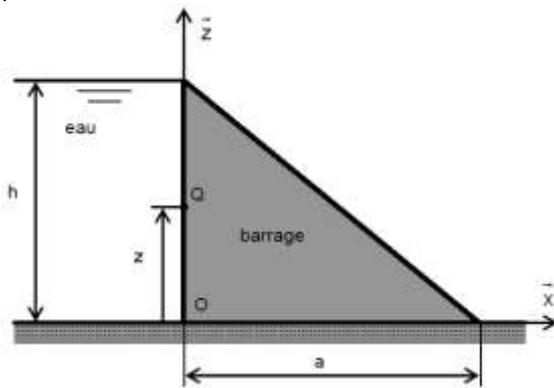


DU MODÈLE LOCAL AU MODÈLE GLOBAL DES ACTIONS MÉCANIQUES

Exercice 1 : BARRAGE POIDS

Un barrage poids est un barrage dont la propre masse suffit à résister à la pression exercée par l'eau. Le barrage est soumis principalement à l'action mécanique de l'eau (pression hydrostatique) et à l'action mécanique de la pesanteur.



On s'intéresse à un barrage poids en béton de section triangulaire qui repose sur le sol et qui permet une retenue d'eau de hauteur h pour l'alimentation des voies navigables.

Le point O est situé dans le plan médian du barrage.

Les caractéristiques du barrage sont :

- M , masse du barrage considéré comme un solide homogène ;
- $a = 20$ m, assise du barrage ;
- $h = 25$ m, hauteur d'eau ;
- $L = 80$ m, largeur du barrage ;
- $\rho_{eau} = 1000$ kg/m³, masse volumique de l'eau.

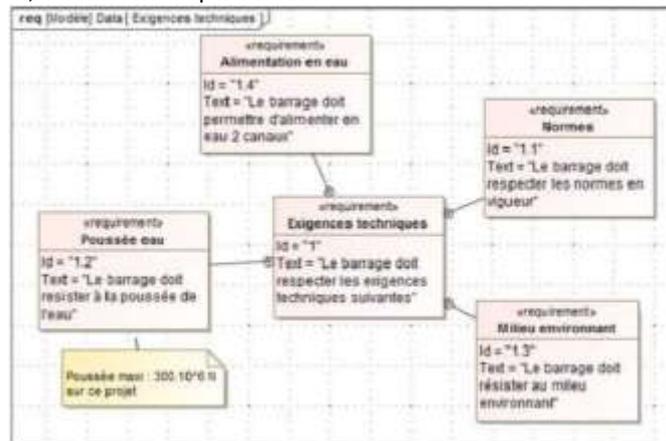


Diagramme des exigences

Objectif : vérifier le critère de l'exigence 1.2.

La pression sur un élément de surface d'un corps immergé dans l'eau est directement liée à la profondeur à laquelle est immergée ce corps :

$$pression = \rho_{eau} \times g \times profondeur \text{ (relativement à la pression atmosphérique)}$$

Question 1 : Donner l'expression de la force élémentaire $\{dT_{eau \rightarrow barrage}\}(Q)$ de l'eau sur le barrage en un point Q.

Question 2 : Déterminer les coordonnées du point M (0, 0, M_z) où le moment résultant de l'action mécanique de l'eau sur le barrage est nul. Donner, en ce point, l'expression du torseur de cette action mécanique.

Question 3 : Vérifier le critère de l'exigence 1.2.

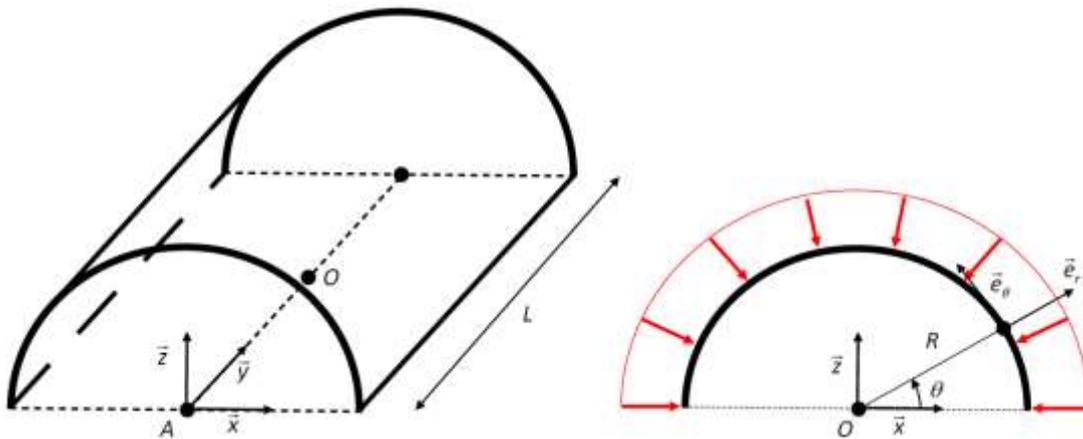
Exercice 2 : RESTAURANT SOUS-MARIN

Le Rangali Island Restaurant est un restaurant dans les Maldives proposant une salle sous-marine. Dans le but de dimensionner la structure supportant la baie vitrée, nous souhaitons déterminer le torseur de l'action de l'eau sur celles-ci. On suppose que les baies vitrées ont une structure cylindrique de rayon constant R et de longueur L .



Nous négligerons la variation de pression entre le haut et le bas des baies vitrées et supposons qu'elle est constante avec $p = p_0 + \rho gh$ où ρ est la masse volumique de l'eau, g l'accélération de la pesanteur, h la profondeur et p_0 la pression atmosphérique.

$$\rho = 1000 \text{ kg.m}^{-3}; g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}; h = 10 \text{ m}; p_0 = 101\,325 \text{ Pa}; R = 2,5 \text{ m}; L = 15 \text{ m}$$



Question 1 : Définir un système de coordonnées pour repérer tout point M de la structure. En déduire l'expression de ds .

Question 2 : Définir le torseur $\{dT_{e \rightarrow s}\}(M)$ d'action locale de l'eau sur la structure en M .

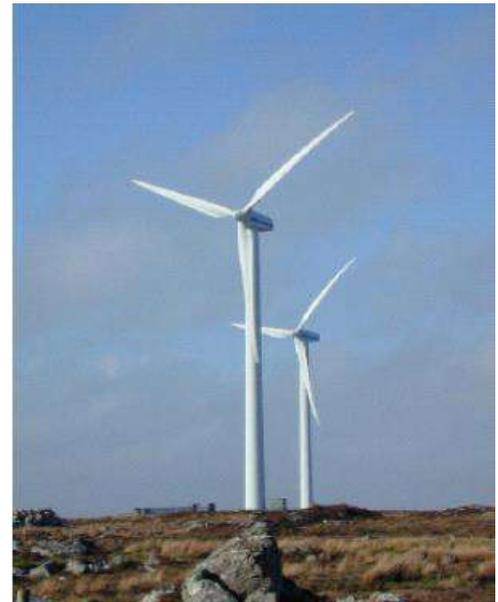
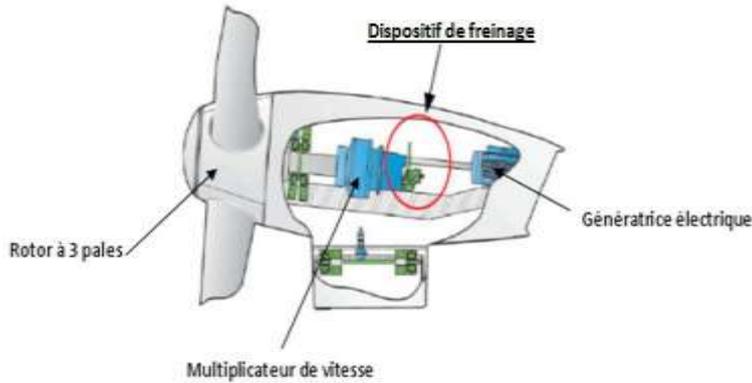
Question 3 : Déterminer la résultante d'action globale de l'eau sur la structure. $\overrightarrow{R_{e \rightarrow s}}$

La surface projetée de la structure est le rectangle de surface $S=2RL$. Exprimer $\|\overrightarrow{R_{e \rightarrow s}}\|$ en fonction de S .

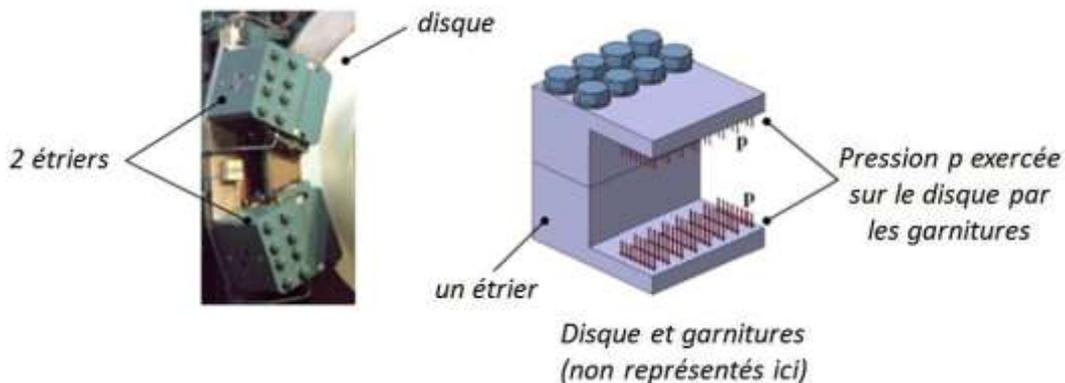
Question 4 : Déterminer le moment de l'action globale de l'eau sur la structure en O , $\overrightarrow{M_{O,e \rightarrow s}}$.

Exercice 3 : FREIN D'URGENCE D'UNE ÉOLIENNE

On s'intéresse dispositif de freinage d'urgence installé pour des raisons de sécurité sur certaines éoliennes de grandes puissances. Ce dispositif peut notamment être activé si un corps étranger percute une pale au point de l'endommager et de créer un « balourd » entraînant des efforts indésirables dans les roulements qui guident en rotation le rotor.

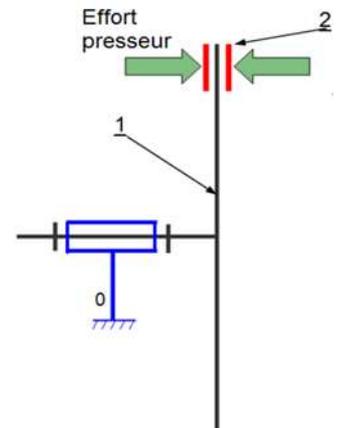
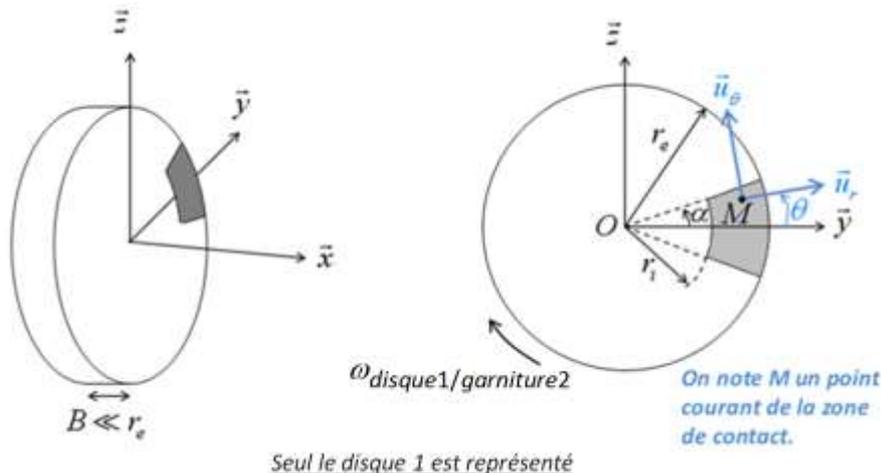


Le dispositif de freinage retenu est un frein à disque composé d'un disque 1, et de deux étriers, contenant chacun deux garnitures 2.



Le freinage est réalisé par pression des garnitures 2 d'usure assurant le serrage de part et d'autre du disque 1 d'épaisseur B . (voir vidéo sur site internet)

Chaque étrier supporte deux garnitures 2 (une de chaque côté du disque 1) pour lesquelles la surface de contact est représentée en gris sur la figure ci-dessous du disque 1.



L'action de freinage se fait par une **pression p uniforme** de part et d'autre des étriers sur une surface en forme de portion de couronne de rayons intérieur r_i et extérieur r_e et d'angle 2α petit.
On note **f le coefficient de frottement** entre les garnitures et le disque.

Objectif : Déterminer le couple de freinage.

Le couple (ou moment) de freinage correspond à la valeur de la composante, sur l'axe de rotation, du moment résultant de l'action mécanique des garnitures 2 sur le disque 1 pendant une phase de freinage.

Lors du freinage, il y a glissement du disque 1 par rapport aux garnitures 2 dans le sens indiqué sur la figure ci-dessus.

Question 1 : Représenter sur les schémas du disque 1 ci-dessus, la force élémentaire de pression $\overrightarrow{dN_{2 \rightarrow 1}}(M)$ et la force élémentaire de résistance au glissement $\overrightarrow{dT_{2 \rightarrow 1}}(M)$ en un point M de la surface de contact.

Question 2 : Donner l'expression de la force élémentaire $\overrightarrow{dF_{2 \rightarrow 1}}(M)$ en fonction de p , f et ds .

Question 3 : Déterminer l'expression du moment résultant de l'action mécanique d'une garniture 2 sur le disque 1 au point O .

Question 4 : En déduire le couple total de freinage avec les deux étriers en fonction de α , f , p , r_e et r_i

Exercice 4 : Assemblage par frettage

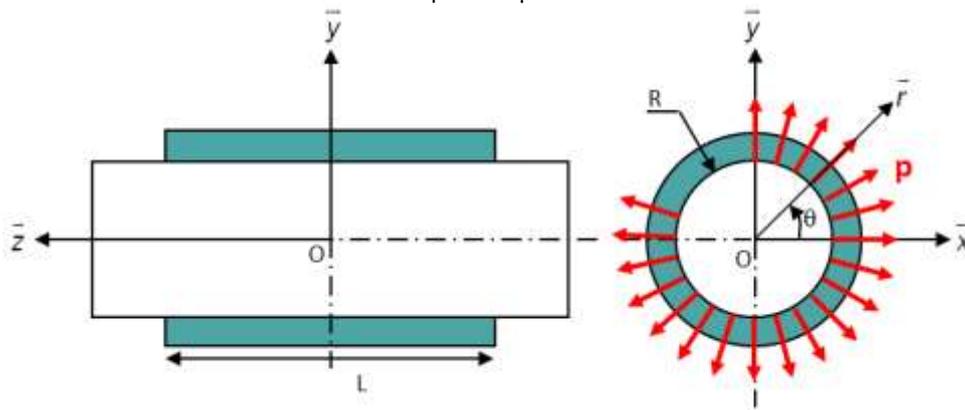
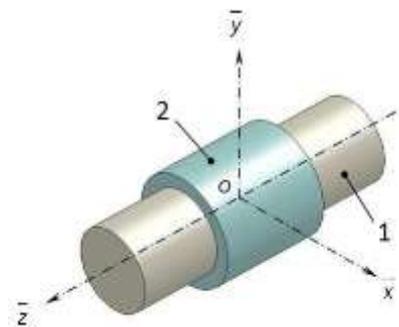
Le frettage consiste à encastrer deux pièces en utilisant le phénomène d'adhérence (voir vidéos sur site internet).

Avant l'assemblage réalisé à l'aide d'une presse, l'arbre 1 possède un diamètre légèrement supérieur à celui de l'alésage (trou cylindrique) de la pièce 2 dans laquelle il vient se loger.

Après frettage, il subsiste donc une pression de contact p (supposée uniforme sur toute la surface de contact) entre les deux pièces.

Les caractéristiques de cet assemblage par frettage sont données ci-dessous :

- Rayon de l'arbre 1 : R
- Longueur du contact : L
- Coefficient de frottement entre les deux pièces : μ

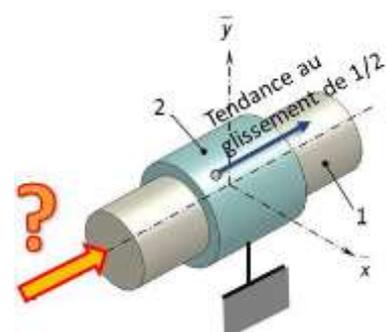


Objectif : Déterminer l'effort axial maximal transmissible et le couple maximal transmissible d'une pièce à l'autre.

Effort axial maximal transmissible

L'effort axial maximal transmissible correspond à la valeur maximale de la composante axiale de la résultante de l'action mécanique qui peut être transmise d'une pièce à l'autre sans qu'elles se désolidarisent.

Pour simplifier notre étude, on considère la pièce 2 fixe et on cherche à déterminer la composante axiale de la résultante de l'action mécanique à appliquer à la pièce 1 pour atteindre le glissement de $1/2$ suivant $-\vec{z}$.



Question 1 : Représenter sur deux schémas plans ou un schéma en perspective, la force élémentaire de pression $\overrightarrow{dN_{2 \rightarrow 1}}(Q)$ et la force élémentaire de résistance au glissement $\overrightarrow{dT_{2 \rightarrow 1}}(Q)$ en un point Q de la surface de contact.

Question 2 : Donner l'expression de la force élémentaire $\overrightarrow{dF_{2 \rightarrow 1}}(Q)$.

Question 3 : Déterminer, à la limite du glissement, l'effort axial maximal transmissible en fonction de p et des caractéristiques géométriques du frettage.

Couple maximal transmissible

Le couple (ou moment) maximal transmissible correspond à la valeur maximale de la composante sur l'axe \vec{z} du moment résultant de l'action mécanique qui peut être transmise d'une pièce à l'autre sans qu'elles se désolidarisent.

Pour simplifier notre étude, on considère la pièce 2 fixe et on cherche à déterminer la composante sur l'axe \vec{z} du moment résultant de l'action mécanique à appliquer à la pièce 1 pour atteindre le glissement de 1/2 autour de \vec{z} .



Question 4 : Représenter sur deux schémas plans ou un schéma en perspective, la force élémentaire de pression $\overrightarrow{dN_{2 \rightarrow 1}}(Q)$ et la force élémentaire de résistance au glissement $\overrightarrow{dT_{2 \rightarrow 1}}(Q)$ en un point Q de la surface de contact.

Question 5 : Donner l'expression de la force élémentaire $\overrightarrow{dF_{2 \rightarrow 1}}(Q)$.

Question 6 : Déterminer, à la limite du glissement, le couple maximal transmissible en fonction de p et des caractéristiques géométriques du frettage.