

### 3. Que faire? Freiner!

Auteurs	: Equipe La main à la pâte (plus d'infos)
Résumé	: « Freiner » est une fonction importante qui existe dans tout système qui permet de se déplacer. En effet, elle permet par exemple au conducteur de ralentir sa vitesse et de contrôler son véhicule.
Publication	: 13 février 2013

#### De quoi s'agit-il?

« Freiner » est une fonction importante qui existe dans tout système qui permet de se déplacer. En effet, elle permet par exemple au conducteur de ralentir sa vitesse et de contrôler son véhicule.

Les systèmes de freinage ont beaucoup évolué depuis les années 1500, on est passé du frein à pièces de bois, au frein à disques, en passant par le frein à levier et aux freins à tambours. Les fluides (air comprimé et huile) ont été largement utilisés pour transmettre les efforts. Les plaquettes de frein ont permis de grandes avancées dans les performances au freinage. Les matériaux fabriqués permettent de freiner plus fort, et d'en supporter les contraintes.

« Freiner » consiste à « ralentir les mouvements », c'est-à-dire « diminuer l'énergie cinétique ». Tous les systèmes de freinage doivent donc satisfaire à cette définition. Or, l'énergie se conservant, il devient indispensable de transformer l'énergie cinétique en une autre énergie. La plupart du temps, c'est de la chaleur qui est créée. En effet, la plupart des systèmes de freinage utilisent le frottement de deux pièces, l'une sur l'autre, pour limiter leur mouvement relatif. Or le frottement crée de la chaleur, ce qui peut se ressentir lorsque deux mains frottent l'une sur l'autre. On voit donc que pour satisfaire la fonction freiner, il est absolument essentiel d'utiliser des matériaux qui ont un grand coefficient de frottement. Ce coefficient de frottement est défini dans une autre fiche, où le phénomène de frottement, et la capacité des matériaux à avoir un grand coefficient de frottement, sont décrits.

Il faut aussi remarquer que l'effort que le conducteur exerce pour freiner (sur la pédale de frein, par exemple) est largement plus faible que l'effort que le véhicule subit lors de son ralentissement. Il faut donc avoir des systèmes de freinage qui amplifient les efforts. Ils doivent également supporter les fortes températures. Comment les systèmes de frein arrivent-ils, par un choix judicieux de matériaux et de formes particulières, à satisfaire toutes ces contraintes? Une réponse à cette question est apportée ci-dessous.

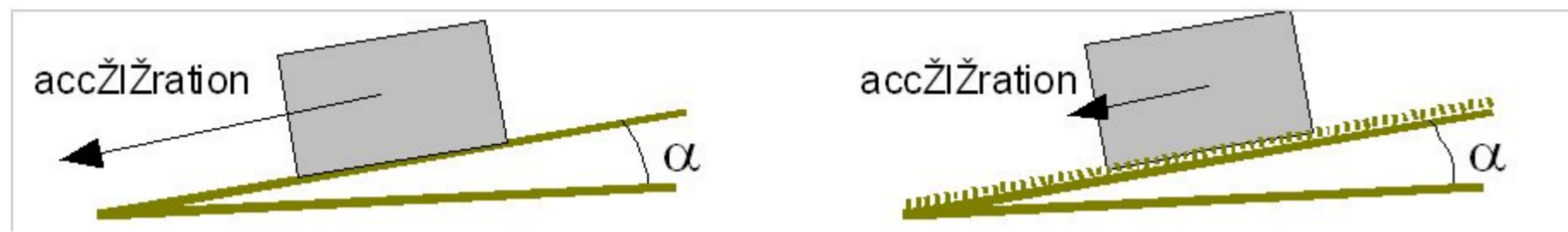


Illustration du frottement : quand on change la nature du revêtement du sol, pour en prendre un plus « rugueux » (à gauche), la pièce accélère moins vite.

A partir d'un certain angle  $\alpha$  la pièce commence à se déplacer, et accélère. Si jamais on change le revêtement du plan incliné pour une surface plus rugueuse, la pièce accélérera moins vite, car la force de frottement sera plus grande.

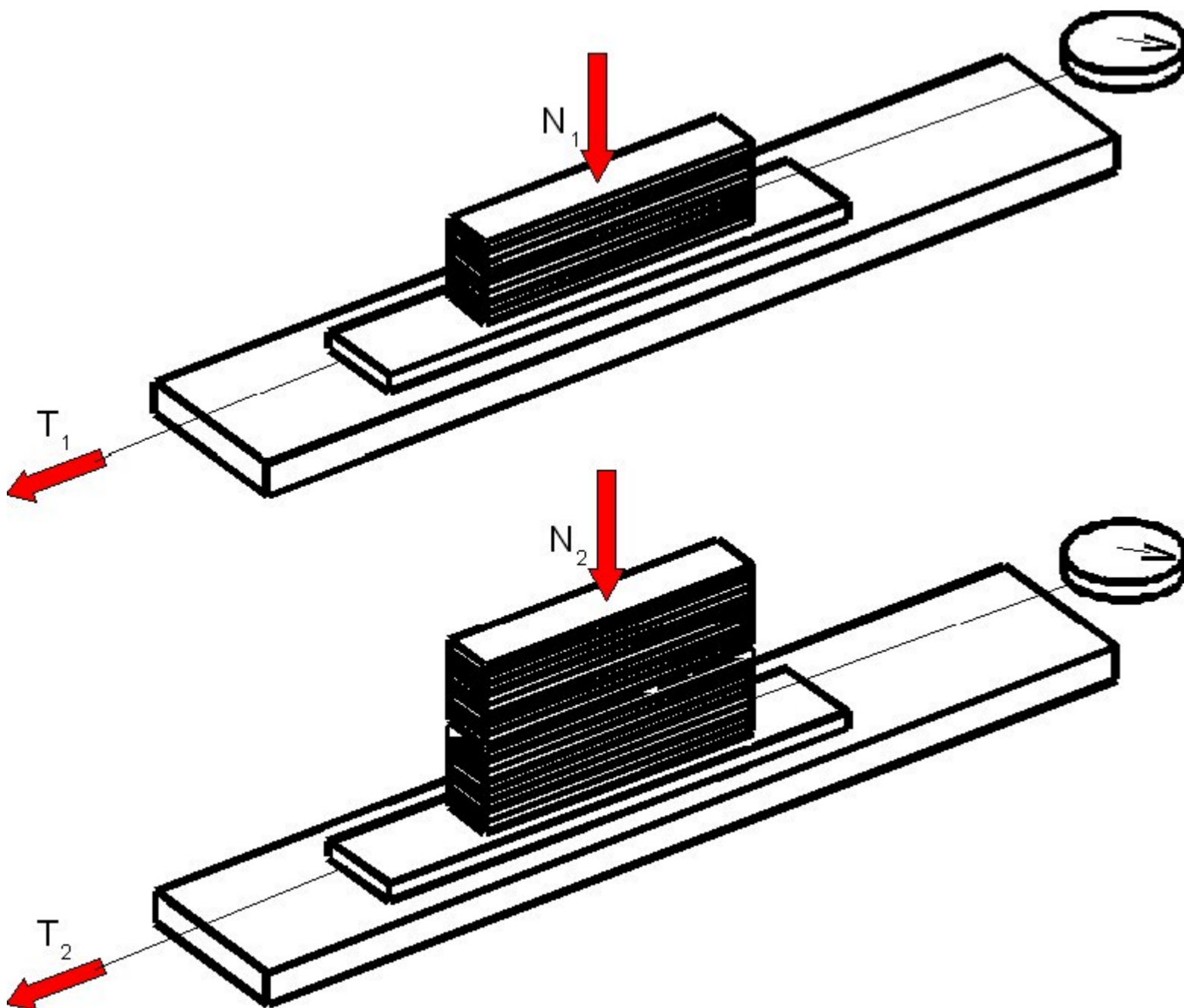
Enfin, il faut noter que dans tous les cas, dès que ça frotte, ça s'use (des micro-obstacles sont arrachés). On voit donc apparaître, sur chaque solide qui est en frottement, des traces liées à l'usure des pièces.



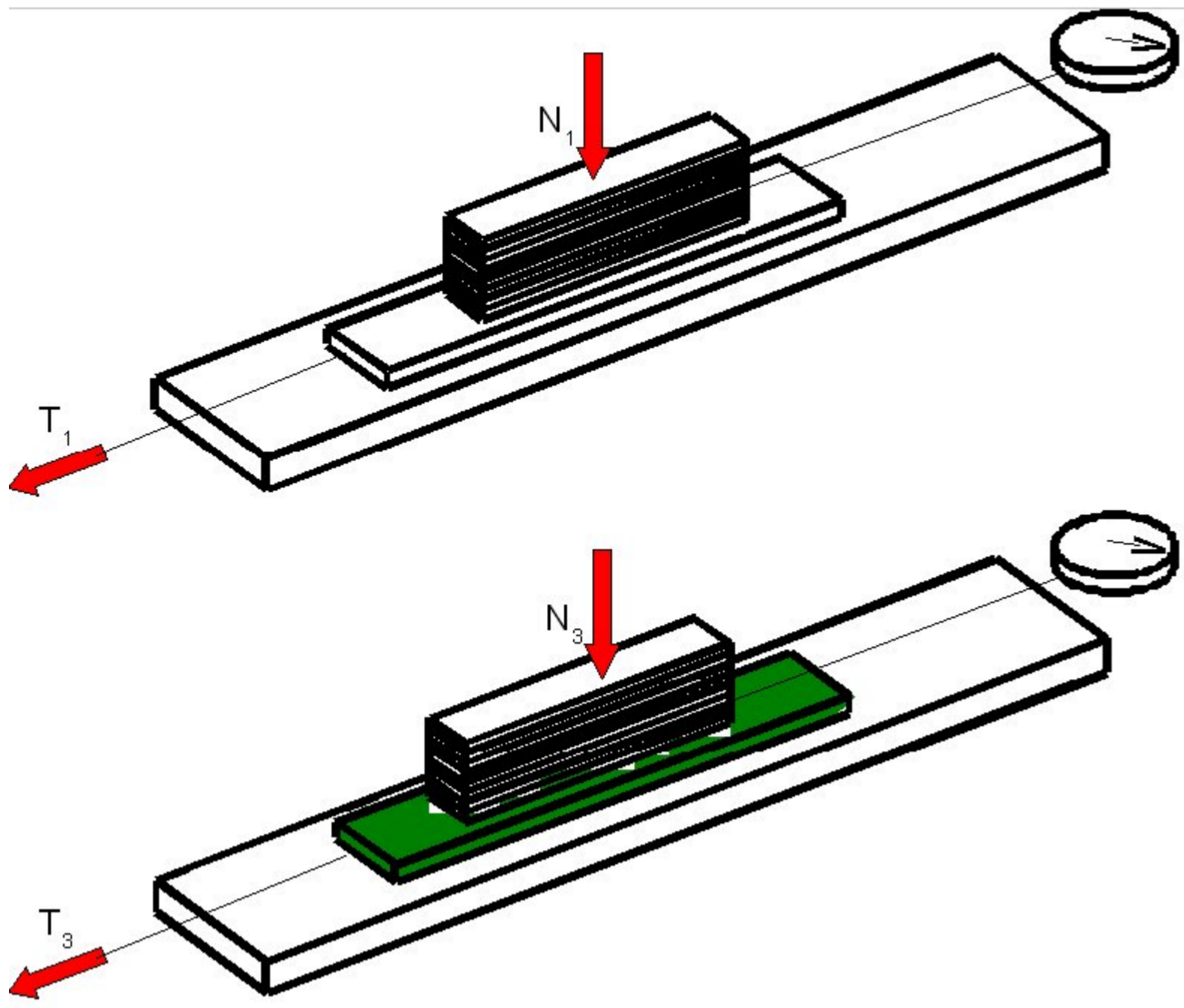
Illustration de l'usure sur un pneu (avec des zones qui deviennent lisses) et sur une route (bitume lisse et diminution de l'éclat des peintures), par arrachage de micro-particules.

#### Que faire?

- On déplace une plaque sous une masse. On mesure  $N_1$  et  $T_1$  (efforts normal et tangentiel pour une masse donnée) et  $N_2$  et  $T_2$  (efforts normal et tangentiel pour une autre masse donnée) lorsque la plaque bouge.
- On constate que  $T_1/N_1 = T_2/N_2$ , qui est le coefficient de frottement.



- Ensuite, on déplace deux plaques sous une même masse. Les plaques sont de natures différentes (un lisse et un rugueux). On mesure  $N_1$  et  $T_1$  (efforts normal et tangentiel pour le plan lisse) et  $N_3$  et  $T_3$  (efforts normal et tangentiel pour la plane rugueux) lorsque la masse bouge. On a  $N_1 = N_3$ , vu que c'est la même masse qui appuie sur les plaques.
- On constate que  $T_1/N_1 < T_3/N_3$ , car le coefficient de frottement est plus faible dans le deuxième cas.



### Les différents systèmes de freinage

#### Que savoir?

Il existe différents types de systèmes de freinage, selon les applications industrielles, et l'importance du mouvement à ralentir. La plupart du temps, néanmoins, on trouve des freins à disques ou des freins à tambour.

Le frein à disque, on le retrouve, par exemple, sur le vélo, sur les scooters, dans les voitures, et sur le TGV. Il est principalement constitué de deux disques qui viennent frotter axialement sur un disque en rotation.

Le frein à tambour, quant à lui, est présent, par exemple, sur une trottinette, sur le métro et sur les roues arrières de certaines voitures. Il est principalement constitué de deux disques qui viennent frotter radialement sur un disque en rotation.



Exemples de freins à disque sur un vélo (haut gauche) et un scooter (bas gauche) et d'un frein à tambour sur une trottinette (haut droite) et une roue arrière de voiture (bas droite).

L'ABS est un système qui limite les efforts de freinage (principalement en limitant la pression du fluide dans les pistons qui poussent sur les plaquettes), lorsque les roues commencent à patiner. Le freinage devient plus faible, mais les roues ne patinent plus, et la voiture, qui ne dérape pas, reste contrôlable.

D'après les expériences précédentes sur le frottement, le freinage est aussi limité par l'effort normal  $N$  au contact. En effet, d'après les lois du frottement de Coulomb, on a  $T/N < f$  ( $f$  coefficient de frottement, voir la fiche « Le frottement »). Donc pour pouvoir freiner plus (et donc avoir une force de freinage  $T$  plus grande), il faut un grand  $N$ . C'est pour cela que sur une moto, par exemple, 70% du freinage se fait sur la roue avant, car en décélération, il y a plus de poids (relatif) sur la roue avant (c'est le transfert de masse), et donc plus d'effort  $N$ .

Par ailleurs, une solution pour freiner plus fort est d'utiliser des matériaux à fort coefficient de frottement. Les progrès récents ont permis d'optimiser le coefficient de frottement entre deux matériaux. Néanmoins, parfois il devient insuffisant. C'est le cas, par exemple, du coefficient de frottement entre les roues d'un TGV et les rails, lorsqu'il y a du gel. Les motrices des TGV sont donc équipées d'un bac à sable, et peuvent projeter des grains de sable sur les voies, pour augmenter le coefficient de frottement.

## Addons

Enfin, lorsque deux pièces frottent l'une sur l'autre (ce qui est le cas dans un frein), on observe un dégagement de chaleur. Il est donc absolument essentiel que les freins puissent supporter et dissiper cette chaleur. Dans les freins à disques, des trous sont souvent percés dans la pièce en rotation pour aération. Sur les gros avions, des matériaux spécifiques sont utilisés pour résister aux fortes températures, qui apparaissent lorsque l'avion doit freiner fortement en situation d'arrêt d'urgence.



*Illustration des trous d'aération des freins à disques d'un scooter (à gauche) et de la tenue à la température des matériaux utilisés dans les freins des gros avions (à droite).*

### Quels prolongements?

- Recherches au CDI et sur Internet des documents sur les systèmes de freinage.
- Expliquer leur mode de fonctionnement.
- Justifier leur forme et les matériaux choisis, en fonction de l'application considérée.
- Faire une présentation des résultats de recherche aux autres élèves.

Voir Aussi  
Aucun résultat

Du même auteur  
Aucun résultat

Commentaires  
Aucun commentaire

Source URL: <https://www.fondation-lamap.org/fr/page/16804/3que-faire-freiner>