

# Ludion

MF 2604 23786



## Mode d'emploi



Centre technique et pédagogique  
de l'Enseignement de la Communauté française

# 1. But

Montrer la propagation de la pression dans l'air et dans l'eau et montrer le rôle des water-ballasts qui équipent les sous-marins.

## 2. Composition

L'ensemble est constitué de:

- un tube en verre de 40 mm de diamètre et de 75 cm de hauteur, sur une planchette-support;
- une tige métallique pour fixer la planchette-support;
- un ludion (petit flacon en verre avec bouchon percé par un tube en verre);
- un bouchon en caoutchouc percé par un tube en métal sur lequel est fixé un tuyau en plastique transparent et le système de fixation du bouchon (quatre élastiques + cordelette);
- une seringue de 50 ml;
- trois pastilles de permanganate de potassium.

## 3. Matériel supplémentaire

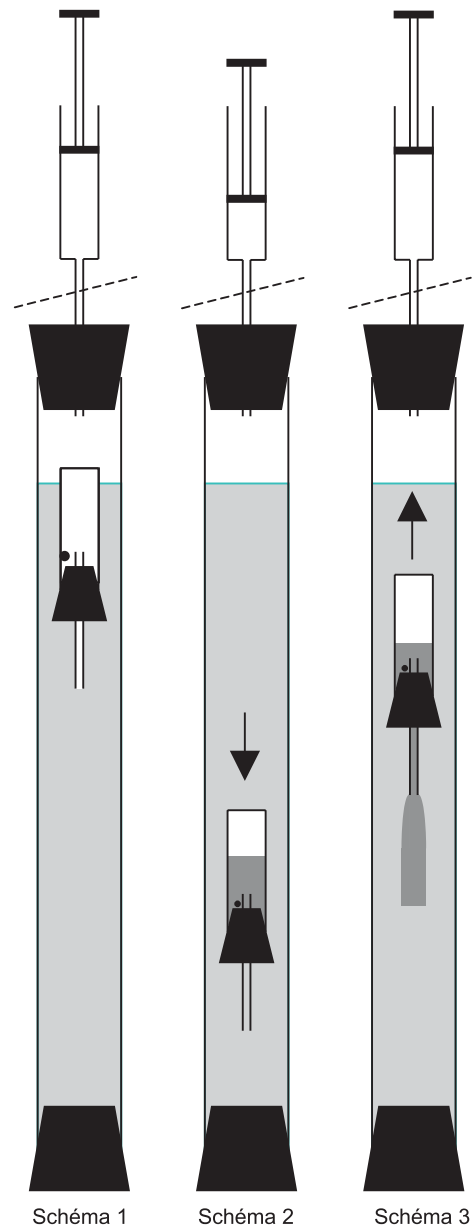
Un statif.

Une ou deux noix.

Eau (de préférence déminéralisée).

## 4. Manipulation

1. Visser la tige métallique dans l'écrou fixé derrière la planchette-support sur laquelle est fixé le tube en verre.
2. Fixer une noix sur le statif et placer l'ensemble sur une table. Fixer verticalement la planchette-support en enfilant la tige métallique dans la noix. La partie inférieure de la planchette-support doit être posée sur la table ou sur le statif.
3. Veiller à ce que l'extrémité inférieure du tube en verre fixé sur la planchette-support soit fermée hermétiquement.
4. Verser l'eau dans le tube jusqu'à environ 8 cm du bord supérieur.
5. Casser en petits morceaux (environ 1 à 2 mm<sup>3</sup>) une pastille de permanganate de potassium. Enlever le bouchon du ludion et y placer un de ces morceaux. Replacer le bouchon.
6. Retourner le ludion, son orifice étant vers le bas. Vérifier que le morceau de permanganate de potassium tombe sur le bouchon. S'il reste collé aux parois, secouer le ludion pour le faire tomber.
7. Placer le ludion, son orifice étant toujours vers le bas, dans le tube contenant de l'eau (schéma 1). Le ludion flotte mais est presque entièrement immergé.



8. Fermer la partie supérieure du tube à l'aide du bouchon en caoutchouc muni du tuyau transparent et raccorder ce dernier à la seringue, son piston étant en position «50 ml».
9. Maintenir le bouchon en place à l'aide de son système de fixation (élastiques + cordelette). Pour cela, accrocher les élastiques aux crochets fixés derrière la planchette-support ou aux extrémités de la deuxième noix préalablement fixée sur le statif (deux élastiques de chaque côté de la noix). Si les élastiques ne sont pas suffisamment tendus, modifier la position d'attache aux crochets (ou la position de la noix) pour avoir une tension de l'ordre de 20 à 25 N (estimation par le manipulateur).
10. Maintenir avec deux doigts l'extrémité de la seringue sur laquelle est fixé le tuyau transparent et pousser légèrement sur le piston. Observer le ludion (schéma 2).
11. Tirer légèrement sur le piston de la seringue et observer le ludion (schéma 3).
12. Refaire l'opération plusieurs fois et observer le jet d'eau entrant ou sortant du ludion.
13. Après utilisation, rincer et sécher le tube. Faire de même avec le ludion après avoir enlevé toute trace de permanganate de potassium.

### Remarque

Si, en tirant sur le piston de la seringue, le ludion ne remonte pas, déconnecter la seringue du tuyau en plastique, enfoncer à fond le piston de la seringue et reconnecter le tuyau en plastique. Tirer de nouveau sur le piston.

## 5. Exploitation

1. Expliquer les différentes phases de l'expérience et justifier les mouvements du ludion.
2. Faire un parallélisme entre cette expérience et les water-ballasts des sous-marins.

## 6. Explications

1. Au départ, lorsque le ludion flotte, son poids est égal, en grandeur, à la force d'Archimède qui s'exerce sur lui. En comprimant, avec le piston de la seringue, l'air au-dessus du liquide où flotte le ludion, l'augmentation de pression de l'air se transmet à l'eau. Cette augmentation de pression se transmet dans tout le liquide, y compris à l'ouverture du ludion. Un jet d'eau s'engouffre dans le ludion, son volume d'air diminue et la pression de cet air augmente. Le ludion s'alourdit et coule, son poids ayant augmenté (son poids est maintenant plus grand que la force d'Archimède). L'eau entrée dans le ludion dissout le permanganate de potassium et se colore.

En tirant sur le piston de la seringue, on produit un abaissement de la pression de l'air présent dans la seringue et au-dessus du niveau de l'eau dans le tube. Cette dépression se transmet à l'eau dans le tube ainsi qu'à l'ouverture du ludion qui est complètement immergé. L'air présent dans le ludion se détend et chasse l'eau (ou une partie de l'eau) qui l'avait fait couler. Cette eau colorée, éjectée vers le bas par le ludion, est très visible dans l'eau non colorée. Ainsi allégé, le ludion remonte (son poids est devenu plus petit que la force d'Archimède). Avec un peu d'habitude, en tirant un peu moins sur le piston de la seringue, on peut arriver à maintenir le ludion en équilibre au sein de l'eau (son poids est alors égal à la force d'Archimède).

Si, en tirant sur le piston de la seringue, le ludion ne remonte pas, c'est parce que la pression de l'air au-dessus de l'eau dans le tube n'est pas assez basse, la course du piston étant trop petite. Pour abaisser plus fortement cette pression, on déconnecte d'abord la seringue du tuyau en plastique. L'air au-dessus du niveau de l'eau dans le tube est alors à la pression atmosphérique. Après avoir enfoncé à fond le piston de la seringue et après avoir reconnecté le tuyau, on peut produire une dépression plus importante dans le tube, ce qui permettra au ludion de remonter.

2. Le ludion joue le même rôle que celui des water-ballasts d'un sous-marin. Pour qu'un sous-marin puisse plonger, il faut que son poids soit plus grand que la force d'Archimède. Pour l'alourdir, on fait rentrer de l'eau dans les water-ballasts en enlevant l'air qui s'y trouve et en le mettant sous pression dans des réservoirs placés dans le sous-marin. Cette opération se fait à l'aide de compresseurs. Pour faire remonter le sous-marin, il faut que son poids soit plus petit que la force d'Archimède. Pour cela, on chasse l'eau contenue dans les water-ballasts en y renvoyant l'air qui avait été mis sous pression lors de la plongée.

Ces explications peuvent être résumées dans un tableau.

	<b>Ludion</b>	<b>Water-ballasts du sous-marin</b>
Il flotte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poids = Force d'Archimède.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poids = Force d'Archimède.</li> </ul>
Il s'enfonce	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poids &gt; Force d'Archimède.</li> <li>• Entrée d'eau.</li> <li>• Le volume d'air diminue et sa pression augmente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poids &gt; Force d'Archimède.</li> <li>• Entrée d'eau.</li> <li>• Le volume d'air diminue et sa pression augmente.</li> </ul>
Il remonte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poids &lt; Force d'Archimède.</li> <li>• Sortie d'eau.</li> <li>• Le volume d'air augmente et sa pression diminue.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poids &lt; Force d'Archimède.</li> <li>• Sortie d'eau.</li> <li>• Le volume d'air augmente et sa pression diminue.</li> </ul>
Modification du volume d'air	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réalisée par une seringue placée à l'extérieur produisant des variations de pression de l'air.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réalisée par des compresseurs placés à l'intérieur du sous-marin produisant des variations de pression de l'air.</li> </ul>