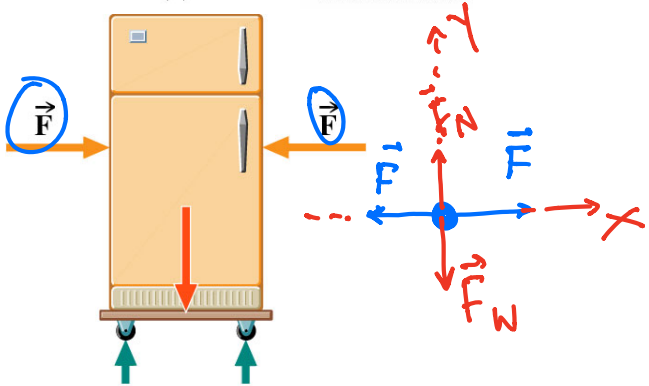
FORCES
(ET FROTTEMENT)

PGC-02

DIAGRAMME DU CORPS ISOLÉ

(a)

© 2001 Brooks/Cole P



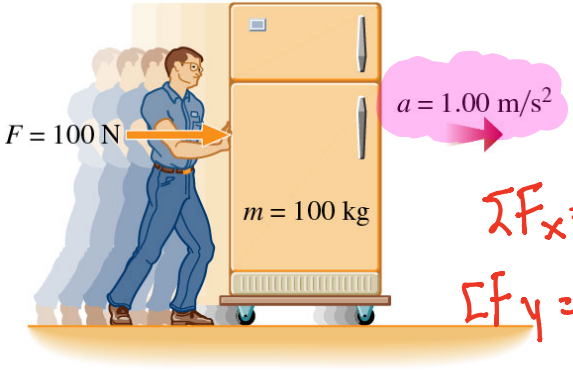
'ublishing ITP

(b)

Statique

$\Sigma F_x = 0$

$\Sigma F_y = 0$

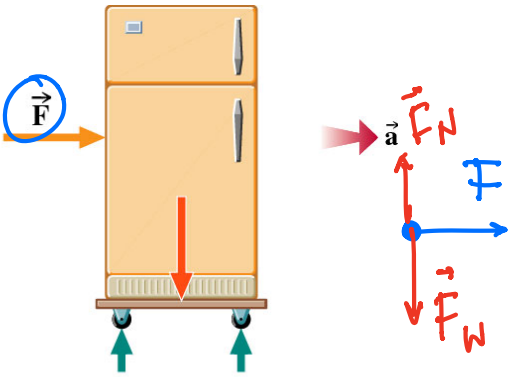


$\Sigma F_x = F$

$\Sigma F_y = 0$

(a)

© 2001 Brooks/Cole Pu



Publishing ITP

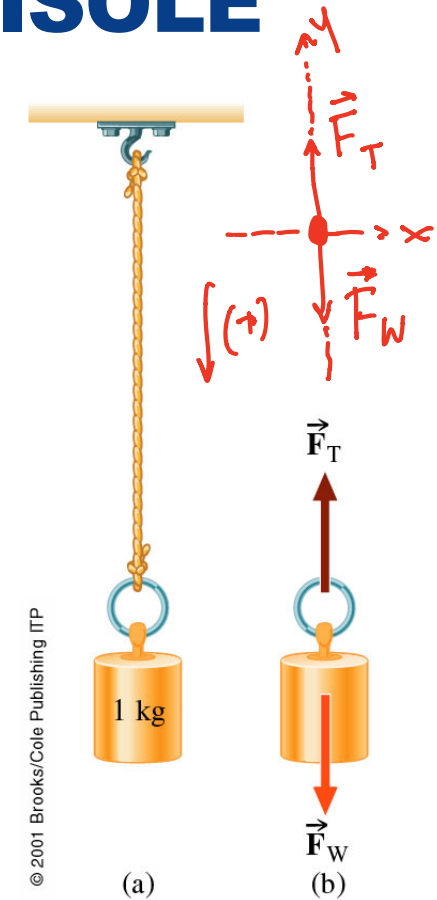
(b)

DIAGRAMME DU CORPS ISOLÉ

$\Sigma F_x = 0$

$\Sigma F_y = 0 = F_W - F_T \Rightarrow$

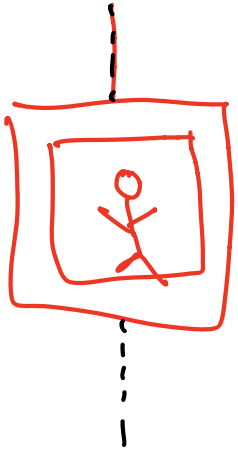
$\Rightarrow F_W = F_T$ Statique!

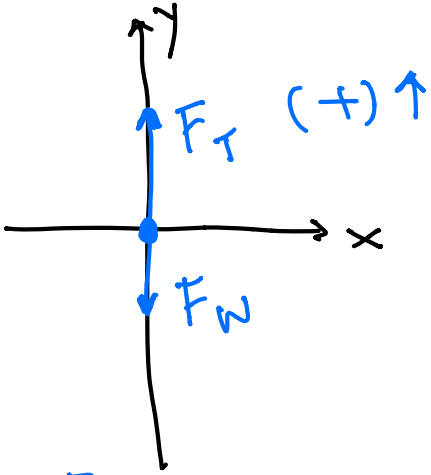


© 2001 Brooks/Cole Publishing ITP

EXEMPLE

Un ascenseur, suspendu d'un câble, monte vers l'étage supérieur. Identifier les forces et dessiner un diagramme de corps isolé pour l'ascenseur.





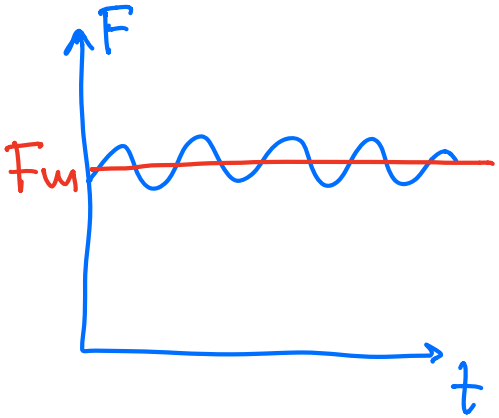
$$\sum F_y = F_T - F_W > 0$$
$$= ma$$

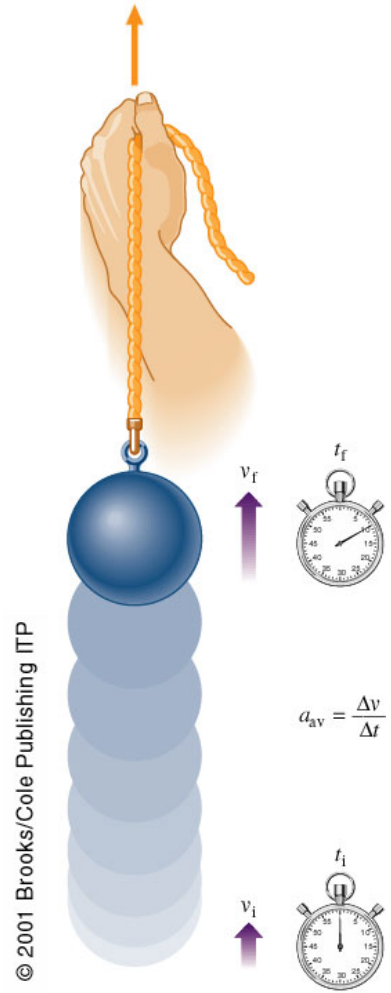
LA FORCE MOYENNE

Δt long

$$a_m = \frac{V_f - V_i}{\Delta t}$$

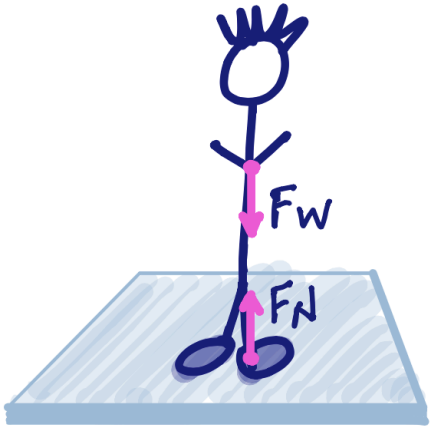
$$F_m = m \cdot a_m$$





$$\bar{F} = m\bar{a}$$

LE POIDS



Le poids est défini comme la force verticale gravitationnelle sur un corps à la surface de la Terre.

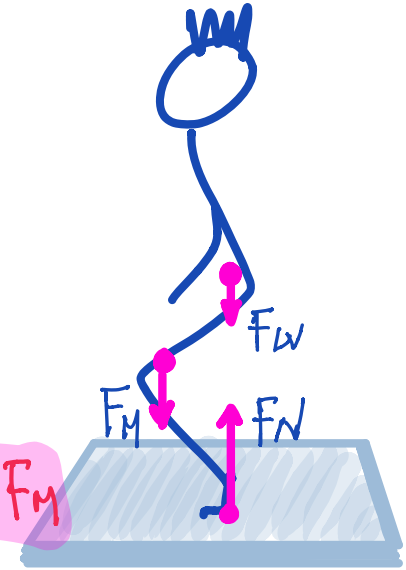
$$\vec{F}_w = m \cdot \vec{g}$$

Cas spécial: la physique du saut.

avant sauter $\quad \Sigma F_y = 0 \Rightarrow F_N = F_W + F_M$

pendant saute $\quad \left.\begin{array}{l} \Sigma F_y = ma = F_W - F_N \\ F_N = F_W + F_M \end{array}\right\} \Rightarrow$

$$\Sigma F_y = F_W - (F_W + F_M) \Rightarrow \Sigma F_y = -F_M$$



LE PLAN INCLINÉ

$\Sigma F_x = ma$

$\Sigma F_y = 0$

La force gravitationnelle agit strictement vers le bas. Mais par rapport au plan incliné elle a deux composantes:

$F_{W\parallel}$ parallèle au plan. $F_{W\parallel} = F_{Wx}$

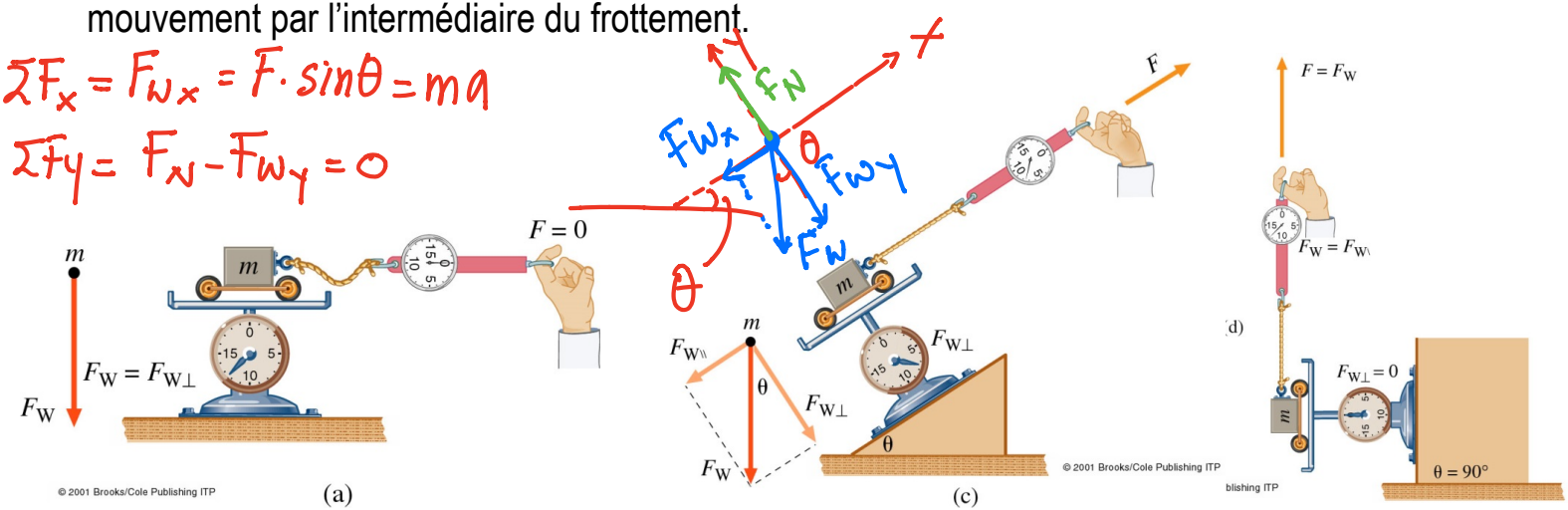
$F_{W\perp}$ perpendiculaire au plan. $F_{W\perp} = F_{Wy}$

Seuls les mouvements le long du plan incliné sont possibles → Ils sont dus à $F_{W\parallel}$, F_{Wx}

Nous verrons plus loin que F_{Wy} bien que compensée par la réaction du plan, affecte le mouvement par l'intermédiaire du frottement.

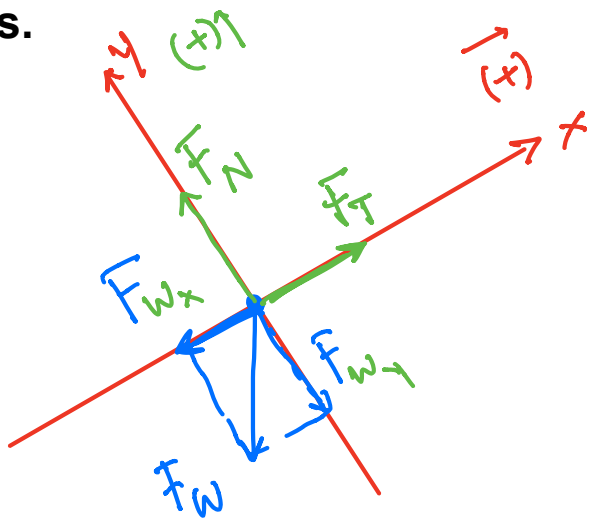
$\Sigma F_x = F_{Wx} = F \cdot \sin\theta = ma$

$\Sigma F_y = F_N - F_{Wy} = 0$



SKIER PULLED UP A HILL

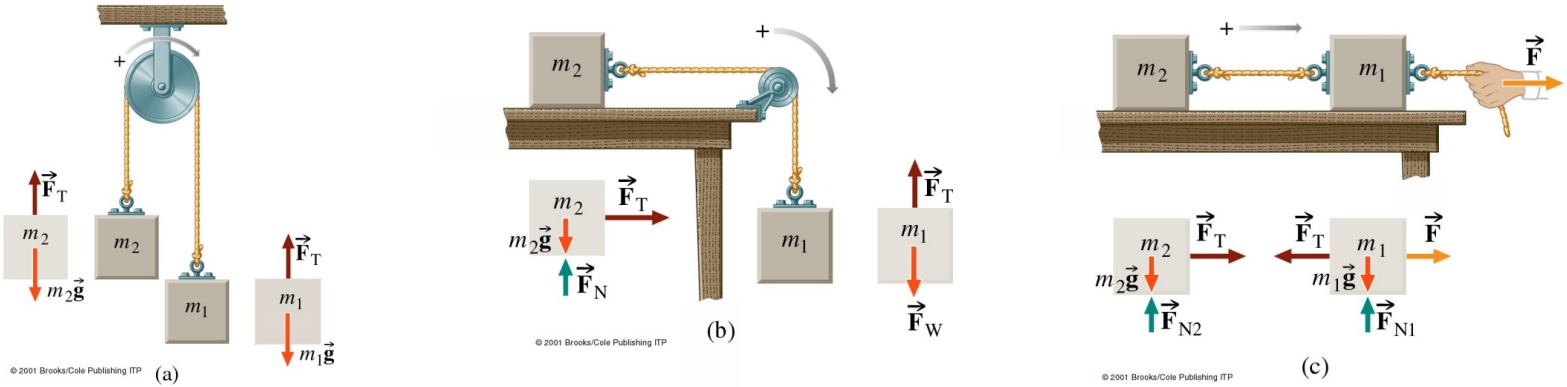
Dessiner un diagramme de corps isolé pour le skieur à coté. On néglige les frottements.



$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow F_N = F_{Wy}$$

$$\Sigma F_x = F_T - F_{Wx} = ma$$

MOUVEMENTS COUPLÉS



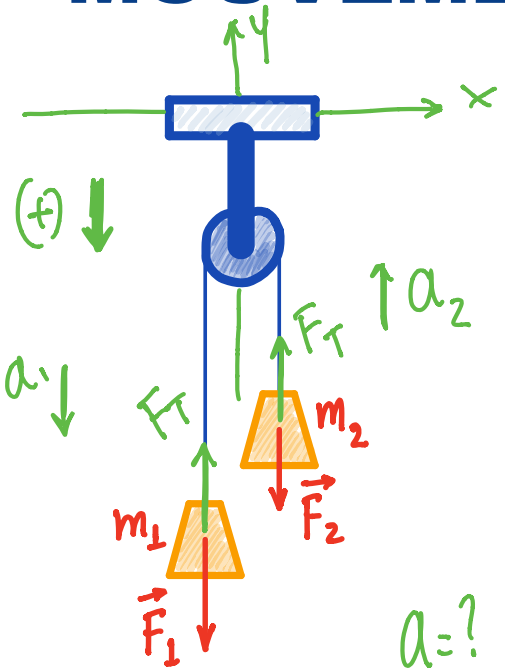
Les deux masses dans les exemples ci-dessus sont reliées par une corde de longueur fixe :

- Les poulies sont légères et sans frottement, il n'y a donc pas de force tangentielle et la tension est constante le long de chaque corde.
- Nous négligeons aussi les frottements des surfaces.

La 2ème loi de Newton permet d'écrire deux équations couplées et déterminer deux inconnues (F_T et a).

MOUVEMENTS COUPLÉS

La machine d'Atwood



$m_1 > m_2$

$a_1 = -a_2 = a$

$a = ?$

$F_T = ?$

$m_1: \ \Sigma F_1 = m_1 \cdot a = F_{W_1} - F_T$ (1)

$m_2: \ \Sigma F_2 = -m_2 \cdot a = F_{W_2} - F_T$ (2)

$m_1 \cdot a = m_1 \cdot g - F_T$ (1)

$-m_2 \cdot a = m_2 g - F_T$ (2)

(1) − (2) ⇒ $a = \dots$ (3)

(1) $\xrightarrow{(3)}$ ⇒ $F_T = \dots$

$(\Sigma F_2 = m_2 a_2 = -m_2 a)$

LE FROTTEMENT

L'expérience quotidienne montre qu'en l'absence de force motrice, tout objet en mouvement fini par s'arrêter, en violation apparente de la première loi de Newton.

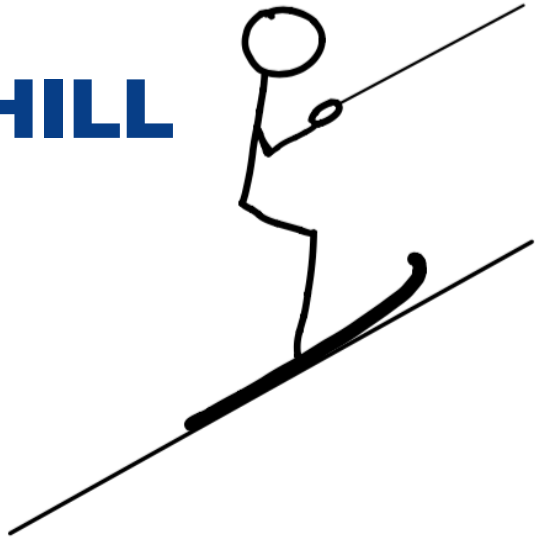
La deuxième loi nous dit qu'il faut une force pour décélérer le mouvement : c'est la force de frottement.

Il y a deux formes principales de frottements :

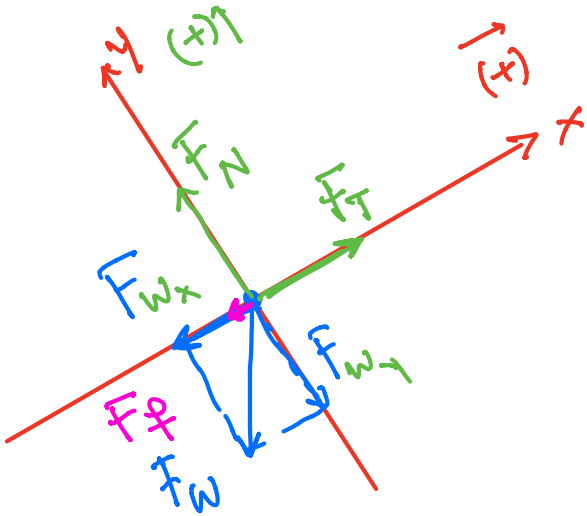
- le frottement **cinétique** qui s'oppose à un mouvement déjà établi.
- le frottement **statique** qui empêche un mouvement de démarrer.

L'origine du frottement est l'interaction électromagnétique des atomes qui forment les solides, les liquides et les gaz.

SKIER PULLED UP A HILL

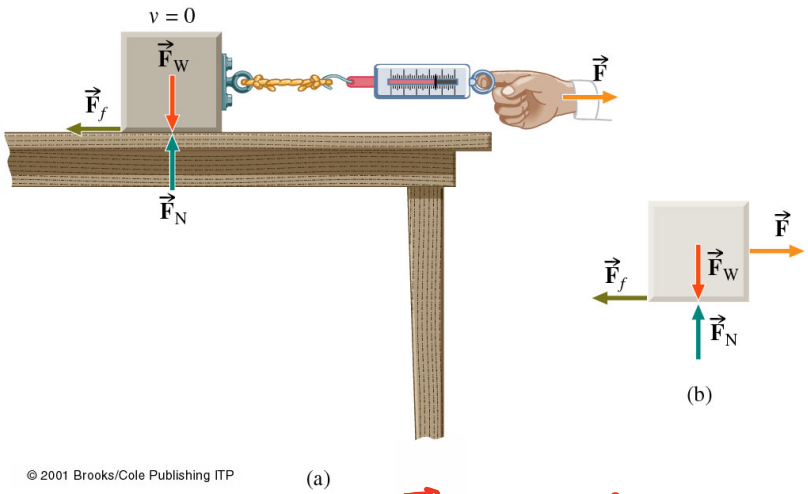


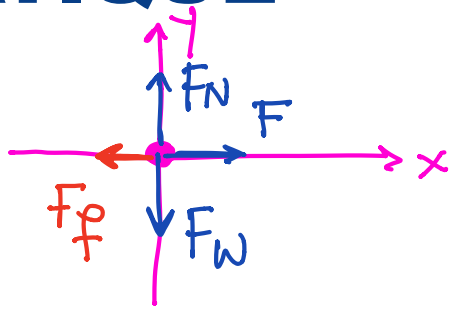
Dessiner un diagramme de corps isolé pour le skieur à coté.



$$\Sigma F_x = F_T - F_{Wx} - F_f = ma$$

LE FROTTEMENT STATIQUE





$\vec{F}_f \parallel$ surface

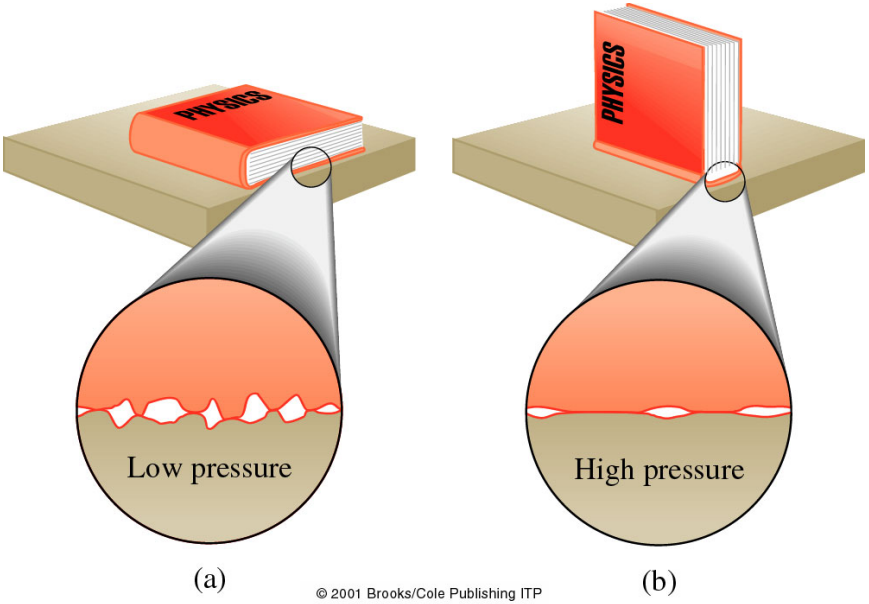
$\Sigma F_x = F - F_f = ma = 0 \rightsquigarrow F_f = F \rightsquigarrow F_f^{max}$

LE FROTTEMENT STATIQUE

$$F_f^{\max} = \mu_s F_N$$

Matériaux	μ_s
Acier sur glace	0.1
Acier sur acier, sec	0.6
Acier sur acier, lubrifié	0.1
Bois sur bois	0.5
Téflon sur acier	0.04
Chaussures sur glace	0.1
Bottes de montagne sur rocher	1.0
Pneus de voiture sur béton sec	1.0
Caoutchouc sur asphalte	0.6

LE FROTTEMENT STATIQUE



LE FROTTEMENT CINÉTIQUE

$$F_f = \mu_c F_N$$

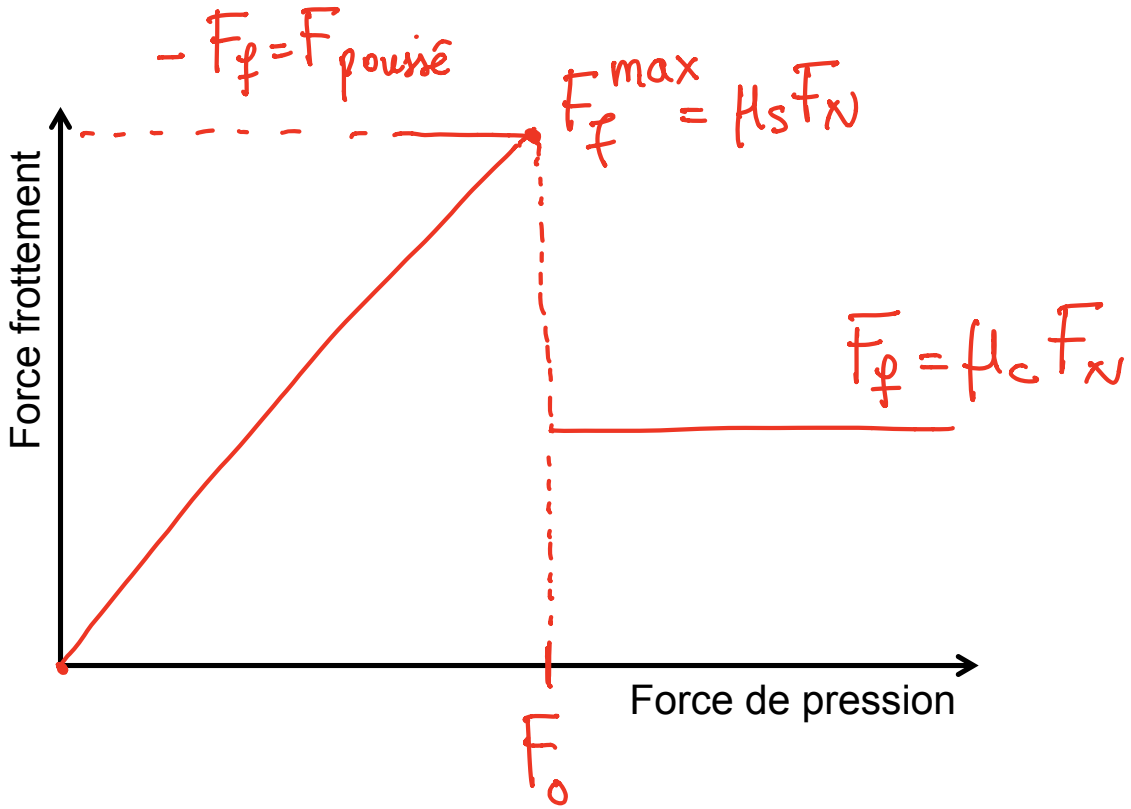
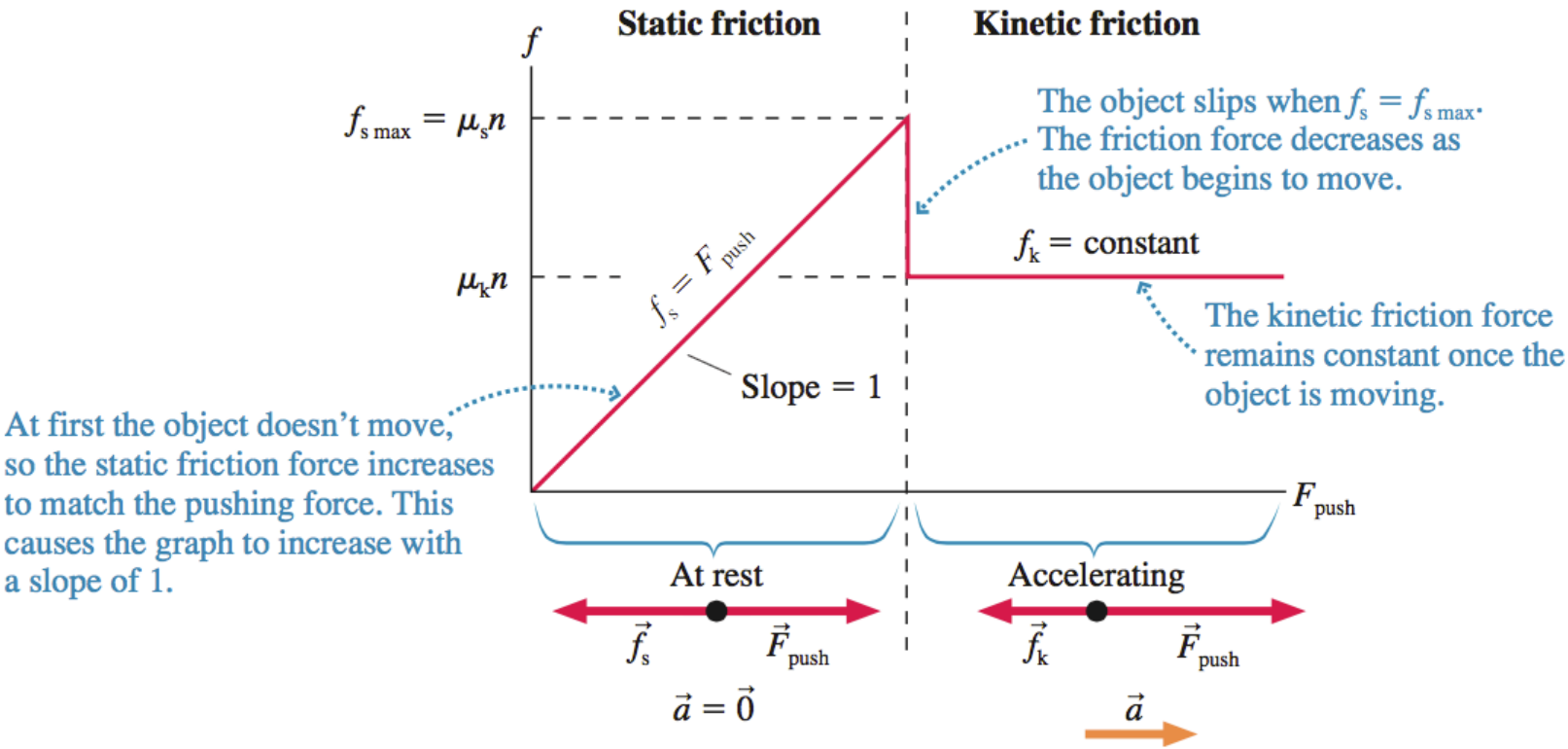
Matériaux	μ_s	μ_c
Acier sur glace	0.1	0.05
Acier sur acier, sec	0.6	0.4
Acier sur acier, lubrifié	0.1	0.05
Bois sur bois	0.5	0.3
Téflon sur acier	0.04	0.04
Chaussures sur glace	0.1	0.05
Bottes de montagne sur rocher	1.0	0.8
Pneus de voiture sur béton sec	1.0	0.7
Caoutchouc sur asphalte	0.6	0.4

LE FROTTEMENT AVEC ROULEMENT

La roue facilite considérablement le transport des charges par rapport au glissement. La raison est qu'en roulant sans glisser sur une surface, on élimine le frottement statique et le frottement dynamique. Mais comme il y a aussi propulsion, il y a forcément frottement.

$$F_f = \mu_r F_N$$

FROTTEMENT ET MOUVEMENT



FROTTEMENT ET MOUVEMENT