

LEÇON SUR LA POUSSEE D'ARCHIMEDE

Lorsqu'on enseigne à des élèves la poussée d'Archimède on leur montre généralement les expériences suivantes :

1). On suspend sous l'un des plateaux d'une balance de Roberval, surélevée, (on peut aussi utiliser un dynamomètre) un récipient étanche dans lequel on place une masse marquée. On équilibre la balance en posant d'autres masses marquées sur le plateau resté libre ; puis on immerge le récipient étanche dans un cristalliseur rempli d'eau : la balance bascule du côté opposé au récipient, et, pour la rééquilibrer, il faut placer d'autres masses marquées sur le plateau où est suspendu le récipient immergé. Ce récipient semble donc s'être allégé. On remarque par la suite que, quelle que soit la masse marquée mise dans ce récipient étanche, et l'équilibrage de la balance étant fait avant l'immersion, le complément de masse à poser sur le plateau où est fixé le récipient est toujours le même après immersion. Il se révèle indépendant de la masse contenue dans le récipient. Par contre, si l'on remplace ce récipient par un autre d'un volume différent, le complément à mettre pour l'équilibrage de la balance est modifié.

On peut déjà en déduire que l'allègement du corps immergé dépend de son volume plutôt que de sa masse.

2). Une deuxième expérience, présentée dans les lycées il y a quelques décennies, consistait à utiliser deux cylindres de laiton : l'un creux, l'autre plein et parfaitement ajusté au creux de l'autre, donc du même volume que cette partie creuse. Le cylindre plein se suspendait par un petit crochet sous le cylindre creux et c'est lui qu'on immergeait dans l'eau. Pour rétablir l'équilibre de la balance, il suffisait de remplir d'eau la partie creuse du cylindre supérieur. Cette expérience permettait de quantifier l'allègement du cylindre immergé : en effet il se révélait égal au poids du volume d'eau déplacé par ce cylindre.

La conclusion proposée par le professeur est alors que l'eau où est immergé le cylindre exerce sur lui une poussée verticale, de bas en haut et égale au poids du volume d'eau déplacé.

Mais un élève particulièrement fûté et sceptique pourrait alors faire l'objection suivante : N'est-ce pas plutôt que l'eau fait en partie obstacle à l'attraction de la pesanteur au lieu d'une poussée, poussée qu'on pourrait d'ailleurs appeler une « portance » ? Par exemple certains corps qualifiés de diamagnétiques atténuent le champ magnétique exercé par un aimant. L'eau atténue peut-être le champ de gravitation sur l'objet immergé ?

Il est de fait que cet argument ne manque pas de sérieux !

Pour y répondre le professeur peut envisager l'exemple suivant : une mère et son petit enfant à côté d'elle montent ensemble sur le plateau d'une balance : celle-ci affiche le total de leurs poids. Maintenant, si la mère prend son enfant dans ses bras, celui-ci ne pèse plus directement sur le plateau de la balance, c'est la mère qui assume son poids. Or, le poids affiché est le même que lorsqu'ils étaient côte à côte. En portant son enfant la mère s'est alourdie de son poids (ceci est d'ailleurs conforme au principe d'action-réaction, troisième loi de Newton). Si donc la « portance » exercée par l'eau sur l'objet immergé est de même nature que celle exercée par la mère portant son enfant, l'eau du cristallisateur doit s'être alourdie de la valeur de cette portance. Si, par contre, c'est l'attraction de la pesanteur qui est atténuée par l'eau autour de l'objet immergé, comme le suggère l'élève, le cristallisateur ne doit pas s'alourdir.

Pour le vérifier il suffit de mettre le cristallisateur sur le plateau d'une autre balance de Roberval, d'équilibrer celle-ci avant l'immersion de l'objet, et de l'équilibrer à nouveau, si nécessaire, après immersion.

Cette expérience montre que le cristallisateur s'alourdit de la valeur de l'allègement de l'objet immergé. C'est donc bien l'eau qui exerce une certaine portance sur l'objet immergé et non une atténuation de la pesanteur.

Le principe d'Archimède est donc ainsi vraiment démontré en ce qui concerne l'eau ! D'autres expériences montrent que ce principe est toujours vrai pour n'importe quel autre fluide soumis à la pesanteur.

*

* *