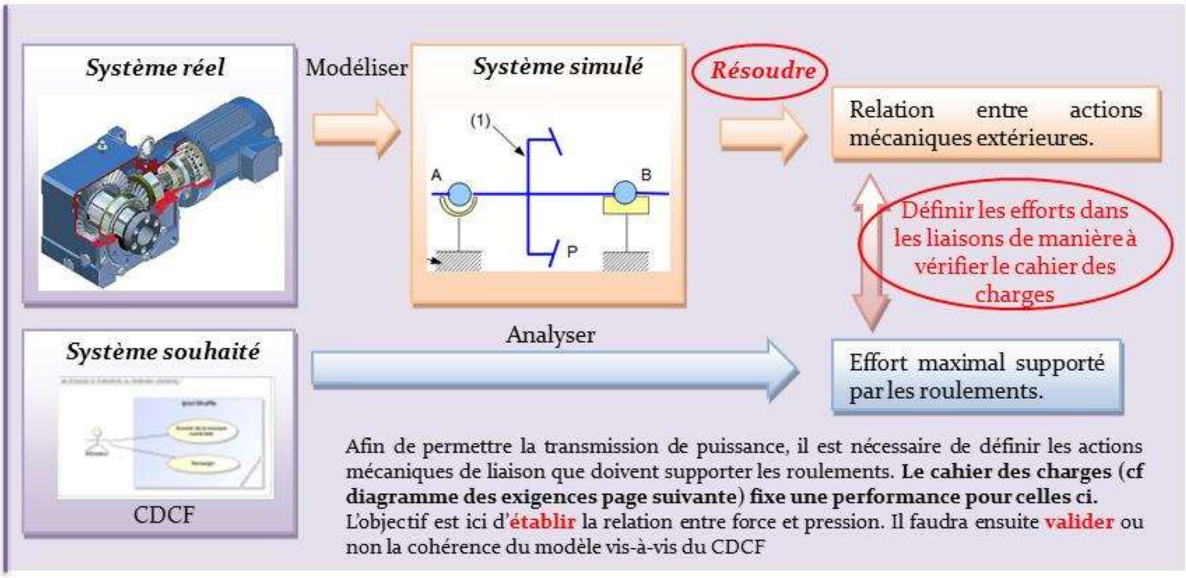
DM3 : ETUDE STATIQUE D'UN BANC D'ESSAIS

1 - Objectif

On s'est intéressé dans les parties précédentes du cours aux transmetteurs, et notamment aux transmetteurs à engrenages.

Dans le cadre des études passées, on s'est limité à définir les lois entrées sorties cinématiques sans même se préoccuper de la possibilité ou non de la transmission des efforts moteurs.

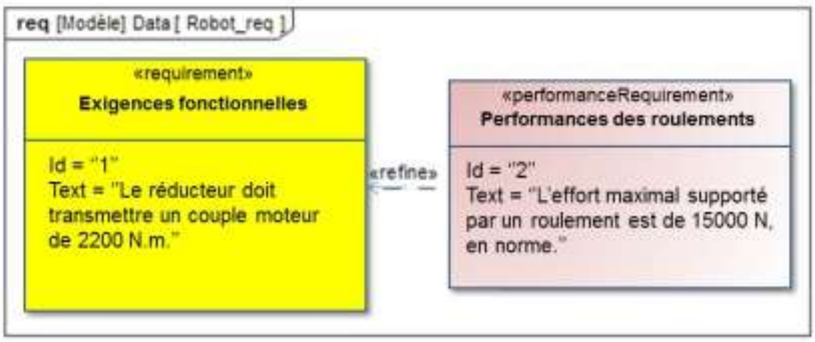
Dans le cadre de ce DM, on va se servir des notions de statique pour être en mesure de vérifier la bonne tenue des éléments de guidage d'un arbre en rotation.



2 - Analyse partielle du système complexe

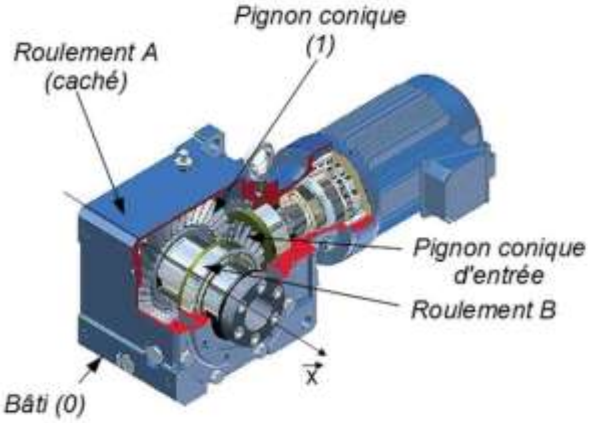
2.1 - Cahier des charges partiel

Les exigences fonctionnelles font apparaître la nécessité de contrôler le choix des roulements vis-à-vis du couple extérieur à transmettre. On se focalise ici sur ces exigences rappelées ci-dessous.



3 - *Modélisation*

L'arbre de transmission étudié est dessiné ci-dessous. Sur celui-ci est monté un pignon à denture conique (cf représentation schématique de la figure ci-dessous).



Couple de pignons coniques

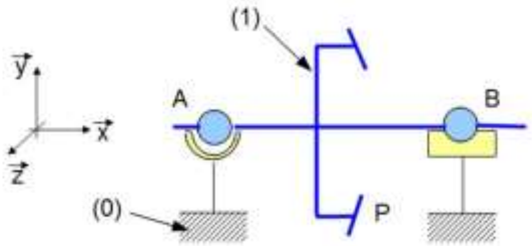
Á noter que l'étude menée ici a pour objectif de vérifier la bonne tenue des roulements, mais que cette étude permettrait également d'effectuer une étude de Résistance des Matériaux afin de vérifier le dimensionnement en torsion de l'arbre de transmission.

Le guidage de l'arbre sur le bâti est effectué par deux roulements à billes en A et B dont les liaisons (en A sphérique et en B Linéaire annulaire d'axe x) sont définies suivant la figure ci-dessous.

Notations:

$\overrightarrow{AP} = l_a.\vec{x} - \frac{D}{2}\vec{y} = 61.\vec{x} - \frac{274.3}{2}\vec{y}$ en mm

$\overrightarrow{BP} = -l_b.\vec{x} - \frac{D}{2}\vec{y} = -93.\vec{x} - \frac{274.3}{2}\vec{y}$ en mm



Roulement à billes

Modélisation des actions mécaniques extérieures :

On néglige le poids de l'arbre devant les autres actions mécaniques.
L'action mécanique au niveau du contact P entre les dents est modélisée par le glisseur suivant:

$$\{T_{ext\to 1}\}_P = \begin{Bmatrix} -A.\vec{x} + R.\vec{y} - T.\vec{z} \\ \vec{0} \end{Bmatrix}$$

Une étude géométrique et mécanique de la denture conique permettrait de montrer que $T = 1.295 \times R, T = 8.418 \times A$ où T est l'effort tangentiel, R l'effort radial et A l'effort axial.

Le moteur génère un torseur couple sur l'arbre noté $\{T_{moteur\to 1}\}_B = \begin{Bmatrix} \vec{0} \\ -C.\vec{x} \end{Bmatrix}$ avec C=2200 N.m.

Á partir des liaisons du schéma cinématique, **définir** la forme du torseur des actions Mécaniques de liaison transmissible en A et B.

Question 1: ***Tracer*** *le graphe d'analyse (liaisons + AM extérieures) du mécanisme*
Question 2: ***Donner*** *le nombre d'équations maximales que l'on peut écrire dans ce problème,* ***préciser*** *le nombre d'inconnues d'actions mécaniques par liaison.*

4 - Résolution

On rappelle que l'objectif est de calculer les actions mécaniques au niveau des liaisons en A et B. L'ensemble étant supposé à l'équilibre, on va mettre en place une démarche de statique en supposant le référentiel (x,y,z) Galiléen.

Question 3: ***Définir*** *le système à isoler en justifiant.*

Question 4: ***Réaliser*** *le bilan complet des actions mécaniques appliquées sur le système isolé.*

Question 5: ***Enoncer*** *le PFS et* ***appliquer*** *le théorème de la résultante statique et du moment statique.*

Question 6: ***Projeter*** *les deux équations vectorielles issues des théorèmes généraux et en* ***déduire*** *le système d'équation à résoudre.*

5 - Validation

Question 7: *En effectuant les applications numériques,* ***valider*** *le Cahier des Charges.*

6 - Pour appliquer – Banc d'essai de moteur de véhicule

Un moteur de véhicule est fixé sur un banc d'essais par trois silentblocs.

Afin de déterminer les efforts dans les liaisons au niveau des silentblocs (ce qui permet de les dimensionner), on propose la modélisation isostatique (ce qui signifie que le problème de statique peut être résolu : on dispose de suffisamment d'équations d'équilibre pour le nombre d'inconnues d'actions mécanique) composée d'une liaison rotule en A, d'une liaison sphère/cylindre en B et d'une liaison sphère/plan en C (figure5).

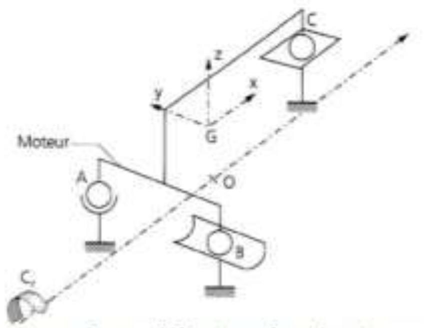


Figure 5 : modélisation du mécanisme

On suppose que le moteur est soumis à un simple couple résistant constant $\overrightarrow{C_r} = C_r.\vec{x} = 100.\vec{x}$ issu du frein, et que le bloc moteur, de centre de gravité G a une masse m=80Kg. On donne les grandeurs géométriques en millimètres suivantes :

$$\overrightarrow{AB} = l_{yB}.\vec{y} = -300.\vec{y}$$
$$\overrightarrow{AG} = l_{xG}.\vec{x} + l_{yG}.\vec{y} + l_{zG}.\vec{z} = 150.\vec{x} - 100.\vec{y} + 150.\vec{z}$$
$$\overrightarrow{AC} = l_{xC}.\vec{x} + l_{yC}.\vec{y} + l_{zC}.\vec{z} = 600.\vec{x} - 150.\vec{y} + 350.\vec{z}$$
$$\overrightarrow{AO} = l_{xO}.\vec{x} + l_{yO}.\vec{y} + l_{zO}.\vec{z} = 150.\vec{x} - 150.\vec{y} + 100.\vec{z}$$

Question 8: *En s'appuyant sur la démarche de l'exercice précédent,* ***déterminer*** *les expressions analytiques des actions mécaniques transmissibles en A, B et C.*
Question 9: ***Effectuer*** *les applications numériques. On prendra soin de* ***détailler*** *clairement toutes les étapes du raisonnement.*

Eléments de réponse :

Action mécanique de liaison en A $\{T(L1)\}=\begin{Bmatrix}\left(mg-\frac{1}{l_{yB}}\left(l_{yG}mg-C_r-\frac{l_{yc}l_{xG}}{l_{xc}}mg\right)-\frac{l_{xG}}{l_{xc}}mg\right)\vec{z}\\ \vec{0}\end{Bmatrix}_A$

Action mécanique de liaison en B $\{T(L2)\}=\begin{Bmatrix}\frac{1}{l_{yB}}\left(l_{yG}mg-C_r-\frac{l_{yc}l_{xG}}{l_{xc}}mg\right)\vec{z}\\ \vec{0}\end{Bmatrix}_B$

Action mécanique de liaison en C $\{T(L3)\}=\begin{Bmatrix}\frac{l_{xG}}{l_{xc}}mg\,\vec{z}\\ \vec{0}\end{Bmatrix}_C$