

UN SOUS-MARIN DANS UNE BOUTEILLE : LE LUDION

Maryse CODA
Daniel LACROIX

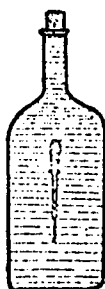
PLAN DE L'ARTICLE

- I – ANALYSE TECHNOLOGIQUE : PROBLEME – MATERIEL – SOLUTIONS
- II – OBJECTIFS POSSIBLES
- III – EXEMPLE D'ACTIVITE MENEES EN CLASSE DE CP : FABRICATION D'UN LUDION

I – ANALYSE TECHNOLOGIQUE

Problème – Matériel – Solutions

Les activités sur la flottaison sont faciles à mettre en œuvre ; aussi sont-elles assez souvent proposées aux enfants. Toutefois, elles sont rarement spectaculaires. Aussi, celles qui le sont, sont-elles décrites dans beaucoup de manuels, et ce depuis fort longtemps – voir le texte extrait d'un manuel de 1920 :



Ludion – Le densimètre ci-dessus, mis dans une bouteille complètement pleine d'eau, devient un ludion parfait très visible. En appuyant sur le bouchon, l'eau pénètre à l'intérieur du compte-gouttes (détail important bien visible) ; devenu plus lourd, le ludion s'enfonce aussitôt pour remonter dès qu'on tirera sur le bouchon.

Ainsi décrite, l'expérience devait être réalisée devant toute la classe par le maître, et lui seul. Maintenant, on peut utiliser comme récipient une bouteille en plastique.

L'expérience peut alors être réalisée par un enfant de 6 ans. Cette activité a été menée dans un CP, il y a 3 ans, avec des compte-gouttes en verre (compte rendu dans le paragraphe III)

Si l'on voulait maintenant reprendre cette activité, il faudrait rassembler à nouveau du matériel ; on récupérerait facilement des bouteilles en plastique et quelques compte-gouttes en verre, mais aussi beaucoup de compte-gouttes en polyéthylène. Or, ces derniers, même remplis d'eau, restent horizontalement à la surface de l'eau. Aussi doit-on apporter une solution à deux problèmes :

– comment modifier l'orientation du compte-gouttes qui flotte horizontalement à la surface de l'eau ?

– comment faire couler momentanément et de manière réversible un objet qui flotte ?

L'utilisation de billes de plomb permet d'apporter une solution rapide au premier problème.

On peut rassembler dans un tableau la liste du matériel nécessaire pour apporter une solution aux deux problèmes énoncés précédemment.

	Solution 1	Solution 2	Solution 3
ludion (futur sous-marin)	compte-gouttes en verre	compte-gouttes en verre	compte-gouttes en polyéthylène
lest	eau	eau	13 à 18 billes de plomb + eau
contenant au volume variable	bouteille indéformable + bouchon en liège imprégné d'eau	bouteille en plastique + son bouchon hermétique	bouteille en plastique + son bouchon hermétique
milieu liquide	eau	eau	eau

Ce tableau permet aussi de dégager le rôle des différentes parties du dispositif.

La solution 1 est celle décrite dans le manuel de 1920 ; pour des raisons de sécurité, on n'a pas fait manipuler des bouteilles en verre par les enfants.

La solution 3 est la plus facile à mettre en œuvre : on introduit les billes une à une, ce qui résout le problème 1 ; après l'introduction de chaque bille, on peut tester le comportement du compte-gouttes lesté.

De plus, on désire que son extrémité supérieure dépasse de l'eau mais le moins possible. Pour ce faire, on place le compte-gouttes dans un récipient contenant de l'eau :

- s'il flotte, on ajoute une bille ;
- s'il coule, on enlève une bille. Ainsi lesté d'une quinzaine de billes on le place dans une bouteille d'eau ; on ferme hermétiquement en laissant 2 ou 3 cm entre le bas du bouchon et la surface libre de l'eau. A la moindre pression sur les parois, le compte-gouttes ainsi lesté s'enfonce et descend jusqu'au fond de la bouteille.

Remarque

Le compte-gouttes est soumis à deux forces :

- son poids qui tend à l'entraîner vers le bas ;
- la poussée d'Archimède qui le repousse vers le haut.

Mais ces forces ne s'exercent pas nécessairement au même point. L'objet est soumis à un couple qui lui donne une orientation.

On retrouve les deux problèmes habituels rencontrés par toute personne qui construit un bateau :

- le maintenir à la surface de l'eau ;
- assurer sa stabilité.

II – OBJECTIFS POSSIBLES

1er objectif : faire vivre aux enfants une approche technologique d'un problème ; dans ce cas on insiste sur :

- * la formulation du problème ;
- * l'analyse du cahier des charges ;
- * la comparaison des différentes solutions, qui permet de dissocier organe et fonction.

2ème objectif : passer progressivement du tâtonnement expérimental à une activité plus systématique (introduction des billes, l'une après l'autre).

3ème objectif : comme toute activité menée au CP, les aspects spatio-temporels sont importants (ici la position de l'objet par rapport à un repère et son orientation dans l'espace).

4ème objectif : mise en évidence de l'existence de l'air.

Les enfants cherchent à interpréter le phénomène. Ils établissent une chaîne causale.

"On appuie sur les parois de la bouteille", "l'eau pénètre dans le compte-gouttes", "il s'alourdit", "il s'enfonce progressivement dans l'eau", "il coule".

Cependant, il manque un intermédiaire : comment la force exercée sur la paroi peut-elle faire pénétrer de l'eau dans le compte-gouttes ?

Pour eux, cette force doit être transmise par un corps matériel ... ils ne le voient pas, ils en postulent l'existence.

L'explication précédente, après manipulation devient :

- l'opérateur appuie sur les parois, ce qui comprime l'air ;
- l'air appuie sur la surface de l'eau ce qui fait entrer l'eau dans le compte-gouttes, etc...

En effet sans air pas de ludion ! Sans air, le compte-gouttes placé dans l'eau se remplirait instantanément d'eau, il occuperait une position impossible à modifier par pression sur la paroi de la bouteille.

L'air occupe toujours un certain volume dans le compte-gouttes, quelle que soit la force qui s'exerce sur lui ; un volume peut être diminué mais non réduit à néant. L'air présent dans le goulot de la bouteille transmet la force qui s'exerce sur les parois.

Ce sont là les propriétés de tout corps matériel, et c'est l'existence de ces propriétés qui conduit l'enfant à postuler que ces "espaces" vides contiennent un corps matériel, l'air.

III – FABRICATION D'UN LUDION

Séquence menée au CP par Maryse CODA

Cette séquence n'a pas été la seule menée cette année-là sur la flottaison dans cette classe. (cf IN n° 36)

Notre première intention était de faire construire aux enfants un objet ludique qui soit une application des phénomènes analysés antérieurement. Notre second objectif était de nature totalement différente. Au cours des activités antérieures, les enfants ont été amenés à mettre en cause les modèles spontanés qu'ils utilisent : à cet âge, la plupart d'entre eux cherchent à mettre en relation le comportement de l'objet et la nature du matériau qui le constitue.

D'autres cherchent à apprécier le poids des matériaux qui constituent l'objet et que l'objet contient. L'objet est une enveloppe, un récipient contenant plus ou moins de matière, cette enveloppe est plus ou moins "remplie". Dans ce cas, l'enfant affirme que le ludion, lorsqu'il coule, est plus "rempli" que lorsqu'il flotte.

Cette activité visualise ce concept et tend ainsi à le renforcer.

L'élaboration ultérieure du schéma de leur expérience avec le ludion leur permettra d'analyser de manière plus précise le phénomène et de bien dégager tous les éléments de la chaîne causale.

Les enfants ont apporté des compte-gouttes en verre et des bouteilles en plastique (type bouteille de shampoing). Avec ce matériel, ils vont construire chacun leur propre ludion.

Il fait très chaud, les enfants se mettent à l'ombre, près du coin d'eau. Ils y retrouvent les fonds de bouteille déjà utilisés comme récipient. Certains placent à l'intérieur leur compte-gouttes et rajoutent de l'eau : – "il flotte" ; – "il se couche" ; – "il est horizontal". La maîtresse insiste sur ces notions utilisées antérieurement, et déjà exprimées à l'aide de schémas. La maîtresse reprend ce problème sous une forme proche : "on voudrait que le compte-gouttes flotte et reste vertical".

Des enfants cherchent à le suspendre sur le bord du récipient. Certains enfoncent le bouchon du compte-gouttes. D'autres, maintiennent le bouchon en bas en position verticale, mais lâché il reprend la position couchée, à la surface de l'eau. D'autres enlèvent le bouchon, il coule. Certains le remplissent partiellement d'eau. La solution se répand comme une traînée de poudre. Certains enfants ne savent pas remplir un compte-gouttes : ceux-ci par exemple, enlèvent le bouchon souple, et cherchent à remplir le tube de verre. D'autres pensent que "l'eau ne va pas tenir dedans", car il y a un trou au fond.

On revient sur le problème : comment remplir ou vider un compte gouttes ?

- "tu enlèves le plastique, et l'eau coule" ;
- "si on appuie sur le plastique, ça fait de l'air et l'eau coule" ;
- "quand j'appuie sur le bouchon, ça pousse l'air et l'air pousse l'eau" .

La présence de l'air n'est pas évidente pour tout le monde.

On leur montre alors le compte-gouttes de la maîtresse, placé dans la bouteille fermée, et qui flotte à peine. Il peut s'enfoncer sous l'eau, rester au fond ou se maintenir appa-

remment dans une position quelconque. Cela les intrigue. Par imitation, ils en construisent un qu'ils manipulent longuement.

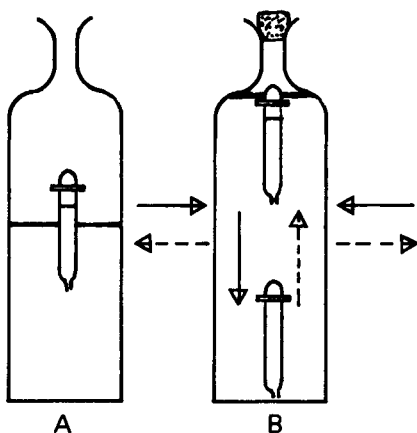
Certains éprouvent un réel plaisir dans cette activité. Peut-être ne perçoivent-ils pas tous aussi nettement que Lucile le fonctionnement du dispositif. Pour elle, c'est clair :

- "quand on appuie sur la bouteille, l'eau monte dans le compte-gouttes" ;
- "ça le remplit" ;
- "quand il y a plus d'eau, c'est plus lourd, et le compte-gouttes descend" ;
- "pour le faire remonter, il faut lâcher".

Le fonctionnement du ludion est au moins partiellement démystifié.

On se propose de faire part de ce travail aux correspondants.

Chaque enfant élabore un compte-rendu, qui souvent se limite à un dessin.



Le dessin A est affiché au tableau. On le corrige et on le complète en le confrontant à la réalité, ce qui donne le dessin B.

La partie souple du compte-gouttes est, elle aussi, presque entièrement immergée, le niveau de l'eau sur le schéma est modifié.

La bouteille doit être bouchée pour que le ludion puisse s'enfoncer dans l'eau.

On dessine le bouchon.

Le compte-gouttes ne s'enfonce pas spontanément dans l'eau, il faut serrer entre ses mains la bouteille bouchée pour que le ludion descende.

On dessine des flèches pour symboliser cette action. Lorsqu'elle cesse, il remonte. D'autres flèches schématisent cette dernière phase.

Le schéma ainsi complété ne semble pas très lisible aux enfants qui décident de faire une succession de schémas ; les voici :

