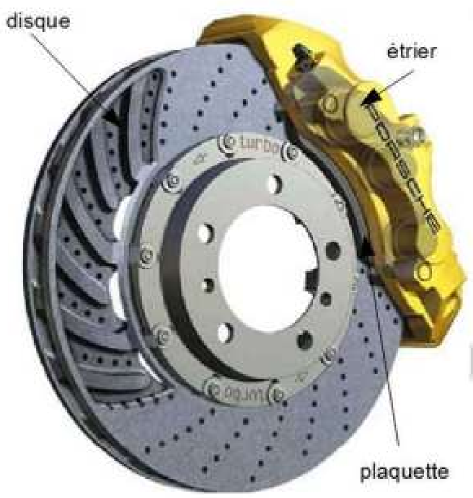
AP	**AP 26**	**TSI1 (Période 4)**
	Statique : local – global avec frottement	**1h**
	Cycle 9 : Statique	5 semaines

Analyser Modéliser Résoudre Expérimenter Réaliser Concevoir Communiquer

ANALYSER

- Réaliser l'inventaire des actions mécaniques extérieures s'exerçant sur un solide
- Associer aux liaisons, un torseur d'action mécanique transmissible
- Ecrire la relation entre modèle local et modèle global dans le cas d'actions réparties

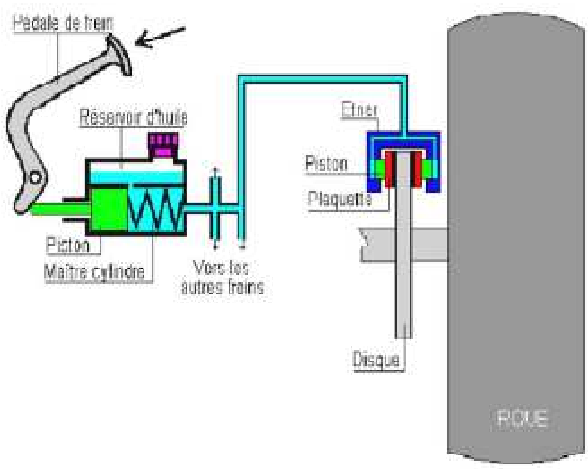
Frein à disque



Pour ralentir ou immobiliser un système en mouvement, il est nécessaire de disposer d'un système de freinage.

Le frein à disque est une solution technique permettant d'assurer le freinage d'un véhicule (moto, automobile...).
Il est constitué :

- d'un disque ayant le même mouvement de rotation que la roue sur laquelle il est fixé,
- de 2 plaquettes disposées de part et d'autre du disque de frein,
- d'un étrier qui maintient les plaquettes immobiles par rapport au véhicule,
- de 2 pistons hydrauliques intégrés à l'étrier qui permettent de pousser les plaquettes contre le disque ce qui génère, par frottement, le freinage de la rotation du disque.



L'appui sur la pédale de frein permet de contrôler la pression sur les pistons hydrauliques et donc l'intensité du freinage.

On utilise le modèle suivant pour déterminer la relation entre l'effort presseur N exercé sur les plaquettes et le couple de freinage Cf dans un frein à disque.

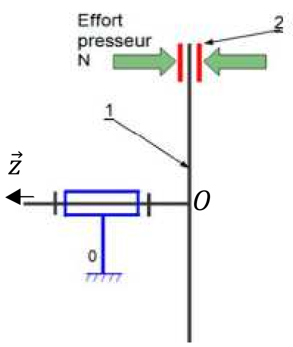
La plaquette est modélisée par une portion de couronne de rayon r_1 et r_2 et d'angle 2α considérée en liaison glissière avec le bâti 0 suivant l'axe $(O,\vec{z})$.

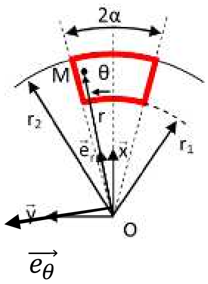
On note M un point de la plaquette défini, en coordonnées polaires, par son vecteur position $\overrightarrow{OM} = r.\overrightarrow{e_r}$ avec $\theta = (\vec{x},\overrightarrow{e_r})$.

On note p la pression exercée par les plaquettes sur le disque. On suppose que la pression p est constante sur la surface de contact.

On note f (constant) le coefficient de frottement entre les plaquettes et le disque.

On note N l'intensité de la résultante sur la direction $\vec{z}$ de l'action mécanique exercée par un piston 3 sur une plaquette 2.





1) Appliquer le théorème de la résultante statique en projection sur l'axe $\vec{z}$ à la plaquette de droite, et en déduire une relation entre p et N en fonction de r_1 , r_2 et α.

Méthode : Afin de trouver l'élément de surface infinitésimal correspondant à la surface soumise à la pression p, utiliser la fiche Annexe.

2) Sachant que lors du freinage il y a glissement et que $\overrightarrow{\Omega 1/0} = \dot{\theta}_{10}.\vec{z}$ avec $\dot{\theta}_{10} > 0$, déterminer l'orientation et le sens de la vitesse $\overrightarrow{V_{M\in 1/0}}$ d'un point M appartenant à la surface de contact.

Vérifier que les lois de Coulomb pour le glissement sont vérifiées pour l'action élémentaire sur un élément de surface ds centré sur M : $\overrightarrow{dF_{2\to 1}} = -p.ds.\vec{z} - f.p.ds.\overrightarrow{e_\theta}$ (on identifiera notamment la composante normale et la composante tangentielle).

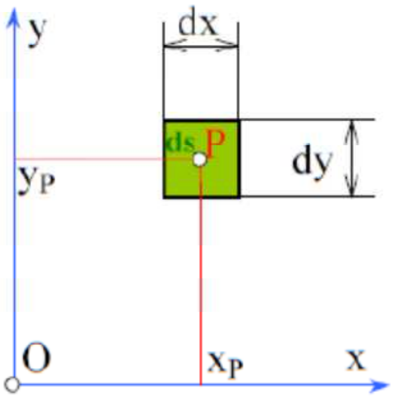
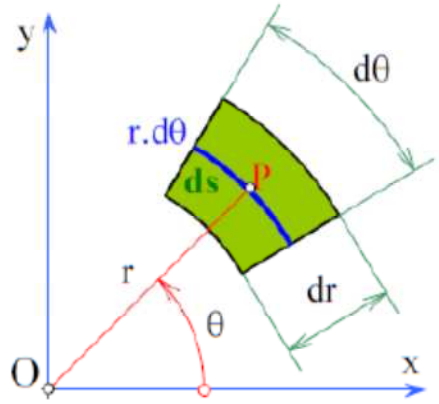
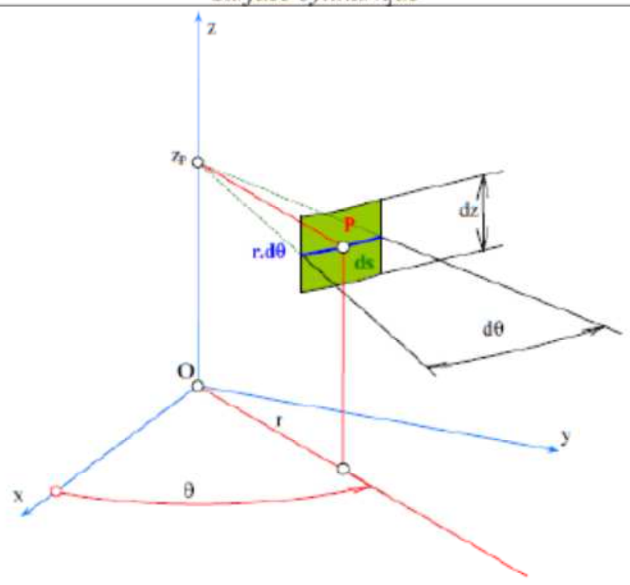
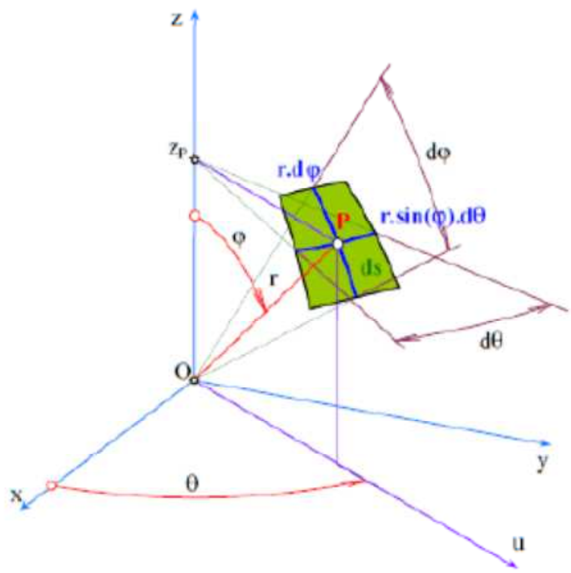
3) Déterminer le moment de l'action mécanique globale de 2 sur 1 au point O et exprimer le couple de freinage en fonction de α, N, f, r_1 et r_2 sachant qu'il y a deux surfaces de frottement (une plaquette de part et d'autre du disque).

Méthode : à partir de la symétrie des plaquettes 2, de part et d'autre du disque, identifier la composante nulle du moment élémentaire afin de se dispenser du calcul de son intégration.

4) Expliquer pourquoi les disques ont des formes particulières (trous, ailettes, entrée d'air) comme sur les photos ci-dessous.

ANNEXE

Paramétrage d'une surface élémentaire ds (dépend de la forme de la surface S)

<table>
<tr><td>Coordonnées Cartésiennes
"Surface plane basique"</td><td>Coordonnées polaires
"Surface de type disque ou couronne"</td></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>Surface élémentaire : $ds = dx \bullet dy$ avec $\overrightarrow{OP}\left|\begin{matrix} x_P \\ y_P \end{matrix}\right.$</td><td>Surface élémentaire $ds = r \bullet dr \bullet d\theta$ avec $\overrightarrow{OP}\left|\begin{matrix} r \bullet \cos(\theta) \\ r \bullet \sin(\theta) \end{matrix}\right.$</td></tr>
<tr><td>Coordonnées cylindriques
"Surface cylindrique"</td><td>Coordonnées sphériques
"Surface sphérique"</td></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>Surface élémentaire : $ds = r \bullet d\theta \bullet dz$ avec $\overrightarrow{OP}\left|\begin{matrix} r \bullet \cos(\theta) \\ r \bullet \sin(\theta) \\ z_G \end{matrix}\right.$</td><td>Surface élémentaire : $ds = r^2 \bullet \sin(\varphi) \bullet d\theta \bullet d\varphi$
avec $\overrightarrow{OP}\left|\begin{matrix} r \bullet \sin(\varphi) \bullet \cos(\theta) \\ r \bullet \sin(\varphi) \bullet \sin(\theta) \\ r \bullet \cos(\varphi) \end{matrix}\right.$ et $\overrightarrow{z_P P} = r \bullet \sin(\varphi) \bullet \vec{u}$</td></tr>
</table>

Référence : http://florestan.mathurin.free.fr/