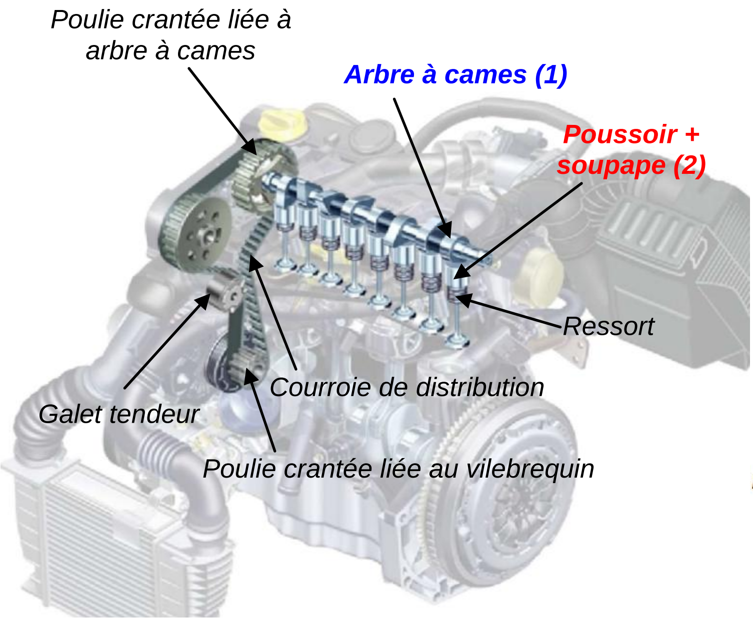
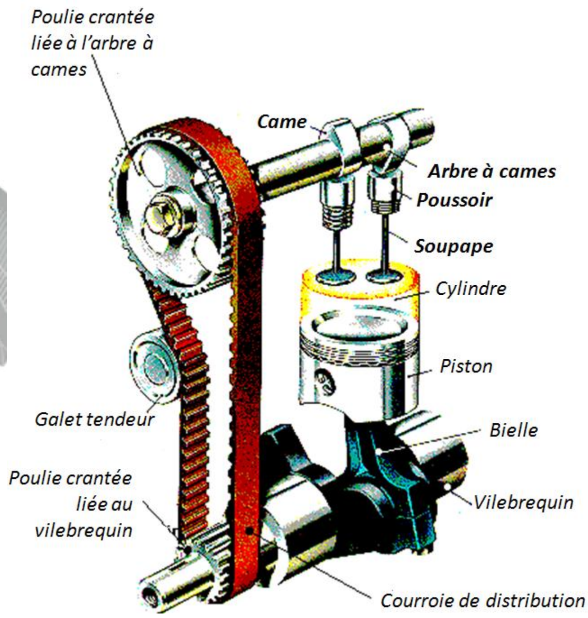
Exercice 1 : SYSTÈME DE DISTRIBUTION D'UN MOTEUR 4 TEMPS.

Le système de distribution automobile permet l'admission du mélange gaz frais (air + carburant) et le refoulement des gaz d'échappement lors du cycle 4 temps d'un moteur thermique.
Le vilebrequin (arbre moteur) entraine en rotation l'arbre à came par l'intermédiaire d'une transmission poulie/courroie crantée (courroie de distribution). Le mouvement de rotation continue de l'arbre à cames **1** est ensuite transformé en un mouvement de translation alternative de l'ensemble poussoir+soupape **2.**





(voir vidéos sur site du professeur)

On s'intéresse dans la suite, au comportement cinématique de ce dispositif de transformation de mouvement par came. Pour simplifier l'étude, on l'assimilera un dispositif de transformation de mouvement par excentrique.

Photo du dispositif de transformation de mouvement par came radiale

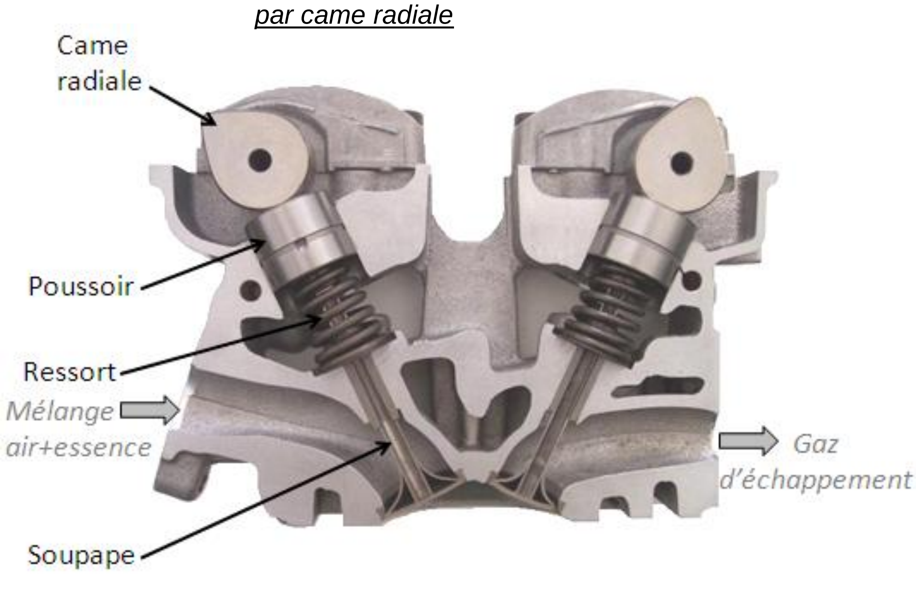
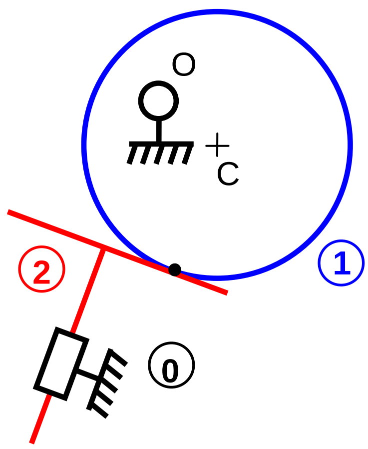


Schéma cinématique du dispositif de transformation de mouvement par excentrique



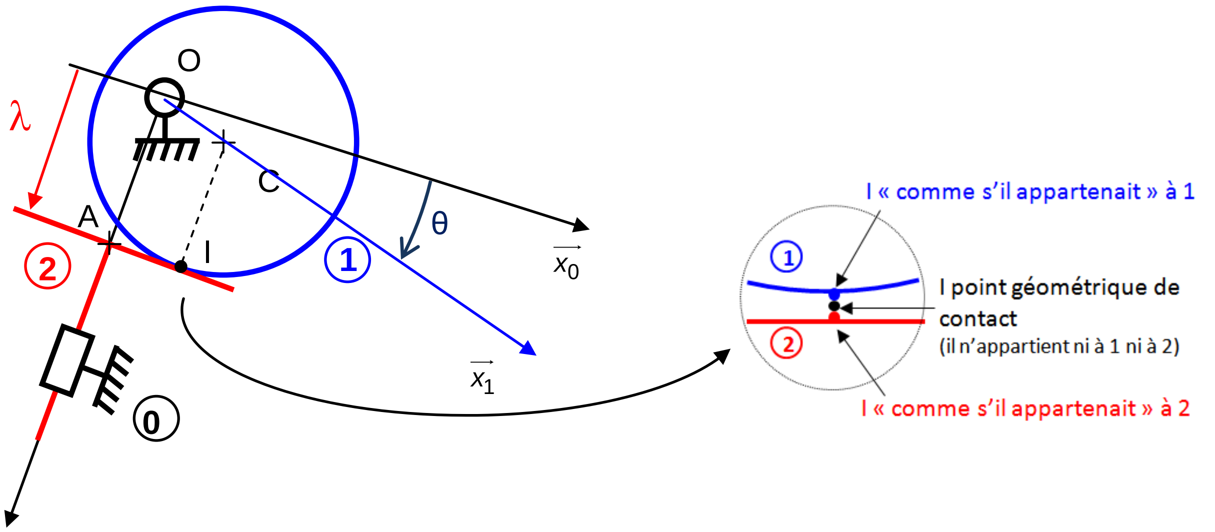
(voir vidéos sur site du professeur)

Constituants et paramétrage :

Le carter **0**, de repère associé $R_0(O,\overrightarrow{x_0},\overrightarrow{y_0},\overrightarrow{z_0})$, est considéré comme fixe.

L'arbre à came **1**, de repère associé $R_1(O,\overrightarrow{x_1},\overrightarrow{y_1},\overrightarrow{z_1})$, est en mouvement de rotation d'axe $(O,\overrightarrow{z_0})$ par rapport au carter **0** tel que $\overrightarrow{z_0}=\overrightarrow{z_1}$ et $(\overrightarrow{x_0},\overrightarrow{x_1})=\theta$. La came, représentée par un disque de rayon R et de centre C tel que $\overrightarrow{OC}=e.\overrightarrow{x_1}$, est en contact ponctuel au point I de normale $(I,\overrightarrow{y_0})$ avec l'ensemble poussoir+soupape **2**.

L'ensemble poussoir+soupape **2**, de repère associé $R_2(A,\overrightarrow{x_2},\overrightarrow{y_2},\overrightarrow{z_2})$, est en mouvement de translation rectiligne de direction $\overrightarrow{y_0}$ par rapport au carter **0** tel que $\overrightarrow{OA}=\lambda.\overrightarrow{y_0}$.



Étude géométrique

Question 1 : *Déterminer les trajectoires $T_{I\in 1/0}$ et $T_{I\in 2/0}$.*

Question 2 : *Déterminer la trajectoire de I (point géométrique de contact) :*

- *dans* $R_2(A,\overrightarrow{x_2},\overrightarrow{y_2},\overrightarrow{z_2})$,
- *dans* $R_1(O,\overrightarrow{x_1},\overrightarrow{y_1},\overrightarrow{z_1})$,
- *dans* $R_0(O,\overrightarrow{x_0},\overrightarrow{y_0},\overrightarrow{z_0})$.

Rappel : Pour déterminer la trajectoire d'un point géométrique de contact dans un repère quelconque, on détermine d'abord son vecteur position dans ce repère.

Étude cinématique graphique

Question 3 : *Donner la désignation du vecteur vitesse de glissement de cet exercice. Avec quelle méthode graphique, pourrions-nous déterminer ce vecteur ?*

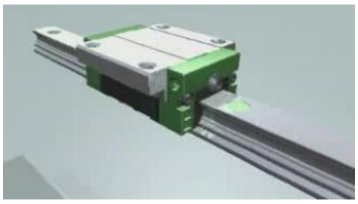
Étude cinématique analytique

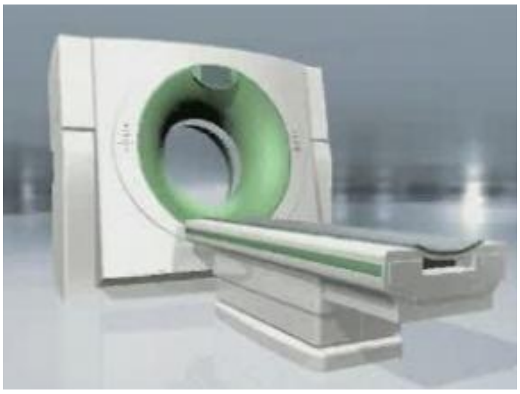
Question 4 : *Calculer ce vecteur vitesse de glissement selon les 2 méthodes du cours.*

Question 5 : *Préciser les composantes de roulement et de pivotement en I.*

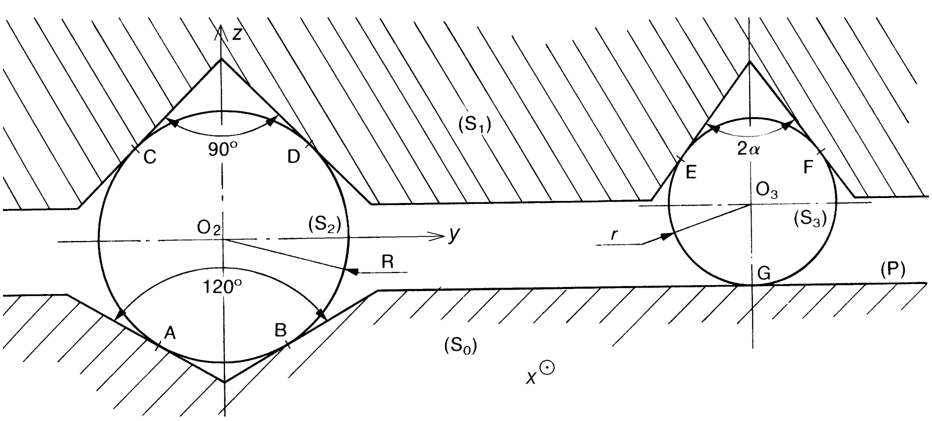
Exercice 2 : GUIDAGE LINAIRE DE SYSTÈMES MÉDICAUX.

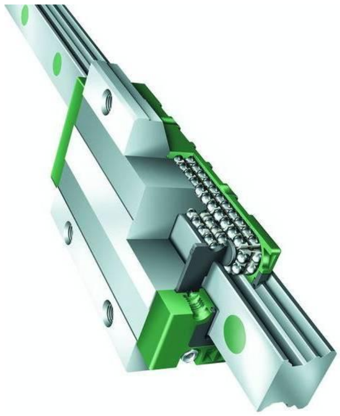
L'étude suivante porte sur le guidage en translation d'un chariot de scanner médical S1 par rapport au bâti de la machine S0. Ce guidage est réalisé par deux séries de billes, S2 et S3, qui roulent dans des rainures en V.
(voir vidéos sur site du professeur).





La figure ci-dessous présente, en coupe, la réalisation technologique de ce guidage.





Les billes S2 de rayon R roulent sans glisser sur les plans d'une rainure en V d'angle égal à 90° usinée dans S1 et sur les plans d'une autre rainure en V d'angle égal à 120° usinée dans S0.
Les billes S3 de rayon r roulent sans glisser sur les plans d'une rainure en V d'angle égal à 2α usinée dans S1 et sur le plan (P) de S0.

On note $\left\{\mathcal{V}_{1/0}\right\} = \underset{\forall P}{\begin{Bmatrix} \vec{0} \\ v.\vec{x} \end{Bmatrix}}$ le torseur cinématique du mouvement du chariot S1 par rapport au bâti S0.

On pose $\overrightarrow{\Omega_{2/0}} = \omega_{20}.\vec{y}$ et $\overrightarrow{\Omega_{3/0}} = \omega_{30}.\vec{y}$

Question 1 : *Traduire les conditions de non glissement. En déduire quelques axes instantanés de rotation.*

Question 2 : *Déterminer $\overrightarrow{V_{C\in 2/0}}$ en fonction de v, puis $\overrightarrow{V_{E\in 3/0}}$ en fonction de v.*
Déterminer $\overrightarrow{V_{C\in 2/0}}$ en fonction de ω_{20}, puis $\overrightarrow{V_{E\in 3/0}}$ en fonction de ω_{30}.
En déduire une relation entre ω_{20} et v, puis une relation entre ω_{30} et v.

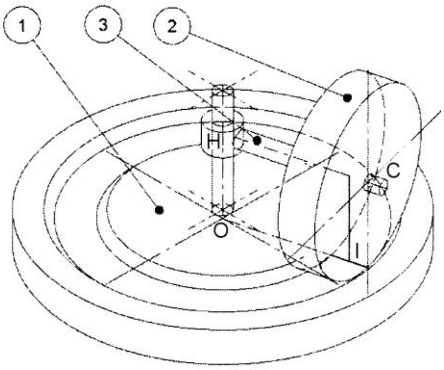
Question 3 : *En déduire les torseurs cinématiques des mouvements de S2/S0 et S3/S0 en fonction de v et des caractéristiques géométriques.*

Question 4 : *Préciser les composantes de roulement et de pivotement en G et B.*

Question 5 : *Déterminer les vecteurs vitessess des centres des billes dans leur mouvement par rapport au bâti S0 : $\overrightarrow{V_{O2\in 2/0}}$ et $\overrightarrow{V_{O3\in 3/0}}$.*

Question 6 : *Déterminer α pour que ces vecteurs vitesses soient identiques.*

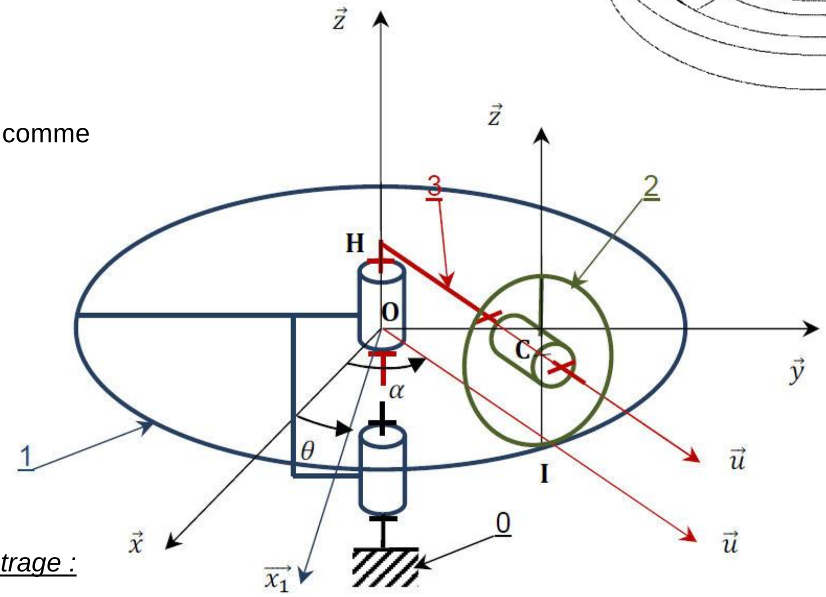
Exercice 3 : BANC DE TESTS DE PNEUMATIQUES.



Un banc de tests d'usure de pneumatiques est représenté ci-contre.

Un ensemble pneumatique + jante **2**, entrainé en rotation par rapport au bras **3** à l'aide d'un moto-réducteur, roule sur un plateau tournant **1**.
Le bras **3** est le plateau tournant **1** sont entrainé en rotation par rapport aux bâti **0** à l'aide de deux autres moto-réducteurs.

<u>Schéma simplifié.</u>
On considère la roue 2 comme un disque.



<u>Constituants et paramétrage :</u>

- Le bâti **0**, de repère associé $R_0(O,\vec{x},\vec{y},\vec{z})$, est considéré comme fixe.
- Le plateau tournant **1**, de repère associé $R_1(O,\overrightarrow{x_1},\overrightarrow{y_1},\overrightarrow{z_1})$, est en mouvement de rotation d'axe $(O,\vec{z})$ par rapport au bâti **0** tel que $\vec{z}=\overrightarrow{z_1}$ et $\theta=(\vec{x},\overrightarrow{x_1})$.
- Le bras **3**, de repère associé $R_3(H,\vec{u},\vec{v},\vec{w})$, est en mouvement de rotation d'axe $(O,\vec{z})$ par rapport au bâti **0** tel que $\vec{z}=\vec{w}$ et $\alpha=(\vec{x},\vec{u})$.
- L'ensemble pneumatique + jante **2**, de repère associé $R_2(C,\overrightarrow{x_2},\overrightarrow{y_2},\overrightarrow{z_2})$, est en mouvement de rotation d'axe $(H,\vec{u})$ par rapport au bras **3** tel que $\vec{u}=\overrightarrow{x_2}$ et $\beta=(\vec{z},\overrightarrow{z_2})$. On pose $\overrightarrow{HC}=d.\vec{u}$ (d = constante). Le pneumatique, de rayon r, est en contact au point I avec le plateau **1**.

Objectif : *déterminer la relation entre les vitesses de rotation des 3 actionneurs permettant de reproduire des conditions de roulement sans glissement d'un pneumatique sur une route.*

Question 1 : *Quelle condition le vecteur $\overrightarrow{V_{I\in 2/1}}$ doit-il satisfaire pour assurer le maintien du contact entre les solides 2 et 1 au point I.*

Question 2 : *Déterminer $\overrightarrow{V_{H\in 2/1}}$.*

Question 3 : *Déterminer le vecteur vitesse de glissement au point I selon 2 méthodes différentes.*

Question 4 : *En déduire la relation entre $\dot{\theta}$, $\dot{\alpha}$, $\dot{\beta}$ (vitesses de rotation des 3 actionneurs) et les dimensions du système, afin que le pneumatique roule sans glisser.*

Question 5 : *En déduire dans ce cas, l'axe instantané de rotation de 2/1.*

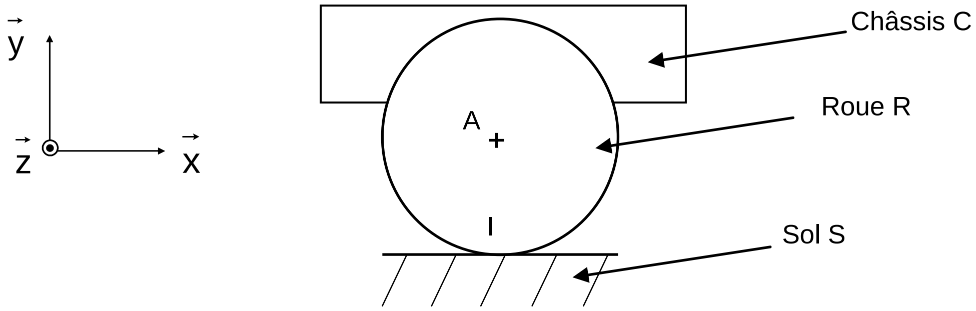
Question 6 : *Préciser les composantes de roulement et de pivotement en I.*

Exercice 4 : VITESSE D'UN VÉHICULE.

Soit un véhicule quelconque vérifiant 2 hypothèses FONDAMENTALES :

- **Le véhicule est en mouvement de translation par rapport au sol.**
- **On suppose qu'il y ait roulement sans glissement au contact roue/sol.**

Schéma simplifié.



Le rayon de la roue est : r

La vitesse de translation du châssis/sol est : $\forall P$ on a $\overrightarrow{V_{P\in C/S}} = v_{C/S}.\vec{x}$

La vitesse de rotation de la roue/châssis est : $\overrightarrow{\Omega_{R/C}} = \omega_{R/C}.\vec{z}$

NB : $\omega_{R/C} < 0$ si $v_{C/S} > 0$

Question 1 : *Déterminer la relation entre $v_{C/S}$ et $\omega_{R/C}$ répondant aux hypothèses.*