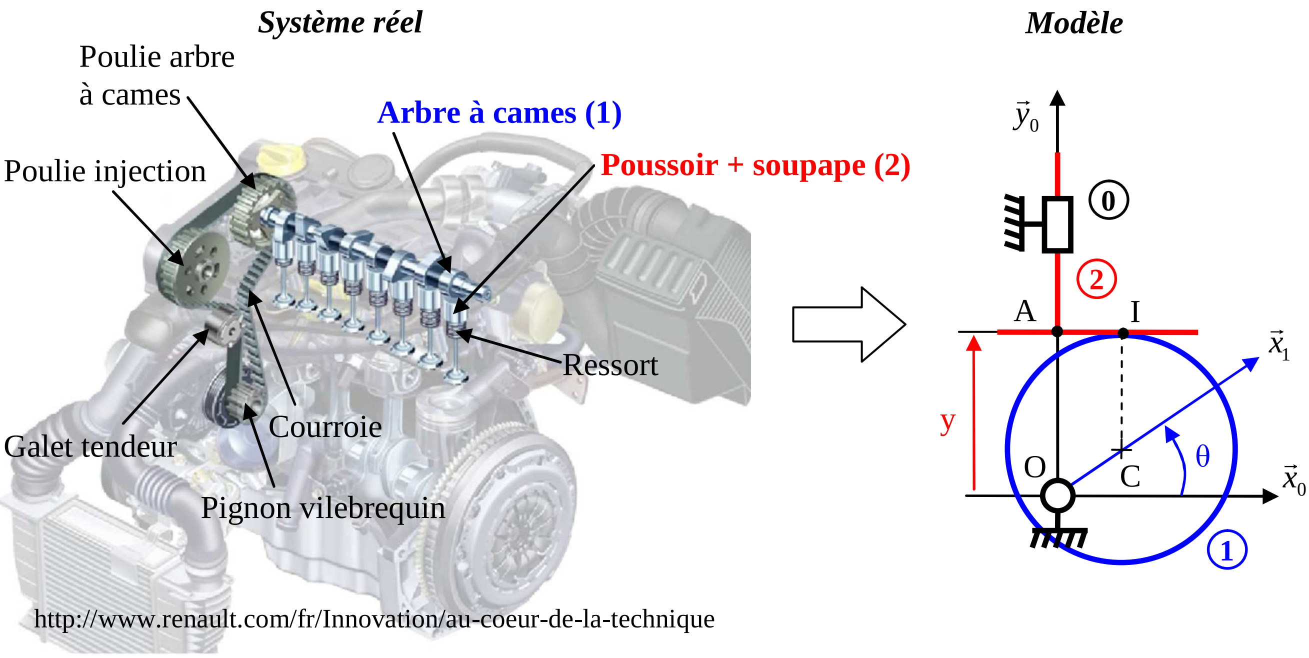


On s'intéresse à un système de distribution automobile. Ce système permet l'admission du carburant et le refoulement des gaz d'échappement lors du cycle moteur. Le mouvement d'entrée vient du pignon du vilebrequin, la rotation de ce dernier entraine en rotation l'arbre à cames par l'intermédiaire de la courroie de distribution. La rotation continue de l'arbre à cames est ensuite transformée en un mouvement de translation alternée de l'ensemble poussoir + soupape. On donne une modélisation plane d'une came (1) et d'un ensemble poussoir + soupape (2). La came, modélisée par un disque de rayon R et de centre C en liaison pivot avec le bâti (0) autour de l'axe (O, $\vec{z}_0$) tel que $\overrightarrow{OC} = e.\vec{x}_1$, est en contact ponctuel en I de normale (I, $\vec{y}_0$) avec l'ensemble poussoir + soupape (2) en liaison glissière d'axe (A, $\vec{y}_0$) avec le bâti (0).

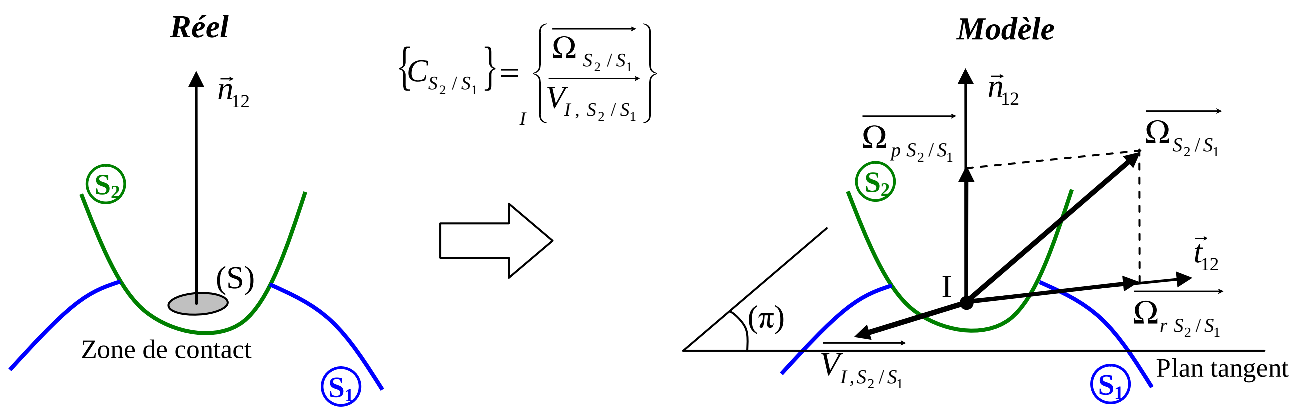
Exemple de système mécanique

Système de distribution automobile

La cinématique relative de solides en contact ponctuel est générique de celle de nombreux mécanismes fondamentaux. L'objectif de ce cours est donc de poser les hypothèses, le modèle ainsi que les définitions fondamentales qu'il convient d'appliquer sur ce type de problème.

1. Hypothèses et modèle

On considère un solide S_2 en mouvement relatif et en contact par rapport à un solide S_1. Pour construire le modèle on définit un point de contact I, une normale au contact $\vec{n}_{12}$ et un plan tangent au contact (π) entre les deux solides (S_1 est en dessous de (π), S_2 est au dessus de (π)).



Le mouvement relatif de S_2 par rapport à S_1 peut être caractérisé cinématiquement par le torseur $\{C_{S_2/S_1}\}$ exprimé au point I : $\{C_{S_2/S_1}\} = {}_I\begin{Bmatrix} \overrightarrow{\Omega_{S_2/S_1}} \\ \overrightarrow{V_{I,\,S_2/S_1}} \end{Bmatrix}$

Au cours du mouvement relatif de S2 par rapport à S1, on suppose qu'il existe toujours un point de contact (non rupture du contact).

2. Mise en évidence du point coïncident de contact

La définition du point I sur le modèle recouvre en fait, du point de vue cinématique, l'existence de 3 points particuliers :

- Le point I matériel appartenant au solide 1
- Le point I matériel appartenant au solide 2
- Le point I qui correspond au point géométrique de contact

Les deux premiers points ont une existence matérielle différente et coïncident au moment du contact avec le 3ème. Les 3 points sont confondus à l'instant t et ne le sont plus à l'instant t + Δt .

Par conséquent :

$$\boxed{\overrightarrow{V_{I,\,S_2/R}} \neq \overrightarrow{V_{I/R}} \quad \text{et} \quad \overrightarrow{V_{I,\,S_1/R}} \neq \overrightarrow{V_{I/R}}}$$

3. Définitions

Vitesse de glissement

On appelle le vecteur vitesse de glissement en I de S_2/S_1 le vecteur vitesse $\overrightarrow{V_{I,\,S_2/S_1}}$.

Puisque l'on suppose qu'il n'y a pas de rupture de contact entre les 2 solides et que ce sont des solides indéformables (ils ne peuvent pas s'interpénétrer), le vecteur vitesse $\overrightarrow{V_{I,\,S_2/S_1}}$ est nécessairement contenu dans le plan (π).

Il ne faut jamais utiliser le calcul direct pour calculer une vitesse de glissement !!!!

Condition de roulement sans glissement

La condition de roulement sans glissement en I de S_2/S_1 s'écrit $\boxed{\overrightarrow{V_{I,\,S_2/S_1}} = \vec{0}}$. Cette relation est utile pour de très nombreux mécanismes.

Vitesse de rotation de roulement et vitesse de rotation de pivotement

Le vecteur $\overrightarrow{\Omega_{S_2/S_1}}$ étant donné, on peut le décomposer en la somme de deux vecteurs :

- Le vecteur normal au plan (π) est le vecteur vitesse de rotation de pivotement de S_2/S_1. On le note $\overrightarrow{\Omega_{p\ S_2/S_1}}$.
- Le vecteur contenu dans le plan (π) est le vecteur vitesse de rotation de roulement de S_2/S_1. On le note $\overrightarrow{\Omega_{r\ S_2/S_1}}$.

$$\overrightarrow{\Omega_{S_2/S_1}} = \overrightarrow{\Omega_{p\ S_2/S_1}} + \overrightarrow{\Omega_{r\ S_2/S_1}}$$

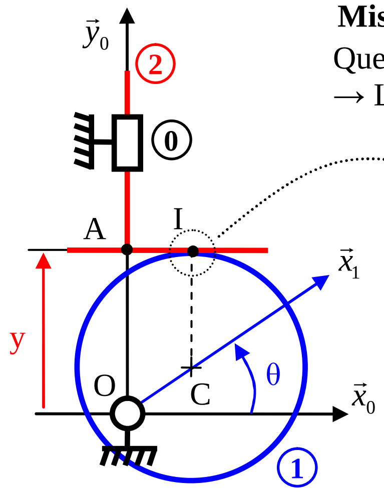
Il est suivant la normale au contact   Il appartient au plan tangent

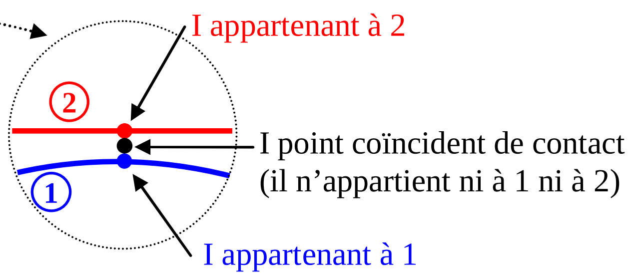
4. Application – Exemple du système de distribution

Mise en évidence du point coïncident de contact

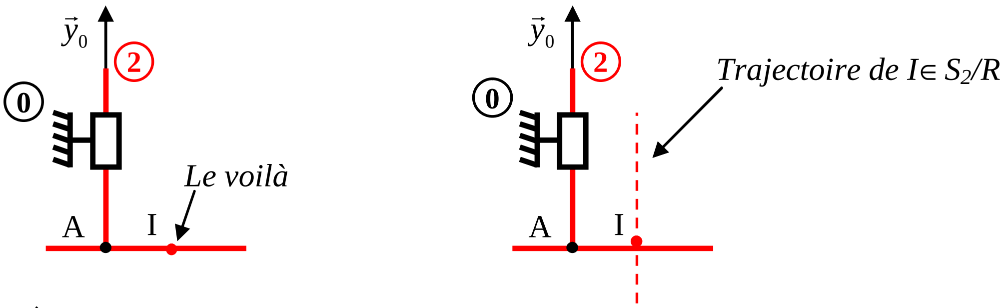
Que constate-t-on et où est le problème ?

→ Le point I peut être défini de plusieurs façons :



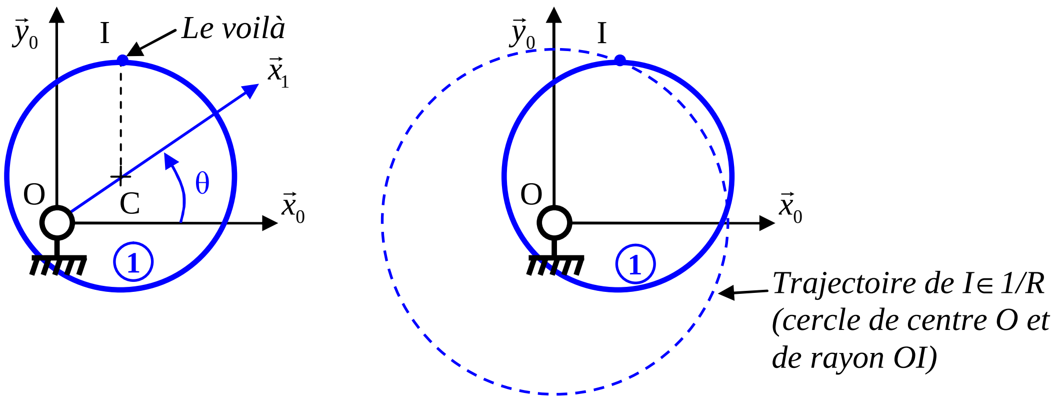


I peut appartenir au solide 2 :



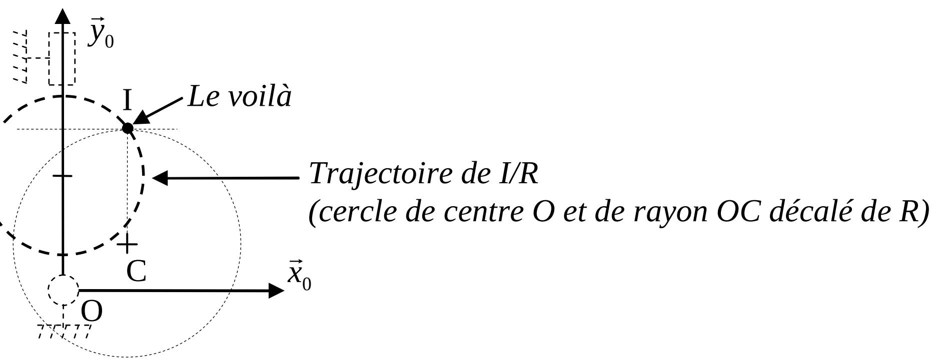
⇨ *Nature du mouvement de I∈ 2/R : translation rectiligne d'axe (A, $\vec{y}_0$)*

I peut appartenir au solide 1 :



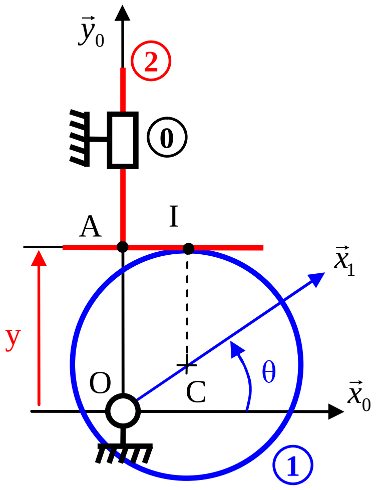
⇨ *Nature du mouvement de I∈ 1/R : rotation autour de l'axe (O, $\vec{z}_0$)*

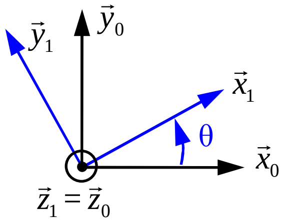
I peut être point coïncident de contact :

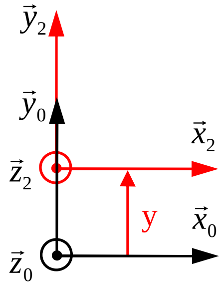


Méthode de calcul du vecteur vitesse de glissement

Objectif : Vitesse de glissement de 2/1 $\overrightarrow{V_{I,\,S_2/S_1}}$







$\overrightarrow{\Omega_{1/0}} = \dot{\theta}.\vec{z}_0$

$\overrightarrow{OC} = e.\vec{x}_1$ $\quad \overrightarrow{CI} = R.\vec{y}_0$ $\quad$ y = f(e, θ , R) = ...

$\boxed{\overrightarrow{V_{I,\,S_2/S_1}}}$

Nature du mouvement de 2/1 : ....

→ ....

....

→ ....

→ ....

....

→ ....

....

→ ....

....

....

....

....

....

....

....

→ ....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....