

03

Qu'est-ce que la pression de l'air ?

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.

Messages à emporter :

« L'air exerce une pression sur tout ce qui l'entoure. Quand le ballon de baudruche est ouvert, les pressions à l'intérieur et à l'extérieur sont égales. Dans un ballon fermé, si on enlève de l'air à l'extérieur, alors la pression extérieure devient plus faible qu'à l'intérieur et le ballon gonfle. »

« Dans un ballon de baudruche gonflé, la pression à l'intérieur est plus grande que celle à l'extérieur. Dès qu'on libère l'ouverture et si on lâche le ballon, le courant d'air dû à l'air qui sort pousse le ballon dans le sens opposé, jusqu'à ce qu'il soit dégonflé. »

La deuxième leçon de Marie Curie a permis de mettre en évidence que l'air est pesant et que l'on peut donc mesurer sa masse. Lors de cette leçon, les élèves avaient pu observer qu'il est impossible d'ouvrir la boîte à vide lorsqu'on l'a vidée de son air. Cette troisième leçon vise donc à expliquer ce phénomène et à mettre en évidence la pression de l'air.

Note : La notion de pression d'un gaz n'est pas évidente et demande qu'on passe du temps à l'expliquer. Une façon de le faire serait de l'expliquer à partir du mouvement des molécules constituant le gaz. Comme cette notion n'est abordée qu'en cycle 4, il s'agit dans cette activité de se limiter à une observation des effets de la pression.

Il est préférable, avant de réaliser la leçon de Marie Curie, de faire une expérience plus simple consistant à gonfler le ballon avec la bouche. Les élèves comprennent que la pression à l'intérieur devient plus grande que la pression à l'extérieur, c'est-à-dire la pression atmosphérique. C'est la même chose dans l'expérience de Marie Curie, sauf que, au lieu d'augmenter la pression à l'intérieur du ballon, on diminue la pression à l'extérieur. Dans les deux cas, la pression à l'intérieur devient plus grande que la pression à l'extérieur, et le ballon gonfle.

> 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)

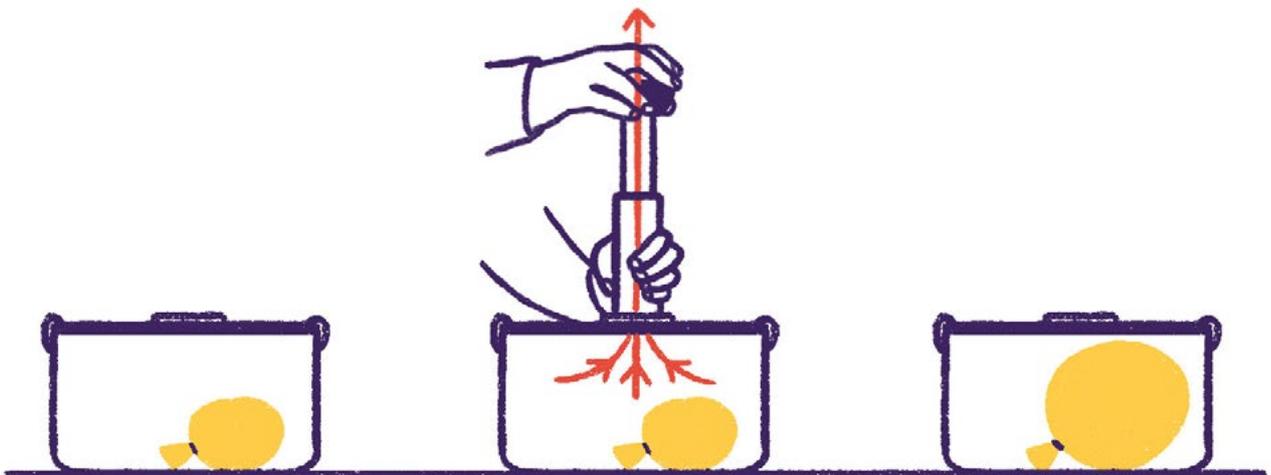
Matériel nécessaire :

- une boîte à vide et sa pompe,
- un ballon de baudruche.

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

Rappel de l'expérience :

Gonfler légèrement le ballon de baudruche (quelques centimètres de diamètre) et faire un nœud pour le fermer. Placer le ballon dans la boîte à vide et faire le vide.



Déroulement : 60 minutes

- Un temps d'échange en amont de l'expérience est nécessaire pour relever les représentations initiales des enfants sur l'air s'ils n'ont pas fait les deux premières leçons de Marie Curie. Que savent-ils sur l'air ? Sinon, il est intéressant de leur rappeler l'impossibilité d'ouvrir la boîte à vide lorsqu'elle ne contient plus d'air. **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**
- Réalisation de l'expérience par les enfants. On attirera l'attention des enfants sur le fait qu'ils doivent observer ce que devient le ballon de baudruche dans la boîte. 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 attirera également leur attention sur ce qui se passe lorsqu'on ré-ouvre la boîte et que de l'air y pénètre. **10 minutes**

- Les élèves dessinent dans leur livret ce qu'ils ont observé. **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. 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 : « Lorsque la boîte est ouverte, l'air qui est à l'intérieur, appuie de toutes parts sur les parois intérieures de la boîte. Si l'on ferme la boîte, l'air « prisonnier » à l'intérieur de la boîte appuie sur les parois intérieures de la boîte et sur l'intérieur du couvercle mais également sur le ballon de baudruche et l'air qui s'y trouve. L'air à l'intérieur du ballon pousse lui aussi sur les parois du ballon. Si l'on vide maintenant la boîte de son air, il n'y a plus d'air à l'intérieur sauf dans le ballon. Il continue lui de pousser sur les parois du ballon sans que l'air de la boîte le pousse, il peut donc occuper plus d'espace et le ballon gonfle. Si l'on introduit à nouveau de l'air dans la boîte en l'ouvrant, cet air pousse à nouveau sur l'air dans le ballon de baudruche qui reprend alors sa taille initiale. » **15 minutes**
- Lecture de la phrase de Marie Curie 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**

Message à emporter :

« L'air exerce une pression sur tout ce qui l'entoure. Quand le ballon de baudruche est ouvert, les pressions à l'intérieur et à l'extérieur sont égales. Dans un ballon fermé, si on enlève de l'air à l'extérieur, alors la pression extérieure devient plus faible qu'à l'intérieur et le ballon gonfle. »

Retour de classe



Des collégiens pompent l'air de la boîte et font gonfler le ballon de baudruche



L'expérience pour mieux comprendre

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

Matériel nécessaire :

- un ballon de baudruche.

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

Rappel de l'expérience :

Gonfler le ballon de baudruche sans faire de nœud et le lâcher.

Expérience particulièrement visuelle et ludique qui amènera de l'excitation chez les élèves. Il est donc nécessaire, en amont, d'instaurer un cadre strict d'expérimentation.

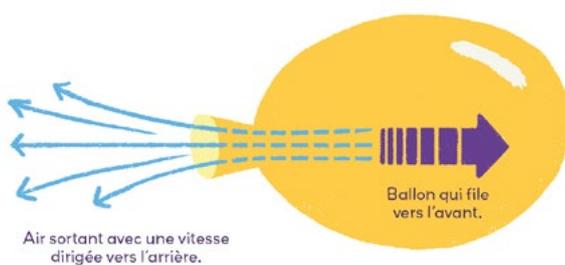
Déroulement : 40 minutes

- Un temps d'échange 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 afin que les enfants visualisent mieux ce qui est attendu d'eux. 5 minutes
- Les élèves écrivent 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 1ère séance. 10 minutes
- Réalisation de l'expérience par les enfants. Chaque enfant du groupe, à son tour, fera la manipulation. 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 le ballon ne peut pas sortir tant qu'on ne le lâche pas mais qu'ensuite l'air à l'extérieur du ballon pousse sur l'air à l'intérieur du ballon et qu'il va donc être chassé par l'ouverture. Il sera intéressant de faire verbaliser le phénomène qui a permis au ballon de se déplacer. La conclusion est rédigée et construite à partir de ces échanges. 10 minutes

Message à emporter :

« Dans un ballon de baudruche gonflé, la pression à l'intérieur est plus grande que celle à l'extérieur. Dès qu'on libère l'ouverture et si on lâche le ballon, le courant d'air dû à l'air qui sort pousse le ballon dans le sens opposé, jusqu'à ce qu'il soit dégonflé. »

Commentaire sur l'expérience pour mieux comprendre : le principe de réaction



L'explication de la mise en mouvement du ballon de baudruche est basée sur la notion de conservation de la quantité de mouvement, qui est égale au produit de la masse du corps en mouvement par sa vitesse. On lâche le ballon gonflé sans le pousser, et donc on ne communique pas de quantité de mouvement au système « ballon + air qui est à l'intérieur ». La quantité de mouvement totale du système au moment du lâcher est donc nulle. Quand l'air sort, avec une certaine vitesse, cet air possède une certaine quantité de mouvement. Pour que la quantité de mouvement totale du système reste nulle, il faut donc que le ballon acquiert une vitesse en sens opposé. Il file donc dans ce sens-là.



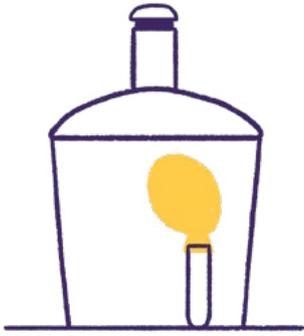
Le défi

Rappel de l'expérience :

Trouver une méthode pour faire gonfler un ballon de baudruche fixé sur l'ouverture d'un récipient.

L'objectif est que les élèves ré-investissent ce qu'ils ont vu lors de la première séance et pensent à utiliser une boîte à vide.

- 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 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 de la solution par un groupe qui explique ce qui se produit. **5 minutes**
- Chaque groupe teste alors la solution puis la dessine dans son livret. **5 minutes**

Si aucun groupe n'a trouvé la 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.



L'expérience pour aller plus loin

3^{ème} séance optionnelle

Matériel nécessaire :

- un ballon de baudruche,
- une boîte à vide et sa pompe,
- des récipients de différentes tailles.

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

Rappel de l'expérience :

En reprenant le défi précédent, les élèves doivent maintenant trouver une méthode pour que le ballon gonfle le plus possible.

Déroulement :  **30 minutes**

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

Inviter un scientifique dans votre classe

Au cours de cette leçon, visionner avec vos élèves la vidéo « C'est quoi le vide ? » avec Suheyly Bilgen, ingénieure de recherche au CNRS.





Explications

Influence de la température, applications pratiques

La température a une influence sur le volume occupé par un gaz et sur sa pression. Cela est dû au fait que, quand la température du gaz augmente, ses molécules s'agitent de plus en plus : leur vitesse augmente, les chocs avec les parois sont plus nombreux et plus violents et elles pressent plus fort les parois du récipient. Si on utilise un récipient de volume fixé, par exemple un bocal en verre bien fermé et rempli de gaz à température ambiante et si on augmente progressivement la température, alors la pression augmente à l'intérieur de bocal, ce que l'on pourrait mesurer avec un manomètre. Si on utilise au contraire un récipient déformable, comme un ballon en baudruche, alors le ballon gonfle. C'est ce que l'on observe quand on laisse un matelas pneumatique en plein soleil.