

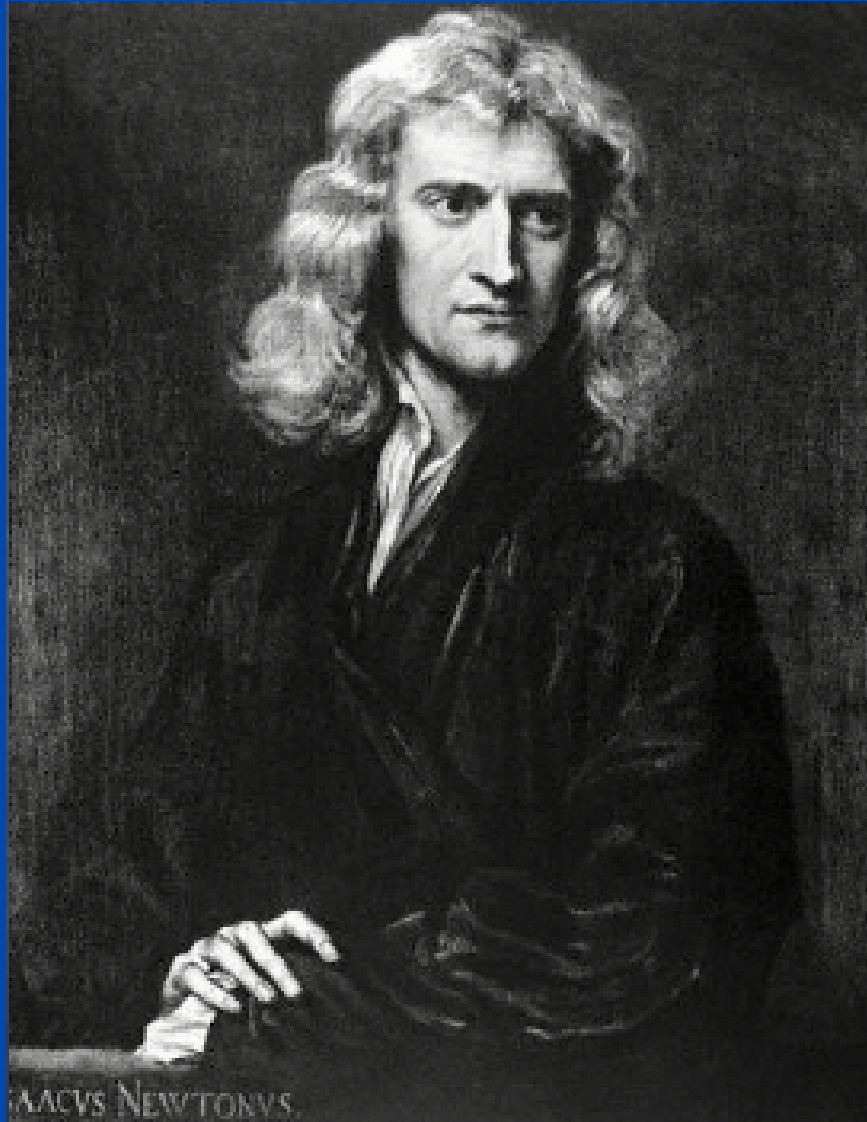
Statique et Dynamique

- Lois de Newton -

- Loi d'**inertie**
- Loi fondamentale de la **dynamique**
- Loi de l'**action** et de la **réaction**.

C'est en 1687 que Newton publia ses *Principia*, contenant la formulation définitive des lois de la Mécanique, pressenties par :

- Aristote (-384 à -322) : première notion de *mouvement naturel* (contre *mouvement forcé*),
- Galilée (1564-1642) : *mouvement naturel* possible si pas de frottements,
- Descartes (1596-1650) : pas de variation de vitesse pour un *mouvement naturel* (mvt rectiligne uniforme).



Newton ajoute aux acquis de ces prédécesseurs une définition de la **force**.

Pour Newton la **force** est la cause du changement du mouvement.

Un écart au *mouvement naturel* fournit ainsi une mesure directe de la **force**.

Première loi de Newton : principe d'inertie

Cette loi définit ce *mouvement naturel* de la façon suivante :

Si on prend un corps sur lequel la somme des forces est nulle, ce corps va être animé d'un mvt rect. uniforme (i.e. un mvt pour lequel le vecteur vitesse est une **cste**).

Le repos devient un cas particulier (**cste=0**).

Mais... a-t-on jamais vraiment $\Sigma \mathbf{F} = \mathbf{0}$ dans la nature ?

Sur Terre : problème des forces de frottement

Dans l'espace : problème des forces de gravitation

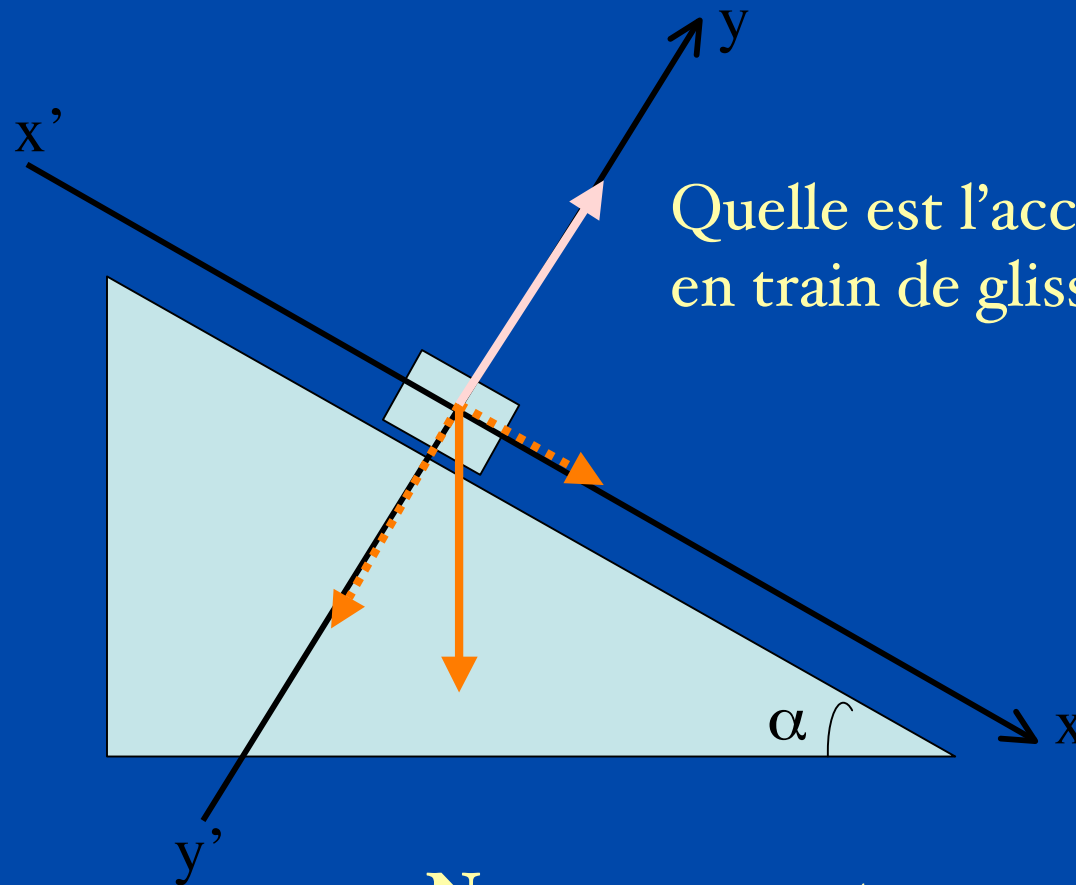
Deuxième loi de Newton : principe fondamental de la dynamique

La force est un agent du changement pour le mouvement. C'est ce qui modifie le mouvement. C'est-à-dire ce qui modifie le vecteur vitesse \mathbf{v} (module et/ou direction de ce vecteur). Et on a :

$$\Sigma \mathbf{F} = m \, d\mathbf{v}/dt = m \, \mathbf{a}$$

Donc : si j'exerce une force pendant un temps dt , je modifie le mouvement par une variation $d\mathbf{v}$ du vecteur vitesse.

Deuxième loi de Newton : Exemple



Quelle est l'accélération de ce mobile en train de glisser sur le plan incliné ?

$mg = \text{poids}$

$\mathbf{N} = \text{réaction du plan}$

or : $\mathbf{N} = -$ composante normale au plan du poids

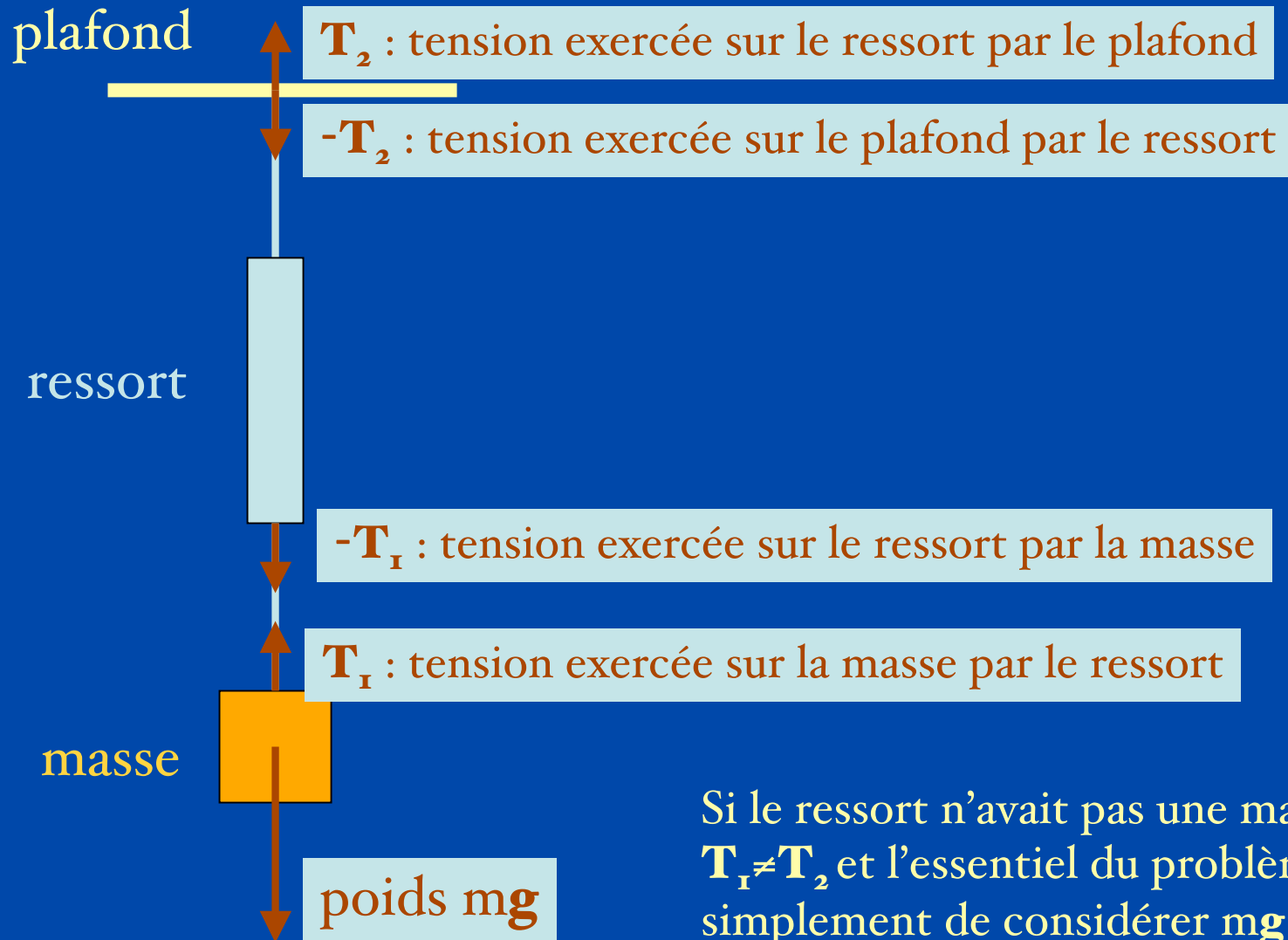
On peut donc faire le bilan des forces, écrire la 2^{me} loi de Newton, projeter sur les axes $x'x$ et $y'y$... et en tirer que : $a_x = g \sin \alpha$ et $a_y = 0$.

Troisième loi de Newton : principe d'action et de réaction

Lorsqu'on a deux corps en interaction, ils exercent l'un sur l'autre des forces qui sont égales et opposées entre elles : $\mathbf{F}_{1 \rightarrow 2} = -\mathbf{F}_{2 \rightarrow 1}$

C'est une loi moins systématiquement appliquée que la 2me loi de Newton, mais tout aussi fondamentale...

Troisième loi de Newton : Exemple



Si le ressort n'avait pas une masse négligeable : $\mathbf{T}_I \neq \mathbf{T}_2$ et l'essentiel du problème ne serait plus simplement de considérer mg et \mathbf{T}_I ...

Validité des lois de Newton

- Elles ne sont pas vraies au niveau atomique
⇒ mécanique quantique (mouvement d'un électron, etc.)
- Elles ne sont plus vraies lorsque v devient de l'ordre de c
⇒ relativité d'Einstein
- Elles ne sont valables que dans des référentiels inertiels
(comme la Terre, pas comme dans un référentiel accéléré)

Complément : les forces de frottements

On peut considérer deux types de forces de frottements :

- **les forces de frottements de type visqueux**

Elles sont proportionnelles à la vitesse : $\mathbf{f} = -k \mathbf{v}$

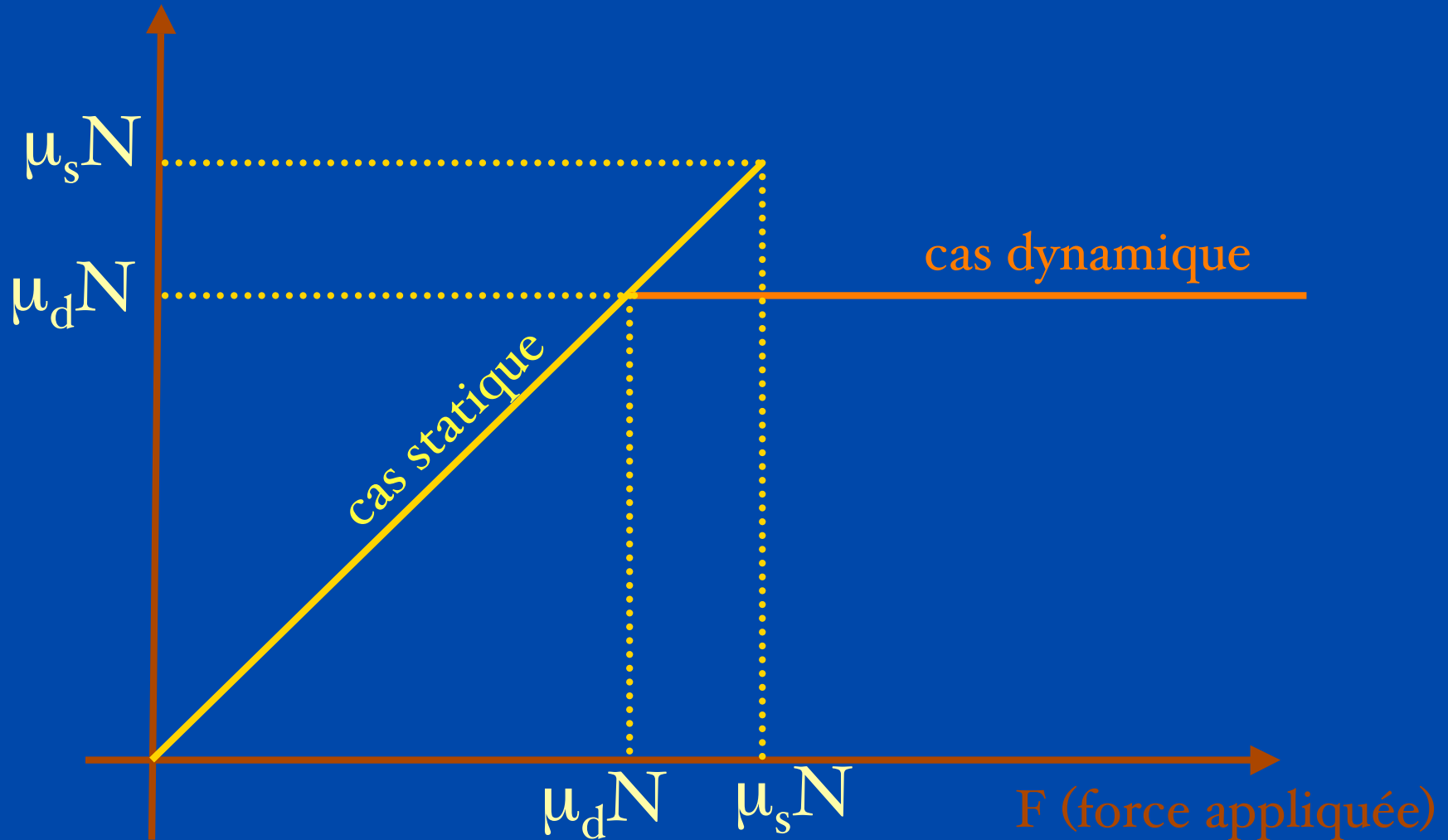
- **les forces de frottements solide-solide (ou frott. secs)**

Leur module est proportionnel à celui de la réaction du plan :
 $f = \mu N$

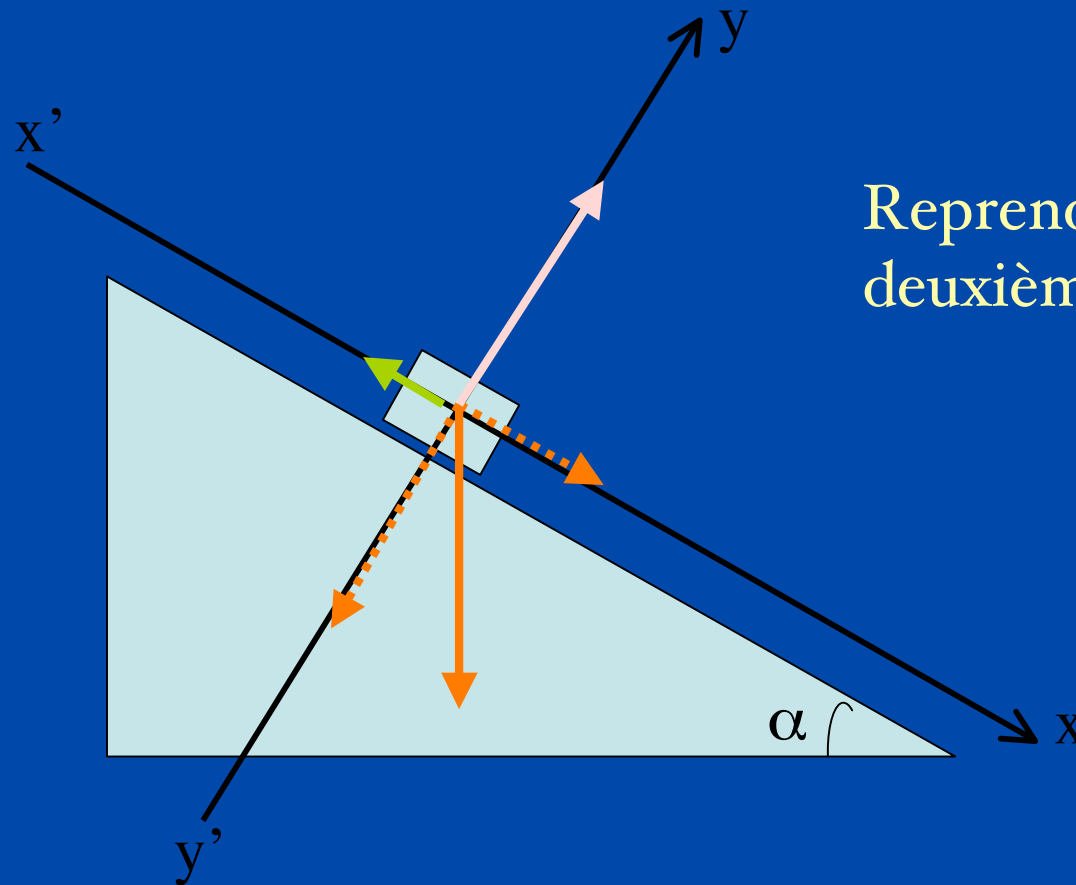
Il en existe de deux types : **statiques** et **dynamiques**, avec des coefficients μ_s et μ_d *a priori* différents et tels que : $\mu_d \leq \mu_s$

Forces de frottements secs statiques et dynamiques

f (force de frottements)



Forces de frottements secs : Exemple



Reprenons l'exemple relatif à la deuxième loi de Newton :

\mathbf{mg} = poids

\mathbf{N} = réaction du plan

\mathbf{f} = frottements secs

Quelle est cette fois-ci l'accélération du mobile ?

(Exercice 1)