

Précautions et sécurité

Le ferrofluide doit être manipulé avec soin et ne doit pas être secoué.

Les tubes ne doivent pas être ouverts. Si le tube est brisé, ne pas jeter le ferrofluide dans l'évier. Il doit être éliminé avec les huiles de moteur.

En cas de contact avec la peau, laver avec de grandes quantités d'eau et de savon.

Le ferrofluide est inflammable.

Ce qu'on observe

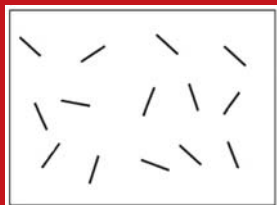
Cette expérience illustre les changements des propriétés des solides à l'échelle nanométrique.

Le ferrofluide est une suspension de nanocristaux de magnétite, de minuscules aimants de 10 nm de diamètre. Les cristaux sont recouverts d'une membrane particulière appelée le surfactant qui réduit de manière importante les forces d'attraction entre les molécules. De cette manière, chaque nanocristal est isolé des forces d'attraction des nanocristaux voisins, ce qui évite de former une masse solide inutilisable.

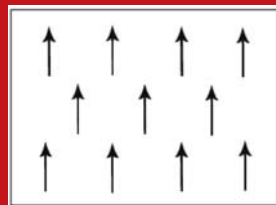
En l'absence d'aimant, les particules de ferrofluide bougent librement comme dans un liquide. En présence d'un aimant, les particules sont temporairement magnétisées et le ferrofluide se comporte comme un solide. Lorsque l'on retire l'aimant, les particules perdent leur magnétisme et le ferrofluide redevient non magnétique et liquide. Ce comportement s'appelle le **superparamagnétisme**. Les nanocristaux sont orientés au hasard dans le ferrofluide et le fluide ne se comporte pas comme un aimant : autrement dit le ferrofluide n'est pas un aimant liquide!

Par contre le sable magnétique est différent car il est magnétisé de façon permanente.

Lorsque l'on approche un champ magnétique du ferrofluide, l'organisation au hasard des nanoparticules va changer, celles-ci vont s'aligner le long des lignes de champ de l'aimant et devenir elles-mêmes magnétiques.



Lorsque toutes les nanoparticules sont organisées de manière aléatoire, en l'absence de champ magnétique, le ferrofluide est non magnétique



Lorsque toutes les nanoparticules sont alignées dans le champ magnétique, le ferrofluide devient magnétique

Sens du champ
magnétique

Applications

Pour fabriquer un ferrofluide, il ne suffit pas de mélanger des particules minuscules à un liquide. Ces particules sont si petites qu'elles ne peuvent être fabriquées en réduisant un aimant en poudre mais elles sont préparées en précipitant une solution.

A l'origine, les ferrofluides ont été développés par le centre de recherche de la NASA, lorsque des chercheurs étudiaient la possibilité de contrôler des liquides comme le fuel. Comme il n'y a pas de gravité dans l'espace, il est difficile de stocker les liquides dans des containers car ils ont tendance à s'en échapper. Les scientifiques ont donc créé un liquide qu'il est possible de contrôler avec un champ magnétique.

Les propriétés des ferrofluides les rendent très utiles pour différentes applications. Les disques durs des ordinateurs et les moteurs à axe rotatif peuvent en contenir dans leurs parties étanches, tandis que les vibrations des haut-parleurs peuvent être réduites par des ferrofluides. Dans le futur, les ferrofluides pourraient être utilisés pour diriger une molécule thérapeutique vers une zone spécifique du corps. En utilisant des aimants électromagnétiques et des capteurs, l'épaisseur des ferrofluides peut être contrôlée de façon dynamique, certaines voitures de sport utilisent cette propriété pour réduire les vibrations dans les systèmes de suspension.

Certains organismes vivants utilisent des nanocristaux de magnétite. Pendant sa migration, la truite est capable de s'orienter grâce à des nanocristaux présents dans des cellules spécifiques qui sont en contact avec son système nerveux et qui lui servent de boussole. Autre exemple, la bactérie *Magnetotacticum bavaricum* est capable de produire des nanocristaux de magnétite.



Idées de mise en oeuvre

- Demander aux participants de décrire le comportement du ferrofluide et de le comparer à celui du sable magnétique.
- Imaginer des applications pour les ferrofluides.

Objectifs d'apprentissage

- Introduire le magnétisme.
- Introduire les différents états de la matière à l'échelle macroscopique et nanométrique.
- Découvrir comment les scientifiques et les ingénieurs manipulent la matière à l'échelle nanométrique.