac{\pi(d^2)}{4} = \frac{\pi(35^2)}{4} = 961,6 \text{ mm}^2$$

La contrainte de cisaillement est :

$$\tau_c = \frac{T}{S} = \frac{35,5 * 10^3}{961,6} = 39 \text{ MPa}$$

**Exercice 3**

Diamètre des boulons :

La contrainte de cisaillement admissible est :

$$[\tau] = \frac{\tau_{\acute{e}}}{n_s}$$

Avec

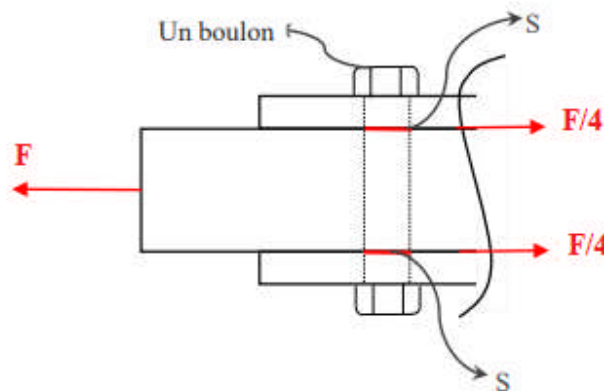
$[\tau]$ : Contrainte de cisaillement admissible.

$\tau_{\acute{e}}$  : Contrainte de cisaillement limite.

$n_s$  : coefficient de sécurité.

$$\frac{\tau_{\acute{e}}}{n_s} = \frac{F}{S}$$

Il est à noter que de chaque côté de la section, il y a quatre surfaces qui résistent à la force de traction  $F$  (car il y a deux boulons dans lesquels chaque boulon a deux surfaces qui résistent à une force de  $F/4$ ) "voir la figure ci-dessous"



$$\frac{\tau_{\acute{e}}}{n_s} = \frac{F}{4S} = \frac{F}{4 \cdot \frac{\pi d^2}{4}} = \frac{F}{\pi d^2}$$

$$d = \sqrt{\frac{F \cdot n_s}{\pi \tau_{\acute{e}}}} = \sqrt{\frac{70 \cdot 10^3 \cdot 3}{3,14 \cdot 400}}$$

$$d = 12,83 \text{ mm}$$

## Exercice 4

1) Si M est le couple transmis :

$$M = \|\vec{F}\| \frac{d}{2} \quad \text{d'où } \|\vec{F}\| = 4062.5 \text{ N}$$

2) Soit p la pression au contact clavette-moyeu ; la condition de non matage est :

$$P \leq P_m \quad \text{avec} \quad P = \frac{\|\vec{F}\|}{S_m}$$

$S_m$  est la surface de matage :  $S_m = AB \times L = 4L$

Donc :

$$\frac{\|\vec{F}\|}{4\ell} \leq P_m \quad \text{et} \quad \ell \geq \frac{\|\vec{F}\|}{4P_m}$$

Soit  $\ell \geq \frac{4062,5}{4 \cdot 30} = 33,85 \text{ mm}$

3) Condition de résistance au cisaillement :

$$\tau_{\text{moy}} \leq \tau_p$$

$$\tau_p = \frac{\tau_e}{S} = \frac{108}{3} = 36 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\text{moy}} = \frac{T}{S_C} \quad T = \|\vec{F}\| \quad \text{et} \quad S_C = 10 \times \ell$$

$$\Rightarrow \frac{\|\vec{F}\|}{10\ell} \leq \tau_p \quad \Rightarrow \ell \geq \frac{\|\vec{F}\|}{10\tau_p}$$

Soit  $\ell \geq \frac{4062,5}{360} = 11,28 \text{ mm}$

**Remarque :**

Comme on le voit sur ce calcul, la condition de non matage conduit à choisir une clavette plus longue. Bien que travaillant au cisaillement, on doit toujours calculer une clavette d'après la condition de non matage.