

# DES FAITS AUX PHÉNOMÈNES : SOLIDE ET LIQUIDE À LA FOIS

## SABLE MOUVANT

**Conception :** Jacques-Olivier Baruch

**Scénario :** David Ernaux

**Réalisation :** Christophe Barraud

**Durée :** 05 min 13 s

Au collège, les élèves font assez facilement la différence entre l'état solide, liquide ou gazeux. Il est possible de faire précéder la projection par quelques expériences sur le sable et son mélange avec de l'eau pour les amener à réaliser que certains états ne sont pas si faciles à classer. Liquide ou solide ? Ce n'est en effet pas si simple ! Les sables mouvants nous montrent qu'un matériau peut très bien avoir des propriétés de liquide ou de solide selon les conditions et les forces qui s'exercent sur lui.

Victor Hector se demande bien comment il a échappé aux sables mouvants qui ont failli engloutir le docteur Livingstone. Ayant suivi le même chemin que le docteur et étant plus lourd que lui, il aurait dû s'enfoncer aussi !

Jamais à bout de ressources, Victor Hector trouvera la solution dans son bol de farine de maïs et d'eau, et se rendra compte que les mélanges réagissent soit comme des liquides soit comme des solides, en fonction de la vitesse des chocs qu'ils subissent. Notre héros a donc survécu grâce à sa démarche souple et dynamique.

## **DISCIPLINES, CLASSES ET PROGRAMMES**

- Chimie, cycle central : *L'eau dans notre environnement.*
- Physique, 3<sup>e</sup> : *Les propriétés des matériaux.*
- SVT, cycle central : *Action de l'eau.*

## **OBJECTIFS DE LA SÉRIE**

Cette série s'attache à décrypter des phénomènes physiques et chimiques naturels ou industriels précis. Phénomènes que les hommes tantôt subissent, tantôt utilisent à leurs fins. On retrouvera dans chaque émission ces deux aspects, ainsi que l'état des connaissances et des méthodes pour les acquérir, à travers des expériences et des modélisations graphiques.

## **OBJECTIFS DU FILM**

- Sensibiliser les élèves au fait que l'on ne peut pas toujours classer l'état d'un mélange comme étant solide, liquide ou gazeux.
- Étudier les propriétés des corps granulaires mélangés à l'eau.

## **PRINCIPAUX THÈMES ABORDÉS**

Caractéristiques des sables mouvants.

## **VOCABULAIRE REQUIS**

Solide, liquide, gazeux, solution, m<sup>3</sup>, masse.

## **VOCABULAIRE À EXPLIQUER**

Viscosité, fluide, densité, ambivalence, figé, mélange, concentration, évaporation, liquéfaction.

## DÉCOUPAGE DU FILM

**00 min 00 s:** Victor Hector et le docteur Livingstone se sont fait reprendre après une tentative de fuite de leur prison, alors que le docteur s'enfonçait dans les sables mouvants (mais pas Victor Hector : pourquoi ?).

**01 min 30 s:** Peut-être n'ont-ils pas pris le même chemin ? Or, un seul passage existe : hypothèse à éliminer !

**01 min 55 s:** Seconde hypothèse : le docteur Livingstone serait-il plus lourd que son compagnon ? Non, il est plus léger que Victor Hector. Ce n'est donc pas un problème de masse. Hypothèse à éliminer.

**02 min 50 s:** Face à un bol de farine de maïs et d'eau, Victor Hector se rend compte que ce mélange se comporte comme le sable mouvant : il réagit soit comme un solide soit comme un liquide, en fonction de la vitesse des chocs qu'il subit.

# SUGGESTIONS D'EXPLOITATION PÉDAGOGIQUE

## **Activité : étude du sable à travers quelques expériences**

*À utiliser au cycle central, physique*

Ces expériences permettront aux élèves d'appréhender quelques notions de mécanique des poudres. Leur exploitation restera du domaine de l'observation et l'on évitera de trop entrer dans les détails d'un domaine de la recherche relativement jeune et inexploré. Cette étude servira plutôt à mettre en application les connaissances des élèves sur les états liquide et solide ainsi que sur les changements d'état.

### ***Liquide ou solide ?***

En faisant couler du sable dans divers récipients, on se rend compte que le sable n'a pas de forme propre, puisqu'il prend chaque fois celle de son contenant : il se comporte comme un liquide. Mais si on penche le récipient de quelques degrés, la surface du sable ne se met pas à l'horizontale. Le sable n'est donc pas un liquide !

### ***Frottement solide***

Si l'on verse lentement du sable, il se forme un tas de plus en plus pentu, puis le sable glisse en petites avalanches, la pente n'augmente plus. Les grains de sable sont liés par le frottement solide. Au-delà d'une certaine pente ( $30^\circ$  à  $35^\circ$ ), ce frottement ne suffit plus à s'opposer au poids du sable. Pour rendre le tas plus pentu, il faut le tasser : l'imbrication des grains permet de dépasser l'angle de frottement solide. Si l'on mouille le tas, on peut même avoir des parois verticales ( $90^\circ$ ), car l'eau forme avec le sable un mélange très compact, qui doit se dilater pour changer de forme (dilatance, voir expérience suivante).

### ***Un sac de sable indéformable***

On prend un sac étanche, que l'on remplit de sable, puis d'eau jusqu'à saturation (mais l'eau ne doit pas suinter). Après fermeture hermétique du sac (en chassant l'air), celui-ci devient indéformable. Il reste aussi dur que de la pierre ! Cette expérience illustre l'effet de la dilatance : pour que le sac se déforme, le volume du sable doit augmenter momentanément. Or c'est impossible parce que tout le volume entre les grains est occupé par l'eau et que le sac est fermé. Le sable, ne pouvant se dilater, reste bloqué, indéformable.

### ***Arrêter le temps***

On prend un sablier, que l'on place au-dessus d'un haut-parleur. Avec un générateur basses fréquences (GBF), on fait émettre un son de fréquence comprise entre 30 et 60 Hz et d'une amplitude d'environ deux fois la gravitation (il faudra régler ces données en fonction du sablier utilisé) : le sable cesse de s'écouler ! Ce phénomène est malheureusement inexplicable pour le moment.

### ***Pression et frottement solide***

Cette expérience nécessite trois élèves. L'un d'eux tient un tube cylindrique en carton (type emballage pour poster), bouché à une extrémité. Un deuxième élève retient le bouchon du bas tandis que le troisième va remplir le tube de sable. Lorsque le tube est plein, l'élève qui a rempli le tube va appuyer de toutes ses forces sur le sommet du sable. Surprise : celui qui maintient les parois doit fournir de gros efforts, tandis que celui qui retient le fond ne ressent pratiquement aucune pression. Explication : à cause du frottement solide des grains de sable, la pression s'exerce sur la surface du cylindre plus que sur le fond.

# FICHE ÉLÈVE

## Mélange de farine et d'eau

À utiliser au cycle central, physique, après avoir visionné le second module de l'émission. Ce TP reprend l'ensemble des notions de base du programme : mesure d'une masse, d'une tare, mesure d'un volume, détermination d'un état physique.

Lors de cette séance, nous allons réaliser différents mélanges de farine de blé et d'eau afin de déterminer leurs propriétés.

### Notions indispensables

1. Rappelez les caractéristiques d'un liquide.

.....  
.....  
.....

2. Rappelez les caractéristiques d'un solide.

.....  
.....  
.....

### Manipulation

On prépare cinq mélanges de farine et d'eau. Pour cela, il faut :

3. Peser, dans cinq béchers (faire la tare avec les béchers), des masses de farine de 20 g, 40 g, 60 g, 80 g et 100 g.

4. Rajouter, dans tous les béchers, 50 ml d'eau du robinet, mesurés avec une éprouvette graduée.

5. Mélanger le contenu de chaque bécher de façon à obtenir le mélange le plus homogène possible.

6. Verser un peu du mélange de chaque bécher :

- dans un tube à essais ;
- sur une surface inclinée ;
- sur une surface inclinée, en essayant de lui donner une forme précise.

D'après les résultats, déterminer si le mélange est un solide ou un liquide (remplir le tableau).

Masse de farine (g)	20	40	60	80	100
État du mélange					

