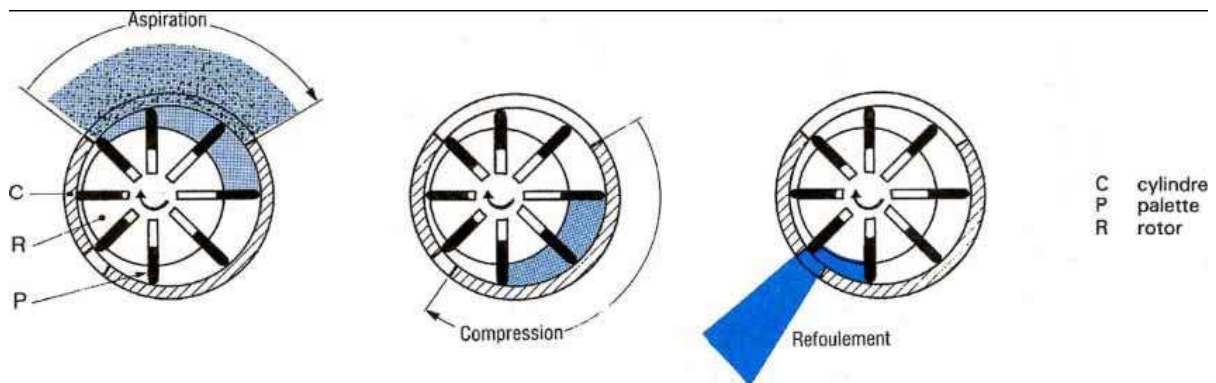


## EXAMEN DE MECANIQUE DES SURFACES (Déc. 2007)

Durée 3 h (Tous documents autorisés)

L'étude porte sur le contact entre les palettes et le cylindre d'un compresseur à palettes dont le principe de fonctionnement est présenté sur la figure 1. Ce compresseur étant destiné à fonctionner avec différents fluides gazeux (air, Azote sec,...), le constructeur souhaite proposer 2 modèles suivant la nature du fluide à comprimer.



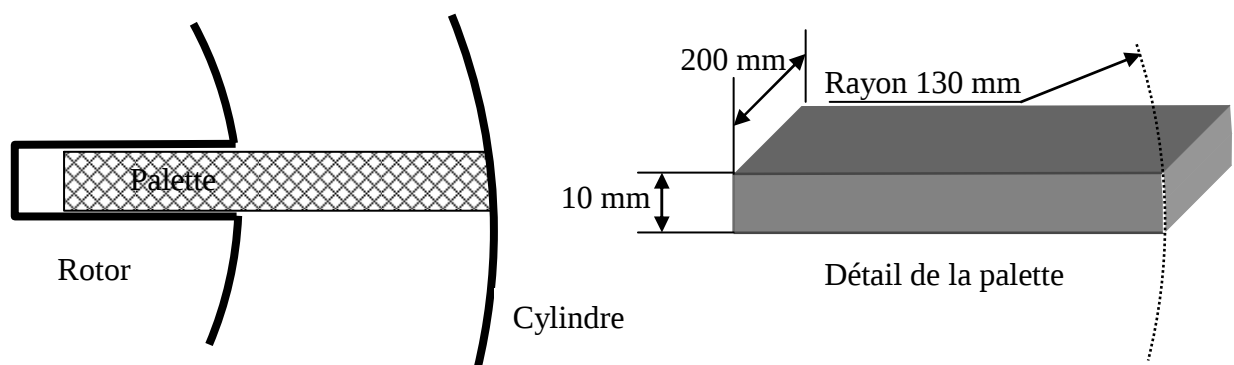
**Figure 1** : Principe de fonctionnement du compresseur

Comme le montre la Figure 1, les palettes peuvent glisser dans les rainures aménagées dans le rotor et sont appliquées au cylindre **par la force centrifuge**. Les données de fonctionnement sont les suivantes : le diamètre du cylindre est de 260 mm, sa profondeur (dans la direction perpendiculaire au plan de la figure 1) est de 200 mm. Sauf mention contraire, la vitesse de rotation du rotor est de 900 tr/mn.

On s'intéresse au contact entre les palettes et le cylindre. Le sujet comporte 2 problèmes indépendants. L'ensemble des données matériaux indispensables aux applications numériques est en fin de document.

### Problème 1 : Étude du contact sec (10 points)

Dans ce problème, on considère que la présence de traces d'huile est inacceptable pour le fluide comprimé. De ce fait, le constructeur de compresseur propose une première conception avec une lubrification en phase solide conforme au schéma de contact présenté en Figure 2. Les palettes sont en polymère de type Polyamide 6/6, renforcé par des fibres de verre et comportant du PTFE. Avec ce matériau, la force normale au contact est de 125 N. On accepte une usure des palettes de 10 mm maximum.

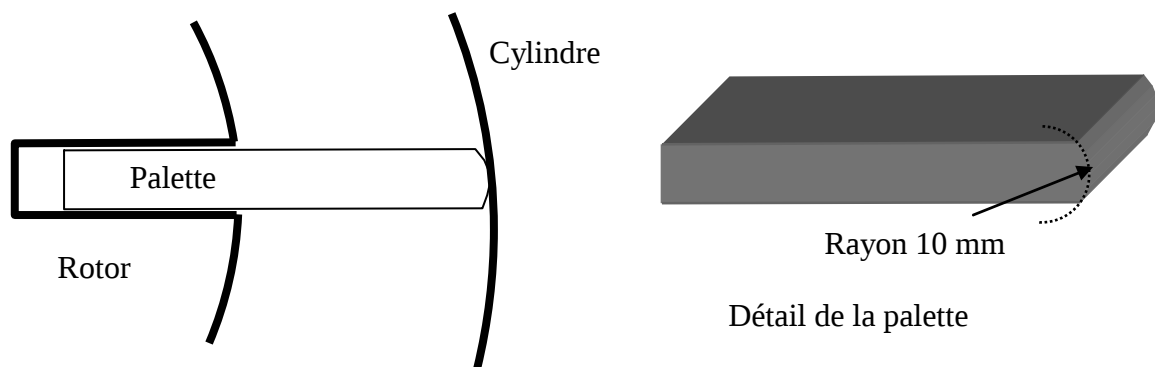


**Figure 2** : Schéma du contact pour les palettes en polymère fonctionnant à sec

- 1 Préciser le mode de contact et calculer la vitesse de glissement.
- 2 Calculer la puissance dissipée par le frottement d'une palette.
- 3 Après analyse de la puissance spécifique (pv), indiquer si cette conception est réaliste.
- 4 En utilisant la loi d'Archard, déterminer la durée de vie du dispositif. Préciser si l'usure est néfaste au fonctionnement du dispositif.
- 5 Le constructeur envisage de passer la vitesse à 600 tr/mn. Après actualisation de la vitesse de glissement et de l'effort de contact, préciser le changement de durée de vie.

### Problème 2 : Étude du contact lubrifié (10 points)

Dans ce problème, on considère que la présence de traces d'huile est, cette fois, acceptable pour l'application visée. De ce fait, le constructeur de compresseur a retenu, pour ce modèle, une lubrification par un film d'huile avec le schéma du contact présenté en Figure 2. Les palettes sont dans un premier temps en matériau polymère identique à celui utilisé dans la le 1<sup>er</sup> problème (la force normale est alors de 125 N).



**Figure 2 :** Schéma du contact pour le compresseur lubrifié par huile

- 1 Préciser le mode de contact et le principe de lubrification de ce contact.
- 2 Calculer l'épaisseur de film d'huile.
- 3 Proposez un procédé d'usinage pour le cylindre en fonte sachant que le polymère a un  $R_a$  de  $0,4 \mu\text{m}$ .
- 4 Que devient l'épaisseur de film d'huile si la vitesse de rotation passe à 600 tr/mn.
- 5 Pour le compresseur fonctionnant à 900 tr/mn, un autre avant projet préconise l'utilisation de palettes en Bronze. Justifier une force normale au contact augmentée d'un facteur 7,5 (par rapport à des palettes en polymère) et calculer la modification d'épaisseur de film d'huile causée par le changement de matériau sur la palette. Comparer les 2 configurations ?

### Données matériaux pour l'ensemble des questions :

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Polyamide 6.6 + PTFE</b> (palette problème 1) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Masse volumique <math>\rho = 1,15 \text{ kg/dm}^3</math></li> <li>- Taux d'usure <math>k = 10^{-6} \text{ mm}^3/(\text{N.m})</math></li> <li>- Facteur de frottement PA 6.6/ Fonte <math>\mu = 0,15</math></li> <li>- Module d'élasticité <math>E = 6 \text{ GPa}</math></li> <li>- Coefficient de poisson <math>\nu = 0,3</math></li> </ul> | <b>Fonte</b> (Cylindre) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Masse volumique <math>\rho = 7,25 \text{ kg/dm}^3</math></li> <li>- Module d'élasticité <math>E = 120 \text{ GPa}</math></li> <li>- Coefficient de Poisson <math>\nu = 0,3</math></li> </ul>               |
| <b>Huile minérale sans additifs extrême pression</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Masse volumique <math>\rho = 0,86 \text{ kg/dm}^3</math></li> <li>- Viscosité dynamique <math>\eta = 20 \cdot 10^{-3} \text{ Pas}</math></li> <li>- Coefficient de piézoviscosité <math>\alpha = 2 \cdot 10^{-8} \text{ Pa}^{-1}</math></li> </ul>                                                                                       | <b>Bronze</b> (palette problème 1 et 2) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Masse volumique <math>\rho = 8,6 \text{ kg/dm}^3</math></li> <li>- Module d'élasticité <math>E = 60 \text{ GPa}</math></li> <li>- Coefficient de Poisson <math>\nu = 0,3</math></li> </ul> |