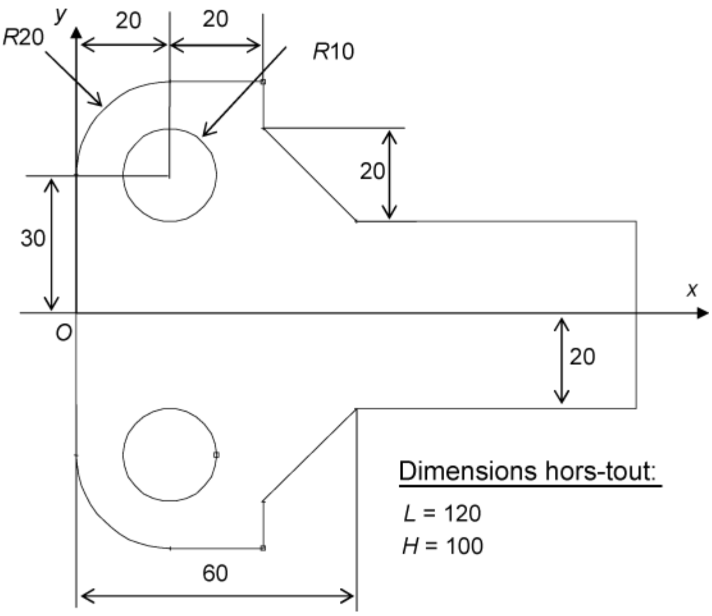
Exercice 1 : **Centre de gravité**

La plaque ci-contre a une épaisseur de 1 mm. Elle est constituée d'un alliage d'aluminium et fait partie des ceintures de sécurité utilisée dans l'aéronautique.
Déterminer son centre de gravité.

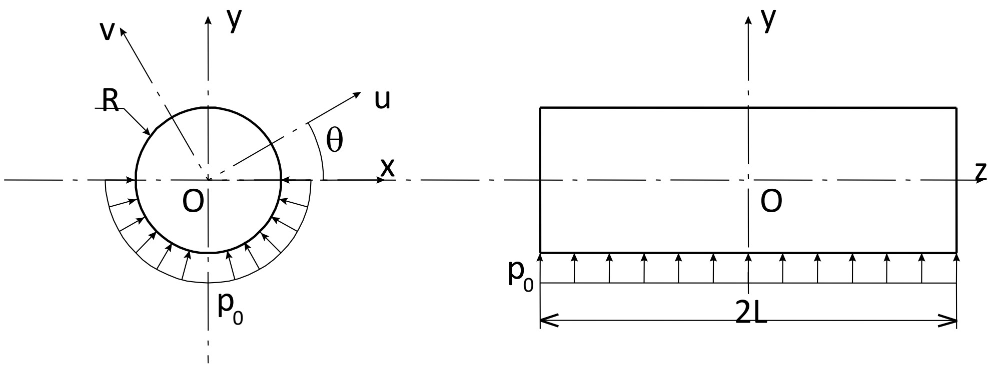


Exercice 2 : **Étude d'une liaison pivot**

On considère une liaison pivot assurée par un contact cylindre-cylindre et un arrêt en translation (non étudié ici). Le contact cylindre-cylindre est réalisé entre un axe 1 glissant dans un alésage 2. On cherche à étudier l'action mécanique de 2 sur 1.

Q1: Quelle est la liaison modélisant un contact cylindre-cylindre d'axe $(O, \vec{z})$. Dans un cas idéal, quel peut être le torseur des actions mécaniques transmissibles par cette liaison, en O.

Partie 1: Le système est immobile
Dans cette configuration, la pression de contact de 2 sur 1 est une constante p_0 sur la surface de contact.

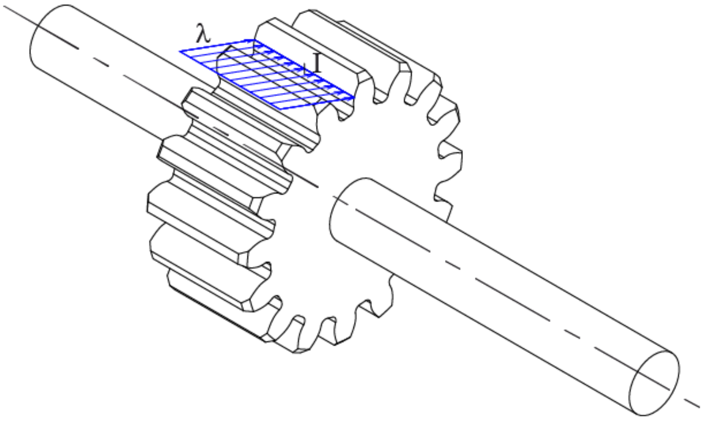


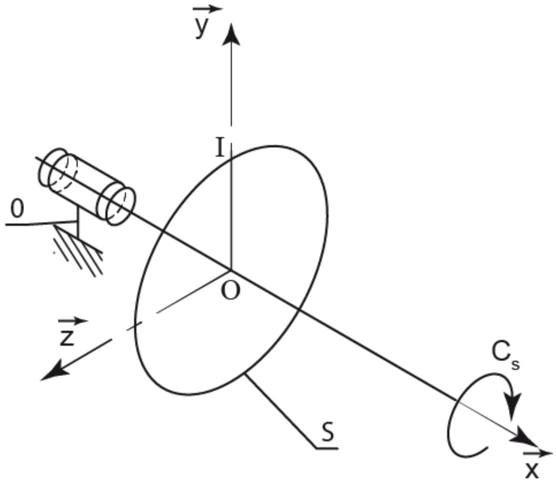
L=30 mm
R=10 mm

Q2: Donner le torseur exprimé en 0 équivalent à cette répartition de pression (on pourra utiliser un système de coordonnées cylindrique).
Q3: la pression de contact maximale admissible avant la rupture de la pièce est de 1 MPa. Quel est l'effort maximal applicable sur cet axe.
Partie 2: Le système est chargé et en mouvement.
Une fois en mouvement ($\overrightarrow{\Omega(2/1)} = \omega_{21}.\vec{z}$), le contact entre 2 et 1 fait apparaître un coefficient de frottement f. La densité surfacique de pression reste la même.
Q4: Déterminer δ, le coefficient de résistance au pivotement dans cette liaison pivot, en fonction de f, L et R.

Exercice 3 : **<u>Arbre de réducteur</u>**

On considère l'arbre de sortie S d'un réducteur à engrange simple. En liaison pivot avec le bâti 0 d'axe $(O, \vec{x})$, cet arbre est en contact avec l'arbre d'entrée E, le long de la ligne de contact $(I, \vec{x})$ entre deux dents, sur une longueur b.





De par la géométrie des dents, le plan tangent au contact en I forme un angle α avec le plan $(\vec{x}, \vec{y})$. La pression linéique au contact est notée λ (constante). Elle forme un angle α avec la direction $\vec{z}$.

Propriétés géométriques : module de l'engrenage : m ; nombre de dents : Z_E et Z_S

Q 1 :

Q 2 : Déterminer $\{F_{E\to S}\}$ en I, en fonction de λ et des propriétés géométriques.

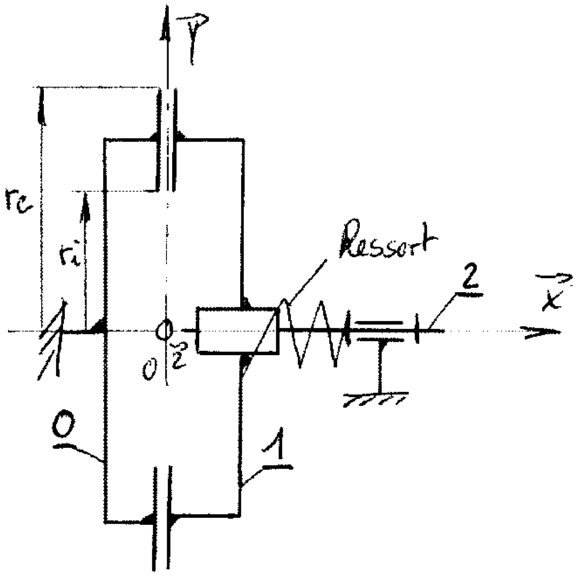
Q 3 : En déduire le couple C_s, en sortie du réducteur, en fonction de l'effort en I

Q 4 : De même, déterminer le couple C_E, en entrée du réducteur, en fonction de l'effort en I. Conclure

Exercice 4 : **<u>Embrayage de voiture</u>**

Un embrayage est un composant qu'on retrouve dans une automobile pour moduler la puissance transmise entre le moteur et la boite de vitesse.
(voir ci-contre).

Pour l'étude de ce composant, on considère le modèle simplifié ci-dessous :



Le ressort applique un effort presseur en O sur **<u>1</u>** :

$$\vec{F} = -F\,\vec{x}$$

Sur la pièce **<u>2</u>** s'applique un couple extérieur : $\vec{C} = C\vec{x}$

On recherche le torseur d'action de contact entre le disque **<u>0</u>** et le disque **<u>1</u>**.

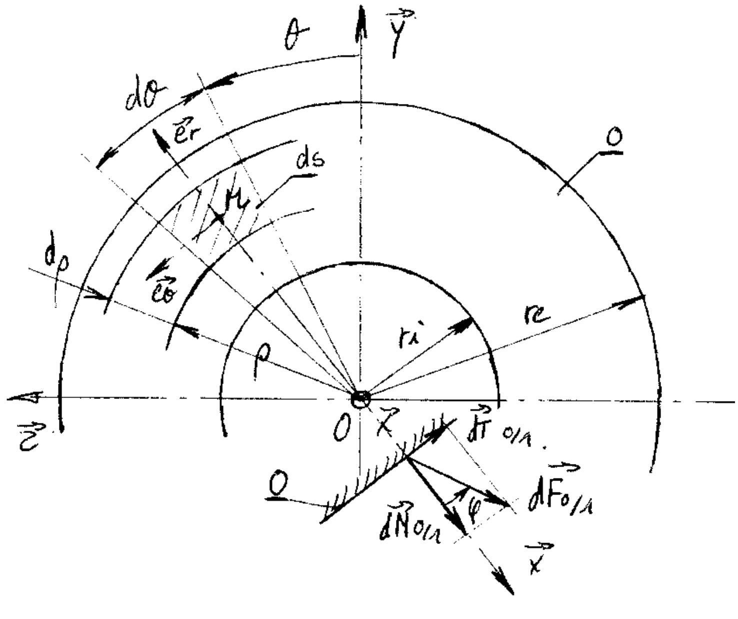
Hypothèses

- On propose un modèle de pression uniforme sur la surface de contact.
- On se place à la limite d'adhérence.

L'effort élémentaire sur ds s'écrit :

$$d\vec{F}_{0\to1} = d\vec{N}_{0\to1} + d\vec{T}_{0\to1}$$

avec tanφ=f : coefficient d'adhérence (ou de frottement statique) entre **<u>0</u>** et **<u>1</u>**.

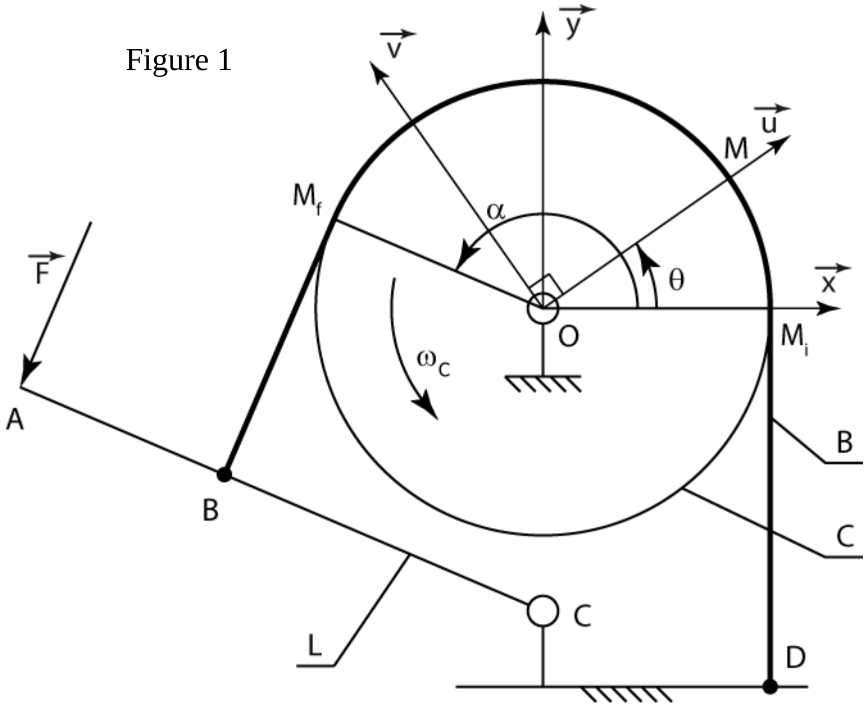


Q 5 : Déterminer la pression de **<u>0</u>** sur **<u>1</u>**.
Q 6 : Exprimer l'effort tangentiel élémentaire au point M du disque, à la limite de glissement.
Q 7 : Déterminer le couple maximal transmissible de **<u>0</u>** sur **<u>1</u>**.
Q 8 : Tracer la courbe du couple maximal transmissible en fonction de l'effort presseur.
Q 9 : Tracer la courbe du couple transmissible en fonction du couple à transmettre.
Q 10 : Proposer deux autres applications fonctionnelles de ce principe technique.

Exercice 5 : **Frein à Bande**

Le système présenté figure 1 est un frein à bande, utilisé par exemple pour le « frein à main » d'une automobile.
Une bande **B** est enroulée autour d'un cylindre **C**. Le contact entre ces deux éléments présente un frottement de coefficient f.
Un levier **L** applique la tension nécessaire à la bande.

Figure 1



Notation :
AB= l_1
BC= l_2
OM=R
α : l'angle d'enroulement de la bande
T: la tension de la bande en M_i
t : la tension de la bande en M_f
$\tau(\theta)$: la tension de la bande en un point M, défini par l'angle θ.

1. Déterminer la relation entre F, l'effort de commande, et T.

La figure 2 présente un élément de bande en M, de longueur $Rd\theta$. Il est soumis à quatre efforts :

- L'action de **C** sur **B** : $\overrightarrow{Fn}$ et $\overrightarrow{Ft}$
- La tension en $(\theta - d\theta/2)$: $\tau - d\tau/2$
- La tension en $(\theta + d\theta/2)$: $\tau + d\tau/2$

2. Appliquer le **T.R.S.** selon $\vec{u}$ et $\vec{v}$. En effectuant un développement limité d'ordre 1, en déduire une équation différentielle sur la variable τ.
3. Par intégration, déterminer t. En déduire le couple de freinage.

Figure 2