

Pressions de contact entre solides

Dans tous les mécanismes, la transmission des efforts en fonctionnement se fait par l'intermédiaire des surfaces de liaison entre les solides. On va rechercher quelques modèles simples dans le cas d'un contact où la surface commune est petite (contact étroit) et dans celui où elle est grande (contact large ou étendu).

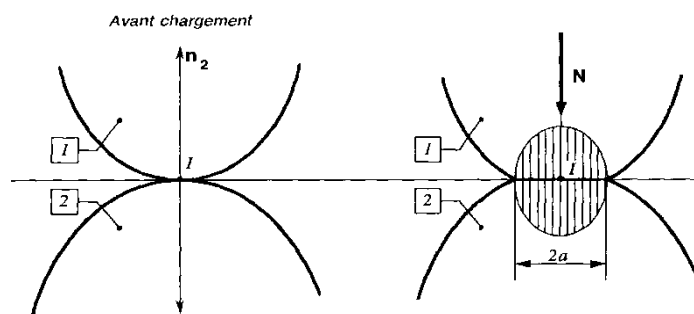
Ces modèles permettront d'estimer les contraintes de surface de manière à les comparer à des valeurs (pression conventionnelle de contact) déterminées empiriquement dans des cas similaires et dans certains cas de déterminer les contraintes au sein des matériaux.

L'objectif final reste pour le concepteur le dimensionnement des liaisons.

1- Contact étroit, ponctuel ou linéique

Deux solides sont en contact ponctuel ou linéique lorsqu'ils sont tangents en un point ou suivant un segment de droite.

La théorie de Hertz permet d'évaluer les déformations des deux solides en contact ainsi que la pression de contact engendrée sur les deux solides. Cette pression est comparée aux modules d'élasticité des matériaux.

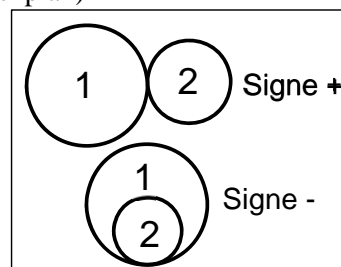


On donne ci-dessous un exemple de calcul de la pression de contact : (Extrait BTS Productique 2003)

$$p = 0,418 \sqrt{\frac{\|\vec{R}\| \cdot E_e}{r_r \cdot l}}$$

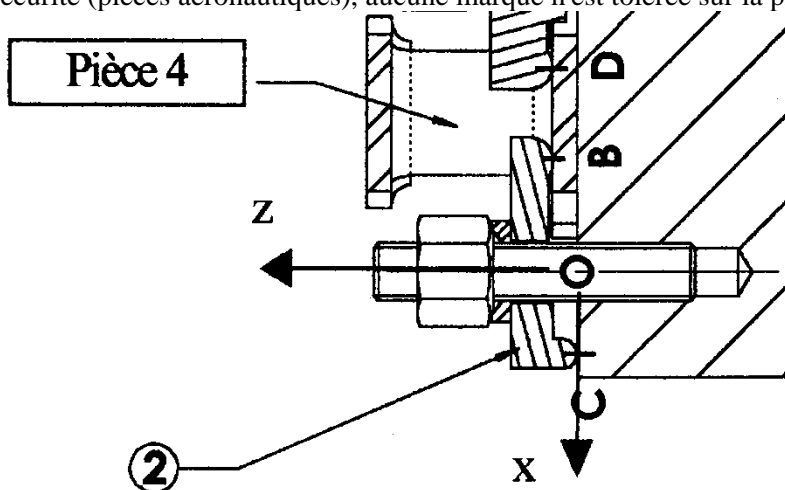
avec :

- p : pression de contact (MPa)
- $\|\vec{R}\|$: norme de la résultante des efforts au contact de la pièce (N)
- r_r : rayon de courbure relatif au niveau du contact (mm) avec
 - $\frac{1}{r_r} = \left| \frac{1}{r_1} \pm \frac{1}{r_2} \right|$
 - r_1 : rayon de courbure du cylindre 1 (= ∞ si plan)
 - r_2 : rayon de courbure du cylindre 2 (= ∞ si plan)
 - signe + pour la tangence extérieure
 - signe - pour la tangence intérieure
- E_e : Module d'élasticité équivalent (MPa) avec :
 - $\frac{1}{E_e} = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{1}{E_1} + \frac{1}{E_2} \right)$
 - E_1 : Module d'élasticité du matériau 1
 - E_2 : Module d'élasticité du matériau 2
 - Exemples
 - E_{acier} : 210 000 MPa
 - E_{alu} : 75 000 MPa
- l : longueur de contact (mm)



Exemple :

On trouve ci-contre une vue du montage d'usinage qui permet d'usiner la pièce 4.
Pour des raisons de sécurité (pièces aéronautiques), aucune marque n'est tolérée sur la pièce.



Question : Déterminer la pression de contact en B entre la pièce 4 et la pièce 2. Conclure sur les risques de marquage de la pièce.

Données :

- pression admissible sur la pièce est $P_{adm} = 180 \text{ MPa}$
- rayon de contact au point B : $r = 5 \text{ mm}$
- effort de serrage sur la pièce : $\|\vec{R}\| = 5\,500 \text{ N}$
- longueur de contact en B : $l = 7 \text{ mm}$
- matériau bride : acier
- matériau pièce : alliage aluminium



2- Contact large (large ou étendu)

Lorsque l'étendue de la surface nominale devient importante, le contact entre les pièces se fait de manière aléatoire sur les aspérités. Quantifier avec précision les pressions réelles reste un problème non résolu.

21- Modèle : pression uniforme

Ce modèle suppose que la répartition de pression de contact est uniforme sur toute la surface de contact. Il est bien entendu très approché.

On calcule la pression de contact en divisant l'effort transmis par la surface de contact et on compare à des pressions usuelles.

Exemple (Extrait BTS IPM)

Dans les trois cas suivants, évaluer l'effort maximum sur les appuis A, B et C à ne pas dépasser.

Hypothèses :

- Pression de contact uniforme sur une petite surface de pièce au niveau des appuis A, B et C

Données :

- Pression de matage admissible : 80 MPa

Situation	Modèle géométrique	Solution
Appui A Appui par plot sur le pourtour d'une pièce		
Appui B Appui situé sous centreur court		
Appui C Appui situé sous le locating		

22- Pressions conventionnelles utilisées couramment

Dans un mécanisme, elles sont intimement liées aux conditions de montage et de fabrication, et en particulier à l'isostatisme de la chaîne cinématique qui assure une bonne répartition des pressions de contact.

a) Pression de matage pour les clavettes parallèles

Conditions de fonctionnement (clavette en A 60)	Pression (MPa)
Assemblage fixe	30 à 115
Déplacement sans charge	12 à 40
Déplacement sous charge	3 à 15

b) Pression de matage pour les cannelures

Conditions de fonctionnement	Pression (MPa)
Sans mouvement relatif - sans choc	100 à 200
- avec choc	30 à 100
Avec mouvement relatif sans charge - sans choc	50 à 100
- avec choc	20 à 60
Avec mouvement relatif sous charge - sans choc	10 à 30
- avec choc	3 à 15

Exemple

Calculer l'effort transmissible par une clavette de longueur 12 mm avec :

$$d=16 - a=5 - b=5 - j=13 - k=18,3$$

(l'assemblage est fixe)

