

Niveau microscopique

<https://www.studysmarter.fr/resumes/physique-chimie/physique/friction/>

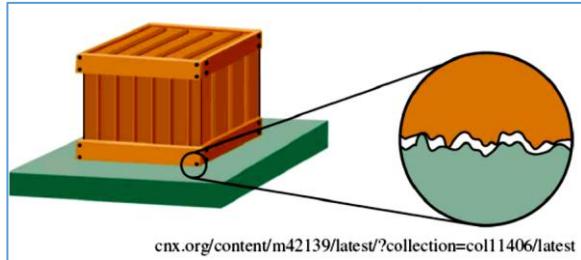
Le frottement résulte des forces électriques interatomiques

Le frottement est un type de **force de contact** et, en tant que tel, il résulte des **forces électriques interatomiques**. À l'échelle microscopique, les surfaces des objets ne sont pas lisses ; elles sont constituées de minuscules pics et crevasses. Lorsque les pointes glissent et se heurtent les unes aux autres, les nuages d'électrons autour des atomes de chaque objet essaient de se repousser les uns les autres. Il peut également y avoir des liaisons moléculaires qui se forment entre les parties des surfaces pour créer une adhérence, qui lutte également contre le mouvement. Toutes ces forces électriques mises ensemble composent la force de frottement générale qui s'oppose au glissement.

<https://physique.merici.ca/mecanique/chap5mec.pdf> Luc Tremblay - Collège Mérici, Québec.

Origine de la force de friction

La force de friction vient des interactions entre certaines molécules des surfaces des deux objets en contact. Il n'y a pas des interactions entre toutes les molécules des surfaces des objets, car les surfaces sont loin d'être lisses au niveau moléculaire. En zoomant beaucoup, on aurait des surfaces plutôt irrégulières comme l'illustre la figure.



cnx.org/content/m42139/latest/?collection=coll11406/latest

Ces irrégularités font que les deux objets ne se touchent pas partout et que seulement quelques molécules sont assez près les unes des autres pour qu'il y ait des interactions entre elles. Si on compte seulement l'aire où les deux objets se touchent réellement, on obtient l'aire réelle de contact. Pour vous donner une idée, si on place un cube de cuivre de 22 cm de côté sur une plaque de cuivre, l'aire réelle de contact n'est que de 1 mm^2 alors que l'aire de la surface du dessous du cube est de $48\,400 \text{ mm}^2$! On voit que ça ne se touche pas souvent. Si on veut déplacer une surface par rapport à l'autre, il va falloir briser toutes ces interactions moléculaires. Il faudra une force minimale pour faire bouger l'objet. Ces interactions ne vont pas nécessairement se briser exactement entre les deux surfaces. Il se peut que le cassage arrache des morceaux d'une des surfaces. C'est ce qui se passe si on passe une craie sur un tableau ou qu'on passe du papier sablé sur du bois. Même quand l'objet glisse, de nouvelles liaisons entre atomes se reforment continuellement ce qui fait que la force de friction demeure toujours présente. Les valeurs de coefficient de friction du téflon sont basses parce que les molécules de téflon ont peu d'interaction avec d'autres types de molécules.

<https://www.insis.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/la-rugosite-nanometrique-explique-le-frottement-macroscopique> Extrait

La tribologie, la science des frottements, s'intéresse à la manière dont deux objets vont glisser ou non l'un sur l'autre. Cette question majeure ne manque pas d'applications, tant les frottements causent usure et perte d'énergie, ou servent au contraire à maintenir des structures en place. Ainsi, environ un quart de l'énergie produite dans le monde est perdue à cause des frottements et ce phénomène omniprésent se retrouve jusque dans les tremblements de terre. C'est aussi ce frottement qui peut faire gagner un dixième de seconde à un sportif sur ses adversaires, ou encore qui évite de déraper sur une plaque de verglas. Bien que perceptibles, les phénomènes à l'œuvre au contact intime des surfaces qui produisent ce glissement ne sont pour l'heure pas connus. Des chercheurs et chercheuses du Laboratoire de tribologie et dynamique des systèmes (LTDS, CNRS/Centrale Lyon/ENTPE) et de l'université Johns-Hopkins (Baltimore, États-Unis) ont montré pour la première fois l'existence d'un lien entre les interactions physiques de contact à l'échelle moléculaire et le frottement macroscopique en présence de molécules adsorbées en surface. Ce lien est à l'origine de l'universalité des lois de frottement.

Deux surfaces glissantes qui se touchent forment un contact macroscopique. Celui-ci est constitué d'un ensemble de jonctions micrométriques de contact, qui résultent d'une rugosité nanométrique. En pratique, les matériaux ne sont pas parfaitement propres et des couches de molécules sont naturellement présentes et adsorbées sur les surfaces. Au contact, elles s'interpénètrent tels deux tapis-brosses d'épaisseur nanométrique en vis-à-vis. Publié dans la revue *ACS Nano*, ces travaux de recherche montrent que ces dynamiques locales au sein de ces jonctions gouvernent le frottement. Ces travaux montrent également que la présence des défauts géométriques de surface est nécessaire pour qu'apparaisse un pic de frottement statique, qui empêche ou freine le glissement des objets.