

# LP.01 Contact entre deux solides, frottement

Maria Ubero Gonzalez

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Applications</b>	<b>3</b>
1.1	Stick-slip . . . . .	3
1.2	Roue motrice . . . . .	4

# Introduction

Regarder le plan de la leçon de Hugo.

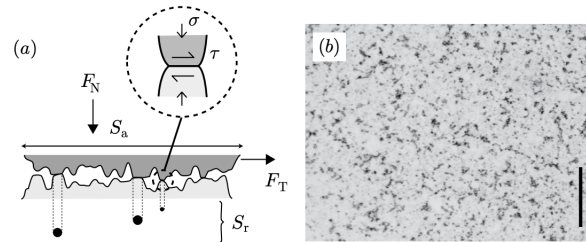


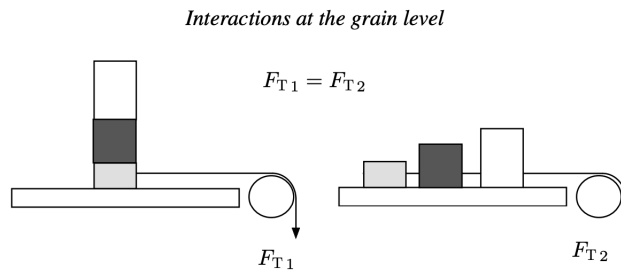
Figure 2.3 (a) Contact between two rough solid surfaces. (b) An interface between two transparent blocks (epoxy resin) imaged by transmission light microscopy (micrograph by Olivier Ronsin). Actual contacts are seen in black. Scale bar: 100  $\mu\text{m}$ .

Vitesse de glissement :  $v_g = v_{I_1/R} - v_{I_2/R}$ .

Dans le cas d'une roue ne pas confondre  $v_g$  et  $v_{I/R}$  c'est à dire la vitesse du point géométrique de contact. Si la roue roule sans glisser sur un support (S2) horizontal fixe :  $v_{I_2/R} = 0$  et  $v_{I_1/R} = v_g = 0$  mais le point géométrique  $I$  se déplace à la même vitesse que O (centre de la roue).

## Expérience Leornard da vinci

Les lois macroscopiques qui gouvernent la friction entre deux solides ont été déterminées expérimentalement en utilisant des blocs glissants. La force nécessaire pour bouger les blocs est indépendante de la surface de contact.



Trois observations on été faites grâce à ce système :

- La force  $F_T$  nécessaire pour faire bouger les blocs est indépendante de la surface de contact. (C'est pareil pour trois blocs placés l'un après l'autre que les trois blocs l'un au dessus de l'autre.
- La force  $F_T$  dépend linéairement de la force normale (ici le poids total des blocs)
- Une fois les blocs commencent à glisser, la force de friction  $F_{Td}$  est plus faible que la force  $F_T$  nécessaire pour commencer le mouvement.

Ces observations ont permis 200 ans plus tard à Amontons (1699) et plus tard à Coulomb (1785) de développer les lois classiques de friction.

# 1 Applications

## 1.1 Stick-slip

tiza pizarra, violin...

On considère un bloc solide de masse  $m$  relié à un ressort de constante  $K$ . Initialement le ressort est au repos et la position du bloc est  $X = 0$ . A  $t = 0$  le ressort est étiré avec une vitesse  $V$ . L'extension du ressort est  $\epsilon = Vt - X(t)$  où  $X(t)$  est la position du bloc.

$F_T$  tension du ressort,  $R_T$  force de friction,  $F_N = mg$ . La dynamique se trouve en deux steps.

OJO : le système est le bloc. La force du ressort est appliqué sur le bloc.

First, il n'y a pas de mouvement du bloc quand  $F_T$  est inférieure à la force de friction statique  $F_{Ts} = \mu_s F_N$ . L'elongation du ressort est simplement  $\epsilon = Vt$ . Une fois que le seuil est atteint, le bloc commence à glisser et la friction est  $R_T = \mu_d F_N$  avec  $\mu_d < \mu_s$ . On applique le PFD :

$$m\ddot{X} = K\epsilon - \mu_d F_N \quad (1)$$

Ce qui donne en termes d'élongation :

$$\ddot{\epsilon} + \frac{K}{m}\epsilon = \frac{\mu_d}{m}F_N$$

Cette équation prévoit que l'élongation du ressort oscille autour de la valeur  $\mu_d mg/K$  (on pose  $\ddot{\epsilon} = 0$ ) avec une pulsation de  $\sqrt{K/m}$ . Cette solution est valide as long as la vitesse du bloc n'est pas nul, ce qui arrive au moment où  $\dot{\epsilon} = V$ . Le bloc est en ce moment stuck again ce qui nous ramène à la première partie de l'analyse.

Le mouvement résultant est une série de "stick" phases dans lesquelles le bloc est immobile et "slip" phases dans lesquelles le bloc glisse sur le sol. Exemple typique de phénomène non linéaire. Cette non linéarité vient du fait que la loi de Coulomb n'est pas linéaire non plus.

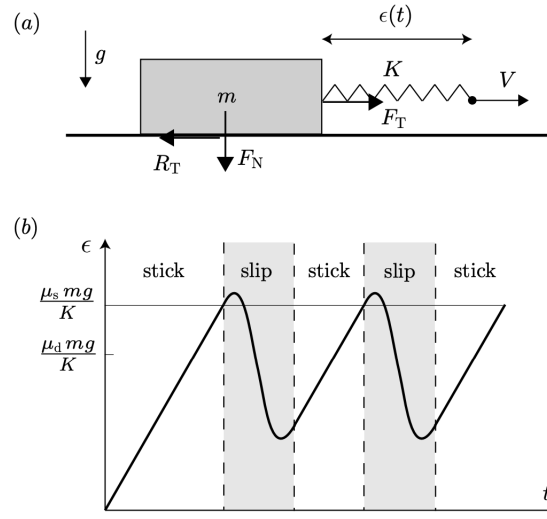


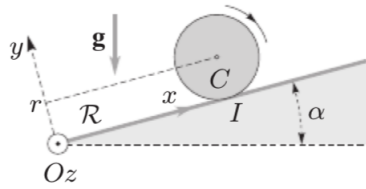
Figure 2.4 (a) A 'stick-slip' experiment. (b) Spring elongation as a function of time.

On voit qu'il y a un moment où le bloc va commencer à bouger. On voit que ce n'est pas tout à fait au moment où  $\epsilon = \frac{\mu_s mg}{K}$  mais pour une valeur un peu plus haut. C'est à cause de l'inertie du système. Le mouvement n'est pas immédiat. Après la masse commence à bouger et la vitesse  $\dot{X}$  est plus grande que  $V$  (pente négative).

Non linéaire. Comme la loi de Coulomb. Analogie avec la craie : avec la craie on appuie sur le tableau, la craie n'est pas infiniment rigide, le ressort modelise ça (si elle était complètement rigide il n'y aurait pas ce phénomène).

## 1.2 Roue motrice

Pag 365 Pérez méca.



OJO on obtient que  $R_T$  est dans le sens du mouvement. Moi ce que je fais c'est supposer qu'elle est contraire au sens du mouvement et finalement je trouve qu'elle est négative.

Il faut un compromis entre pas de glissement et avantage énergétique (on a besoin de  $\mu_s$  grand pour ne pas glisser mais  $\mu_s$  petit pour ne pas dissiper beaucoup d'énergie).