

04

Comment se comportent deux vases communicants ?

Dans les programmes (cycle 3)

Compétences travaillées :

- Formuler des hypothèses fondées et qui peuvent être éprouvées.
- Suivre un protocole expérimental.

La matière :

- Différencier les états physiques.

Cette leçon est destinée au départ au cycle 3 mais peut facilement être adaptée au cycle 2 en la simplifiant.

Messages à emporter :

« L'air appuie fortement tout autour de lui et donc également sur l'eau. »

« L'air pousse dans toutes les directions. »

« En connectant une des extrémités d'un tube en U à un ballon de baudruche gonflé, on augmente la pression dans une des branches, ce qui pousse la surface de l'eau vers le bas et la fait remonter de l'autre côté. »

Lors des leçons précédentes de Marie Curie, les enfants ont appris que l'air a une masse mais également qu'il « pousse » dans toutes les directions. Mais ils ne savent pas encore comment cela agit sur les liquides.

Cette leçon va donc permettre aux élèves d'observer les effets de la pression atmosphérique sur l'eau et d'en déduire le fonctionnement de vases communicants.

L'expérience proposée est très facile, mais la leçon est difficile, car il faut demander aux élèves d'admettre un certain nombre de choses qui ne sont pas évidentes.

La première chose à admettre, c'est que la pression augmente quand on s'enfonce sous l'eau. On pourra demander aux élèves d'imaginer un ballon de baudruche gonflé que l'on immerge. Certains d'entre eux auront sans doute l'intuition correcte que son volume diminue à cause de la pression de l'eau, qui augmente au fur et à mesure que l'on s'enfonce.

La deuxième chose à admettre est que, à la surface de l'eau, la pression de l'eau est égale à la pression de l'air, soit à la pression atmosphérique. On pourra expliquer que, si ce n'était pas le cas, l'eau aurait tendance à monter dans l'air ou l'air à descendre dans l'eau, ce qui n'est pas ce que l'on observe.

> Pour accompagner cette leçon, un **poster**, un **livret élève** et une **fiche explicative** élève sont disponibles. L'ensemble du projet est à retrouver sur **le site de la Fondation La main à la pâte**.



Dans les leçons de Marie Curie

Organisation de la 1^{ère} séance (découverte)

Matériel nécessaire :

- un tube en U,
- un colorant alimentaire afin de rendre l'eau plus visible.

Il est conseillé de prévoir des groupes de 4 enfants maximum, chaque groupe disposant de son matériel.

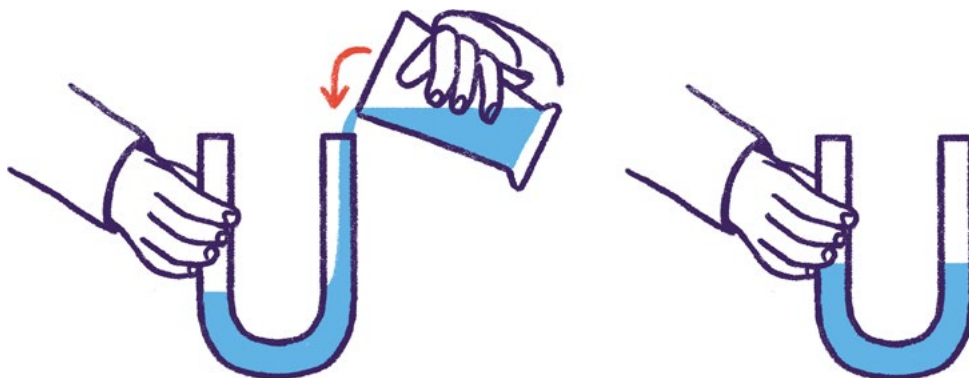


Retour de classe

Utiliser l'eau colorée rend les observations plus visibles. Conserver cette eau dans un petit béccher pour limiter la quantité de colorant à utiliser pour les autres expériences.

Rappel de l'expérience :

Verser de l'eau colorée dans une branche du tube en U et observer ce qui se passe.



Déroulement : 60 minutes

- Un temps d'échanges en amont de l'expérience est nécessaire pour rappeler ce qui a été travaillé précédemment sur l'air et ce que les enfants ont appris. 10 minutes
- Présentation du matériel et de l'expérience aux enfants par l'enseignant. L'enseignant peut montrer les gestes sans réaliser l'expérience. 5 minutes
- Les élèves dessinent et expliquent alors, dans leur livret, ce qu'ils pensent qu'il va se produire. Cela va leur permettre de confronter leurs représentations à la réalité lorsqu'ils vont ensuite réaliser eux-mêmes la manipulation. 10 minutes

Message à emporter : « L'air appuie fortement tout autour de lui et donc également sur l'eau. »

Retour de classe :

Exemples de prévisions exprimées par les élèves : « L'eau va se répartir à la même hauteur de chaque côté », « Il va y avoir plus d'eau du côté où l'on verse l'eau et un peu de l'autre côté », « L'eau va s'arrêter en bas et au milieu du tube en U », « L'eau va déborder par la sortie opposée où l'on verse ».

- Réalisation de l'expérience par les enfants. On attirera l'attention des enfants sur le fait qu'ils doivent observer la manière dont l'eau se répartit dans le tube en U. Chaque enfant du groupe, à son tour, fera la manipulation. L'enseignant passe entre les groupes afin de faire verbaliser les observations des élèves. Il les invite également à expliquer ce qu'ils ont vu et peut les orienter en les questionnant. Il pourra les inviter à essayer de verser l'eau dans l'autre branche du tube afin qu'il n'y ait aucune interrogation qui persiste chez les élèves sur une éventuelle différence. **10 minutes**
- Les élèves dessinent dans leur livret ce qu'ils ont observé. Vous pouvez attirer leur attention sur la représentation de la surface libre de l'eau qui n'est ni penchée, ni ondulée mais horizontale. **5 minutes**
- En groupe classe, l'enseignant revient sur l'expérience et écoute le retour des enfants. Un lien peut alors être fait avec les représentations des élèves notées dans leur livret. Il est important que l'enseignant veille à ce que les enfants fassent le lien avec ce qu'ils ont appris précédemment et notamment le fait que l'air « pousse » dans toutes les directions. Cet échange permettra de structurer les nouvelles connaissances acquises par les enfants sous la forme d'une leçon construite ensemble. Elle peut, par exemple, prendre la forme suivante : « L'eau se répartit dans les deux branches du tube de façon identique, à un même niveau, de manière horizontale. L'air dans chaque branche du tube appuie fortement tout autour de lui et donc également sur l'eau qui est donc au même niveau. » **15 minutes**

Retour de classe :

Ce temps d'échange permet de revenir sur les mots des élèves pour décrire le dispositif expérimental et travailler sur le vocabulaire (forme d'un liquide, surface libre, hauteur..)

- Lecture de la phrase de Marie Curie qui figure dans le livret élève puis les enfants expliquent ce qu'ils en comprennent et comment ils font le lien avec ce qu'ils viennent de faire et d'apprendre. **5 minutes**

Retour de classe

« Cette expérience est très intéressante car au départ, les élèves n'avaient pas conscience de l'horizontalité de l'eau. Ils ont d'ailleurs beaucoup de mal à la dessiner même lorsqu'ils l'ont déjà observée plusieurs fois. »



Les différentes hypothèses des élèves dessinées au tableau



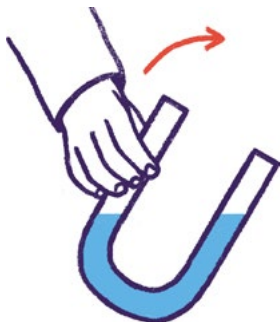
L'expérience pour mieux comprendre

Organisation de la 2^{ème} séance (réinvestissement)

Matériel nécessaire :

- un tube en U,
- un colorant alimentaire afin de rendre l'eau plus visible.

Il est conseillé de reprendre les groupes de la séance précédente.



Rappel de l'expérience :

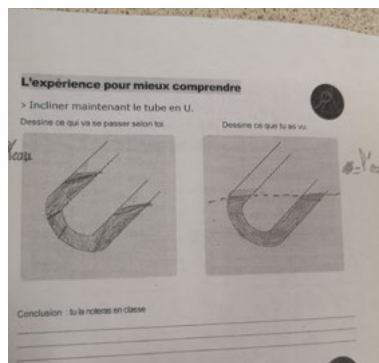
Pencher le tube en U contenant de l'eau colorée et observer ce qui se passe.

Déroulement :  40 minutes

- Un temps d'échanges avec la classe est nécessaire pour revenir sur la séance précédente et rappeler ce qui a été observé et appris. **5 minutes**
- Présentation du matériel et de la nouvelle expérience aux enfants par l'enseignant. Là aussi, l'enseignant peut montrer le début de la manipulation en inclinant le tube en U qui ne contient pas d'eau. **5 minutes**
- Les élèves dessinent alors, dans leur livret, ce qu'ils pensent qu'il va se produire et essaient de l'expliquer. Il est intéressant de passer entre les élèves et de leur demander de verbaliser leur hypothèse. L'enseignant, par des questions, va guider leur réflexion et aider la rédaction de l'explication. Cela permet également à l'enseignant de voir si les enfants ré-investissent la 1^{ère} séance. Comme pour cette première expérience, attirer l'attention sur la surface libre de l'eau qui est souvent dessinée inclinée et/ou non alignée dans les 2 branches. **10 minutes**
- Réalisation de l'expérience par les enfants. Chaque enfant du groupe, à son tour, fera la manipulation. Suggérer aux élèves d'incliner le tube en U pour le remplir et de ne pas mettre trop d'eau. **10 minutes**
- Temps d'échanges en groupe classe afin de commenter et d'analyser les résultats de l'expérience. L'enseignant doit veiller à ce que les enfants expliquent ce qu'ils ont vu et ne restent pas au niveau de la description du phénomène. À partir des remarques des élèves, il va faire ressortir que l'air dans chaque branche du tube « pousse » toujours l'eau même si le tube en U n'est pas vertical. Cela permet aux enfants de visualiser que l'air « pousse » bien dans toutes les directions. La conclusion est rédigée et construite à partir de ces échanges. **10 minutes**

Message à emporter : « L'air pousse dans toutes les directions quelque soit la position du tube en U. »

Retour de classe



Les différentes hypothèses des élèves dessinées au tableau

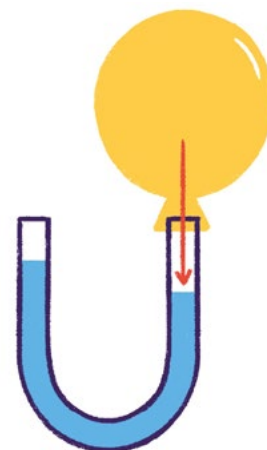


Le défi

Rappel de l'expérience :

Trouver une méthode pour déséquilibrer les niveaux de l'eau dans chaque branche sans qu'elle ne sorte du tube sans souffler dans une branche. L'élève, par exemple, pourra gonfler légèrement un ballon de baudruche qu'il fixera à l'une des branches. L'air évacué par le ballon poussera plus fortement sur l'eau de la branche où il est fixé et fera remonter le niveau dans l'autre branche. Il y a alors un réinvestissement de ce qui a été travaillé dans les leçons précédentes.

- Présentation du défi à la classe. **5 minutes**
- Phase de recherche en groupe. Selon le niveau des élèves, l'enseignant peut présenter le matériel nécessaire ou laisser les enfants lister ce dont ils auront besoin selon



eux. Lorsqu'un consensus, au sein du groupe, est obtenu sur la méthode à utiliser, chaque enfant va la dessiner dans son livret. **15 minutes**

- Chaque groupe teste sa méthode. L'enseignant circule afin d'observer les résultats obtenus et de questionner les enfants sur ce qu'ils observent et ainsi les aider à l'analyser. **10 minutes**
- Présentation à la classe d'une solution par un groupe qui explique ce qui se produit. **5 minutes**
- Chaque groupe teste alors cette solution puis la dessine dans son livret. **5 minutes**

Si aucun groupe n'a trouvé de solution, l'enseignant peut prévoir, à un moment ultérieur, un nouveau temps de recherche. Sinon, il peut présenter lui-même la solution en veillant à ce que les élèves expliquent eux-mêmes la méthode.

Message à emporter : « En connectant une des extrémités d'un tube en U à un ballon de baudruche gonflé, on augmente la pression dans une des branches, ce qui pousse la surface de l'eau vers le bas et la fait remonter de l'autre côté. »

Retour de classe

Pour répondre au défi, les élèves proposent différentes solutions : souffler dans une branche du tube sans poser les lèvres dessus ; gonfler un ballon de baudruche et vider l'air du ballon au-dessus d'une branche du tube (sans que le ballon touche le tube) ; gonfler un ballon de baudruche et le fixer au tube ; utiliser une seringue pour injecter de l'air dans une des branches du tube.

Faute de temps, les 3 premières étapes n'ont pas pu être réalisées en classe mais les élèves ont pu les effectuer chez eux. Les élèves venaient présenter leurs solutions à la classe que l'on rassemblait dans un tableau récapitulatif.



Réponse au défi



L'expérience pour aller plus loin

3^{ème} séance optionnelle

Matériel nécessaire :

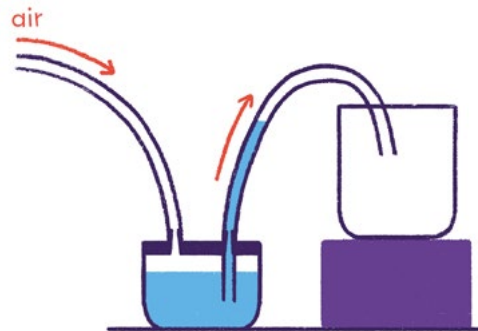
- une petite boîte connectée à deux tuyaux (entrée et sortie), que l'on remplit d'eau,
- un autre récipient,
- une paille ou un ballon de baudruche.

Il est conseillé de reprendre les groupes de la séance précédente.

Rappel de l'expérience :

Transvaser l'eau du récipient situé en-dessous vers l'autre récipient situé au-dessus, sans les toucher.

Il est là aussi possible de fixer un ballon de baudruche à une extrémité d'un tuyau pour que l'air évacué pousse l'eau du petit récipient, afin qu'il remonte dans l'autre tube et sorte dans le récipient placé au-dessus. Il est également possible de souffler dans le tube en utilisant une paille.



Déroulement :  30 minutes

Séance à mettre en place avec la même organisation que la partie « défi ».

Pour des raisons d'hygiène, il est conseillé que l'enseignant propose des pailles aux élèves s'ils souhaitent souffler dans le tuyau.

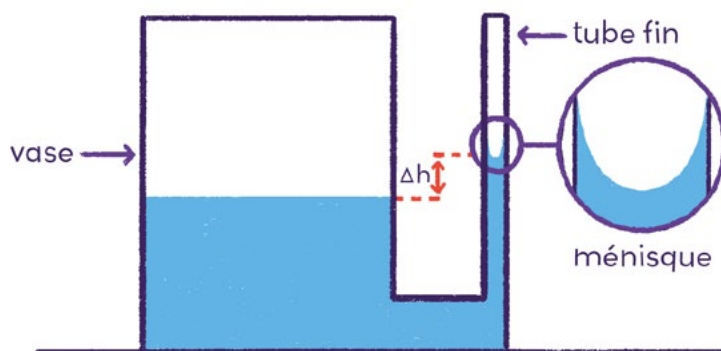


Explications

Commentaire sur les effets capillaires

Si on considère deux vases communicants, il y a un cas où les niveaux de liquide ne sont pas identiques : c'est quand l'un des vases - on l'appellera alors un tube capillaire - est fin. En effet, apparaît alors une force supplémentaire qui modifie de quelques millimètres le niveau de l'eau dans le tube par rapport au niveau dans le vase principal ; il s'agit de la force capillaire, qui résulte de l'influence de la paroi du tube sur l'interface eau/air. Ainsi, si le tube est en verre, le niveau de l'eau dans le tube est plus élevé que dans le vase. On observe également que l'interface eau/air dans le tube n'est pas plane, mais possède une courbure que l'on appelle un ménisque : l'eau grimpe sur la paroi du tube en verre. Mais, si le tube est en plastique, l'effet est inversé : le niveau de l'eau est moins élevé dans le tube que dans le vase, et le ménisque est courbé dans l'autre sens.

Dans les systèmes où les conduits de liquide sont très fins, comme les systèmes biologiques, c'est la force capillaire qui gouverne les mouvements des fluides.



Ascension de l'eau due à la force capillaire dans un tube fin en verre.
La différence de niveau Δh est liée à l'énergie de surface du verre et est d'autant plus grande que le diamètre intérieur du tube est petit.