

## TRAVAIL et PUISSANCE des FORCES de FROTTEMENT

Les actions de contact d'un solide sur un autre se modélisent par deux forces, une normale et une tangentielle, agissant sur une petite surface de contact.

Dans l'approximation d'un contact *ponctuel*, le moment de ces forces par rapport à un axe passant par le point de contact est nul. On parle alors de *frottement de glissement*. C'est dans cette approximation qu'on se place.

La force tangentielle, souvent notée  $T$ , est la force de frottement. (La force normale est la réaction de support).

**La force de frottement s'oppose à un éventuel glissement :  $\delta W_{\text{frott}} < 0$      $P_{\text{frott}} < 0$     ( $\delta W = P dt$ )**

Remarque : comme le travail et la puissance font intervenir un déplacement ou une vitesse, il faut préciser dans quel référentiel on les détermine. Il est convenu ici que l'observateur se place sur le support. Ainsi, dans le cas général d'un support mobile,  $P_{\text{frott}} = \vec{T} \cdot (\vec{v}_{\text{solide}} - \vec{v}_{\text{support}}) = \vec{T} \cdot \vec{v}_g$  où  $\vec{v}_g = \vec{v}_{\text{solide}} - \vec{v}_{\text{support}}$  est la vitesse de glissement.

Le cas du mouvement de solide sans glissement est le *roulement sans glissement* :  $\vec{v}_g = \vec{0}$  mais  $\vec{T} \neq \vec{0}$

On comprend alors que :

Le **glissement** conduit à  $\delta W_{\text{frott}} < 0$  et  $P_{\text{frott}} < 0$  quand ils sont calculés **par rapport au support**.

Le **roulement sans glissement** conduit à  $\delta W_{\text{frott}} = 0$  et  $P_{\text{frott}} = 0$  car la **vitesse de glissement est nulle**.

Quel sens prévoir pour la force de frottement lorsqu'il y a roulement sans glissement ?

Prévoir intuitivement (sans application préalable des théorèmes) demande un peu de prudence. A priori mieux vaut ne pas prévoir et **appliquer les théorèmes avec des réactions tangentielles algébriques**.

Si on cherche toutefois à utiliser notre bon sens, voilà comment on peut s'en sortir éventuellement. Rappelons : La force de frottement s'oppose à un *éventuel* glissement. Son sens va dépendre s'il s'agit d'une roue motrice ou non. (par exemple pour un vélo la roue motrice est la roue arrière, lancée par les pédales et la roue non motrice est la roue avant).

Raisonnons lors d'un démarrage (car c'est plus facile)

Roue motrice  $\vec{T}$  est dans le sens du mouvement du véhicule (par rapport au support) : c'est une force *motrice*.

Roue non motrice  $\vec{T}$  est dans le sens inverse : c'est une force qui *freîne*.

En effet :

Pour une *roue motrice* : au démarrage, si ça patine sur place parce que la chaussée est trop glissante, la vitesse de glissement de la roue sera opposée au mouvement souhaité. Pour pouvoir effectivement avancer dans le sens voulu ; il faut donner un coefficient de frottement au sol ; la force de frottement est opposée au sens de glissement qui serait dû à un éventuel patinage lors du démarrage. Donc  $\vec{T}$  est dans le sens voulu du véhicule. (Rappelons que lorsque le véhicule avance, la roue roule sans glisser et on a bien  $\delta W_{\text{frott}} = 0$ ).

Pour une *roue non motrice* : elle n'est pas lancée par un système mécanique. Elle suit le mouvement d'ensemble voulu du véhicule. Si elle glisse, elle glisse donc dans le même sens. Donc  $\vec{T}$  est en sens inverse du mouvement. (Et comme pour la roue motrice, puisqu'elle roule sans glisser  $\delta W_{\text{frott}} = 0$ ).

Mais ce raisonnement devient moins facile dans un autre cas, par exemple d'une roue déjà en rotation mais qui tourne de moins en moins vite. On trouvera alors que  $T$  est dans le sens du mouvement du véhicule pour la roue avant (non motrice), çà-d le résultat *inverse* du moment de démarrage.

Pour approfondir consulter l'exercice sur le système-vélo.