

Liquide ou solide ?

Introduction:

Un fluide est dit newtonien lorsque le tenseur des contraintes visqueuses est une fonction linéaire du tenseur des déformations. (modèle satisfaisant pour la plupart des fluides usuels)

Un fluide est dit non newtonien lorsque le tenseur des contraintes visqueuses n'est pas une fonction linéaire du tenseur des déformations. Autrement dit, lorsque sa déformation n'est pas directement proportionnelle à la force qu'on lui applique.

Le meilleur exemple est celui du sable mouillé en bord de mer : quand on frappe le sable, il a la viscosité élevée d'un solide, alors que lorsqu'on appuie doucement dessus, il se comporte comme une pâte.

Un autre exemple typique est un mélange épais d'eau et de maïzena (fécule de maïs), dans lequel une main entre aisément à faible vitesse, mais ne peut rentrer à grande vitesse.

L'expérience

Un mélange eau + maïzena



(L'amidon de maïs est un polysaccharide de formule chimique $(C_6H_{10}O_5)_n$. Il est composé de molécules de glucose.)

Le grain d'amidon se présente sous forme de granules semi-cristallin.



Le mélange idéal est environ aux proportions 50/50.

Que voit-on ?

- Si on remue vivement le mélange, le mélange maïzena-eau aura tendance à se solidifier.
- Si au contraire on enfonce doucement un doigt, ce même mélange aura tendance à se liquéfier



Explications

- En fait quand on approche brutalement le doigt sur la pâte "dure-molle", le système eau-maïzena est déséquilibré, l'eau est chassée, il ne reste alors que le solide.
- Par contre si l'on approche le doigt lentement le système reste en équilibre sous forme d'une pâte molle. En bref la pâte répond aux contraintes qu'on lui applique.

Ce type de constatations n'est pas unique et spécifique au mélange maïzena/eau, et bien que rares on en retrouve dans la nature avec d'autres produits tel que le ketchup, le yaourt ou les sables mouvants. Ces fluides sont appelés non-newtoniens. C'est à dire qu'il s'agit de fluides dont la déformation dépend de la force qu'on leur applique. Plus clairement, c'est un fluide dont la consistance change lorsqu'on applique une certaine force dessus. On peut opposer les fluides non-newtoniens aux fluides newtoniens qui eux ne changent pas d'état quelque soit la force que l'on exerce sur eux. Le plus bel exemple reste bien entendu l'eau qui reste toujours liquide

Pour aller plus loin :

Vidéos sur Internet