

L'air, la matière.  
Ça ne manque pas d'air !

### Introduction.

**Avant tout, sachez que ce qui suit est extrait largement d'un document réalisé par La Main à La Pâte, intitulé « L'air » (protocole pédagogique, éditions Odile Jacob multimédia et Jeulin, ISBN 2-914431-00-7). Ce document est disponible au centre ressource en sciences de votre circonscription.**

**De nombreux élèves ont vécu ces ateliers Il nous faut d'ailleurs les remercier de l'accueil qu'ils ont réservé à cette manifestation. Remercions également les enseignants de Neuilly l'Evêque, Champigny les Langres, Hortes, Montlandon, La Bonnelle et Jean Duvet (une mention spéciale pour la CLIS), Prauthoy, Vaux sous Aubigny, Cusey et Auberive.**

Les ateliers qui suivent sont autant de séances. Ils sont baptisés ateliers car présentés comme tels lors de la fête de la science 2005. En fait, ils s'inscrivent dans une séquence très complète.

Les objectifs suivis, les compétences travaillées, sont conformes aux programmes en vigueur. Les séances « transparent » la démarche retenue : la démarche d'investigation. En classe, une séance est une unité de sens. Je veux dire par là qu'il est souhaitable de travailler une séance après l'autre (elles ont toutes leurs sens dans la séquence) : une expérience ne se réduit pas à une simple manipulation ! Chaque expérience mérite qu'on lui consacre un temps d'étude propre.

Il faut penser aussi à la place de l'écrit. L'écrit, qui ne fut pas abordé lors de la fête de la science (ou si peu, à travers la lecture d'un protocole, de quelques affiches), a un rôle déterminant dans la construction de la pensée, donc des savoirs. Il ne faut pas le négliger et penser à le réintroduire : Les hypothèses premières, de « lancement » ai-je envie de dire, peuvent rester à l'oral. Mais il convient de passer par l'écrit très rapidement. Ceci se fera sans mal pour des enfants experts en écriture et/ou experts dans une démarche d'investigation.

Dans le cadre d'une démarche d'investigation, la question du cahier de sciences, du carnet d'expériences, se pose. On réfléchira alors à la place, au rôle de l'écrit, et plus particulièrement à ce que doit être un écrit d'enfant. On codera les écrits : sur du papier vert pour les hypothèses (dessins et textes), bleu pour les observations, jaune pour les documents complémentaires apportés par les élèves ou par l'enseignant. Les écrits « institutionnalisés » (ceux qui sont produits par l'ensemble de la classe pour une synthèse commune) peuvent être écrits directement sur le cahier. Bien sûr, le code des couleurs est à fixer en début d'année, mais le choix de ces mêmes couleurs est libre ! On notera tout de même que les cahiers « travaux pratiques » sont très... pratiques dès qu'il s'agit d'inclure des dessins ou des schémas légendés.

Pour les élèves en délicatesse avec l'écrit on aura recours à la dictée au maître, au tutorat entre élèves. N'ayez pas peur de profiter également d'une occasion motivante (c'est le cas des sciences expérimentales !) pour lancer vos élèves dans le monde de l'écrit : écriture inventée, texte de référence, lecture de textes documentaires... A ce propos, rappelons que pour les cycles 3, l'horaire de 3 heures imparti aux sciences contient une lecture de documentaires !

Voici donc 12 ateliers, 12 séances de travail sur le thème de l'air. Pour vous aider encore, songer que la salle de sciences de votre circonscription possède et prête du matériel. Le maître animateur peut également vous aider dans la mise en œuvre de votre séquence. Bonne lecture !

## Liste du matériel nécessaire :

### A répartir dans chaque atelier ! (Penser à prévoir du matériel de rechange).

#### Pour les ateliers périphériques :

- 4 grands bacs d'eau (caisses en plastique),
- 4 bacs d'eau (2,6L),
- 8 bouchons de liège,
- 10 gobelets de plastique transparent (assez résistants),
- pailles coudées (pour un usage unique !)
- 4 bouteilles en plastique (1,5L),
- 4 bouchons en plastique s'adaptant sur les grandes et les petites bouteilles : bouchons d'origine !
- 4 bouchons de plastique percés, traversés par un bout de tuyau cristal (en magasin de bricolage), le montage est rendu étanche par de la pâte à modeler,
- 4 petites bouteilles d'eau pleines (50 ou 33cl),
- 4 m de tuyau « cristal » (en magasin de bricolage, à découper en tronçons de 50cm)
- 4 éponges,
- 1 boîte de mouchoirs en papier,
- 1 rouleau de papier essuie-tout,
- 4 ballons de baudruche,
- de l'eau chaude (mais pas trop : tirée du robinet, elle aura déjà environ 70°C de température, elle sera conservée pour l'occasion dans des bouteilles « thermos »),
- fil ou ficelle fine (4x 1,5m),
- 4 pailles droites,
- 8 seringues (vérifier que l'embout de la seringue s'adapte au tube cristal : c'est le critère de sélection pour le choix de ce tube !), un volume de 12ml suffit pour les seringues,
- 4 feuilles de journal,
- 4 règles de 50 cm,

#### Pour l'atelier central :

- quelques grandes feuilles de papier, 2 feutres adéquats , ou bien des craies pour un tableau noir,
- 1 thermomètre mural,
- un cutter (pour découper le fond des bouteilles : à réaliser au préalable),
- 2 sacs en plastique de type congélation, zippés grand format,
- 2 marqueurs indélébiles (rouge + bleu),
- 1 flacon de colorant alimentaire,
- 1m de tuyau cristal,
- 1 fil tendu au travers de la salle,
- du scotch (rouleau sur dévidoir, c'est beaucoup plus pratique !),
- 1 paille droite,
- 2 seringues (vérifier que l'embout de la seringue s'adapte au tube cristal : c'est le critère de sélection pour le choix de ce tube !), un volume de 12ml suffit pour les seringues,
- 1 règle plate de 50 cm de longueur,
- 1 page de papier journal

- 1 balance Roberval (ou à défaut une balance électronique précise au gramme, mais c'est dommage surtout pour les plus petits, les GS, qui pour comparer des masses doivent alors avoir une très bonne connaissance des nombres),
- 2 ballons de basket, 1 pompe (ou 1 gonfleur + embout de gonflage),
- 1 feuille de journal,
- 1 règle de 50 cm,
- 1 affiche « poids de l'air » : 1g par litre d'air, 1m<sup>2</sup> au sol (niveau de la mer : la plage, le sable...) reçoit un poids de 10 tonnes d'air (vous ne bronzeriez plus sans craindre que le ciel ne vous tombe sur la tête), à 8 000 mètres d'altitudes, l'air est 6 fois moins lourd.
- 2 affiches expliquant l'équilibre interne d'un ballon de baudruche fermé et la rupture de cet équilibre quand le ballon est ouvert.
- 1 serpillière, 1 balai, 1 seau...

Et de l'air, de l'air !!!

---

L'air, la matière  
Ça ne manque pas d'air !  
Atelier 1

**Atelier 1 : Introduction au thème.**  
**Discussion préalable.**

**Vue d'ensemble :** Il s'agit de mener avec les élèves une discussion pour introduire le thème. Le maître lance, relance et guide cette discussion (cf. les questions *en italiques*). On recueille ainsi les représentations initiales des enfants autour de trois axes principaux : l'existence de l'air et la façon dont on peut l'appréhender par les sens, la nature de l'air (une matière gazeuse), les questions que les élèves se posent. Ces trois axes répondent aux exigences des programmes.

**Matériel nécessaire :** Du papier « affiche », un tableau pour conserver les dire des enfants. Si il est trop difficile d'écrire en même temps qu'a lieu la discussion, on peut songer à une prise de note que l'on remettra au propre devant les élèves plus tard. Ainsi on conserve le sens de l'écrit (Penser à expliquer aux élèves que l'on écrit ce qu'ils disent. a ce sujet, il est bon de préciser parfois aux enfants qu'il y a des « choses » que l'on peut dire mais qui nécessitent d'être formulées différemment pour pouvoir être écrites).

**Objectifs opérationnels :**

- faire exprimer les représentations de l'air,
- faire le point sur les connaissances, sur les compétences des élèves,
- déterminer la progression à suivre (on piochera dans les ateliers proposés en fonction des notions à travailler, des questions soulevées par les élèves (existence, poids, dilatation...)).

**Remarque préalable :** On guide la discussion afin d'éviter que l'on s'éloigne du sujet (recentrer) mais on ne donne jamais son avis. On peut demander des précisions aux enfants !(Questionnement du type : Comment pouvez-vous affirmer que... Qu'est-ce qui vous permet de dire que...).

**Discussion (questions pour tous, cycle 2 et 3) :**

*Nous allons travailler sur l'air. Où pouvons-nous en trouver?*  
(On essaiera d'en capturer avec la main, un sac, une bouteille...).

*Comment peut-on avoir la preuve de ce que vous dites car je ne vois rien dans la classe ou dehors?*

*Peut-on sentir l'air?*

*Est-ce que l'on peut entendre l'air?*

*Enfin, peut-on voir l'air?*

**Discussion (questions SUPPLEMENTAIRES pour les grands, cycle 3) :**

*Je me demande finalement ce qu'est l'air ?*

*Quelle est la différence entre l'air et le vide ?*

*Qu'est-ce que vous connaissez comme gaz ?*

**On conclue : On reformule ce que les enfants ont avancé comme hypothèses, sans affirmer ou infirmer. On précise que l'on reviendra souvent confronter ces hypothèses avec ce que l'on aura appris lors de notre travail : Ainsi les enfants mesureront plus précisément l'écart entre ce qu'ils pensaient et ce que maintenant ils savent...**

**Prolongements :**

- recherche d'expressions employant le mot « air » : avoir l'air heureux, être tête en l'air, manquer d'air...
  - recherche de moyens de transports utilisant l'air : les voiliers, les avions à réactions, les montgolfières, les planeurs (plus complexe : il faut dessiner une aile, expliquer le principe de la portée, de l'écoulement...mais c'est faisable !).
-

L'air, la matière  
Ça ne manque pas d'air !  
Atelier 2.

## Atelier 2.

### L'existence de l'air : mise en évidence de la présence de l'air.

#### Le verre n'est pas si vide que ça !

**Vue d'ensemble :** Il s'agit de prouver l'existence de l'air. Pour cela, une simple manipulation ne peut suffire. L'expérience doit être complète : c'est une investigation. Après le questionnement de l'atelier 1 (visant à faire formuler les représentations des élèves), cet atelier 2 propose un protocole expérimental très simple à réaliser avec de jeunes enfants, utilisant l'interaction air-eau. Les observations faites, les conclusions tirées vont commencer à mettre en évidence la matérialité de l'air. Attention, il faudra revenir souvent sur le constat que l'on établira en fin de séance : Dans le verre (la bouteille, le tuyau...) il y a de l'air. En effet, les enfants auront souvent tendance, dans leurs explications, d'oublier l'air, de préférer parler de l'eau. Pourtant, il va falloir comprendre que l'air existe autant que l'eau !

**Objectif opérationnel :** Montrer l'existence de l'air en réalisant en groupe une expérience.

**Vocabulaire :** Immerger.

**Matériel pour un groupe d'élèves (atelier périphérique):** 1 bac d'eau, 2 gobelets en plastique transparent, 1 éponge, des mouchoirs en papier (auprès de l'enseignant), du papier essuie-tout (auprès de l'enseignant également).

#### **Matériel pour la classe (atelier central) :**

- 1 sac plastique type congélation avec fermeture zip, 1 marqueur indélébile.
- le même que pour l'atelier périphérique.

#### **Déroulement :**

- En atelier central : Montrer un verre « vide », demander ce qu'il contient (il n'est pas vide, il y a de l'air partout...), on se réfère aux notes sur le papier « affiche ».

On manipule le sac « zip », on le ferme, le compresse : le sac est plein d'air, la présence de l'air est mise en évidence, il y a de l'air dans notre verre « vide », c'est un verre d'air !

On lance le défi : ***Plonger le mouchoir en papier sous l'eau sans le mouiller.***

Puis on demande aux élèves de formuler différemment le défi : ***Comment allez-vous faire pour réussir cette expérience ?*** Il s'agit de se projeter dans l'action. Attention, pour ce qui est de la re-formulation : certains élèves vont être tout à fait capable d'expliquer comment il « faut s'y prendre pour réussir », mais ceci ne prouve absolument pas qu'ils arriveront pour autant à agir. Il est parfois nécessaire de demander à un élève de montrer comment il va agir (pour ne pas tronquer la démarche, penser à demander à un élève qui n'a pas la « bonne » solution). Alors, on demande aux enfants *Comment vous y prendriez-vous ?* Et l'action est lancée !

- En atelier de recherche : AVANT de manipuler, on demande aux enfants de réfléchir à une solution.

Chaque groupe dispose de son bac, de ses verres, de ses mouchoirs.

-Retour à l'atelier central : On demande aux élèves d'exprimer leurs solutions, on pratique quelques manipulations.

Puis on cherche à expliquer :

- *Pourquoi le mouchoir reste-t-il sec ?*
- *Pourquoi n'y a-t-il pas d'eau dans le verre ?*
- *Comment faire entrer l'eau dans le verre ?*

**On conclue : Un verre « vide » contient de l'air. On peut le prouver en mettant un mouchoir au fond du verre et en plongeant le verre à l'envers dans un bac d'eau. Le mouchoir reste sec car l'air du verre empêche l'eau d'entrer. L'air existe, il prend de la place !**

-----

L'air, la matière  
Ça ne manque pas d'air !  
Atelier 3.

### **Atelier 3.** **Capturer les bulles.**

**Vue d'ensemble :** Il s'agit de « voir » l'air. Pour ce faire, on utilise l'eau : Sous l'eau, on peut voir les bulles d'air qui s'échappent d'un récipient, d'un verre. Ces mêmes bulles peuvent être capturées ! Si on peut attraper l'air, c'est bien qu'il existe .

#### **Objectifs opérationnels :**

- Réaliser des expériences de transvasement de l'air sous l'eau,
- Travailler sur des habiletés motrices.

**Vocabulaire :** Bulle, pression. On formulera que l'air est plus léger que l'eau : il remonte à la surface en faisant des bulles (On voit les bulles, on sent que le verre d'air a tendance à remonter à la surface).

#### **Matériel pour un groupe d'élèves (atelier périphérique) :**

- 1 grand bac,
- 2 gobelets en plastique transparent,
- 1 paille coudée,
- 1 éponge,
- du papier essuie-tout.

#### **Matériel pour la classe (atelier central) :**

- 2 marqueurs indélébiles de couleur différente (rouge et bleu)
- le même que pour les ateliers périphériques.

#### **Déroulement :**

- En atelier central : « *Que se passe-t-il quand on fait la vaisselle par exemple quand on plonge un récipient dans l'eau ?* »
  - Montrer le geste de plonger le verre dans la bassine.
  - Discussion portant sur la façon dont on plonge le verre dans l'eau (à l'endroit, à l'envers). On s'attend à ce que les élèves verbalisent la présence de l'air dans le verre : Si on incline le verre déjà plongé à l'envers et rempli d'air, l'air s'échappe sous forme de bulles.
  - L'adulte fait la manipulation.
  - « *Comment transvaser l'air contenu dans le verre marqué d'une croix rouge dans le verre marqué d'une croix bleue ?* »
  - Discussion en groupe autour de l'atelier central sur les possibles manipulations.
- En ateliers périphériques : Les élèves réalisent le défi. Chaque groupe dispose de son matériel. Phase de recherche, phase d'observation.
- Retour à l'atelier central : On demande aux enfants d'exprimer leurs solutions, on les discute, les essaye. Puis on cherche à expliquer. On explique en faisant la manipulation (un enfant peut le faire).

Autres questions : « *Où va l'eau du verre qui se remplit d'air ?* »

**Le bruit des bulles :** c'est le bruit des bulles d'air qui éclatent à la surface de l'eau .

« *Que s'est-il passé quand on a incliné le premier verre ?* »

« *Qu'ont fait ces bulles d'air ?* »

« *Que se passe-t-il quand on met un autre verre sur le chemin des bulles ?* »

« *Que se passe-t-il dans le premier verre ?* »

**On conclue :** Sous l'eau, il est facile de voir l'air sous forme de bulles. Sinon l'air est invisible bien qu'on puisse le sentir lorsqu'il bouge (ex : le vent). On se réfère alors aux hypothèses de départ : on sait maintenant que l'on peut voir l'air sous forme de bulles.

Pour information : Une bulle, c'est une petite poche remplie de gaz, pour nous c'est donc une poche d'air (ou encore de vapeur d'eau !) qui remonte à la surface, verticalement d'après la loi de la densité : le plus léger, l'air, va au-dessus du plus lourd, l'eau.

---

L'air, la matière  
Ça ne manque pas d'air !  
Atelier 4

#### **Atelier 4.** **Faire descendre le bouchon.**

**Vue d'ensemble :** Il s'agit de construire encore le fait que l'air existe, qu'il est consistant, qu'il se conserve (c'est de la matière !). On exploite cette fois la « place » occupée par l'air. L'air prend de la place, la preuve, il empêche l'eau d'entrer. L'air est là, consistant, il existe. Il se conserve lors de son déplacement.  
La conservation de la matière, la permanence de cette matière n'est pas une notion évidente. Une séance s'impose...

#### **Objectifs opérationnels :**

- Anticiper les résultats d'une expérience,
- Exprimer la notion de conservation de la matière à propos d'un élément gazeux : l'air.

#### **Matériel pour un groupe d'élèves (atelier périphérique) :**

- 1 bouteille de 1,5L dont le fond est découpé préalablement, le goulot est obstrué (bouchon en plastique),
- 1 bac de 2,6L d'eau,
- 1 bouchon de liège.

#### **Matériel pour le groupe classe (atelier central) :**

- matériel identique à celui de l'atelier périphérique,
- 1 flacon de colorant alimentaire.
- 3 affiches présentant l'expérience : état initial avant le mouvement (affiche 1 : la bouteille découpée et son goulot obstrué), 2 solutions possibles ( affiche 2 : bouchon en haut flottant sur un niveau d'eau qui n'a pas varié malgré la bouteille posée au fond du bac ; affiche 3 : bouchon au fond du bac flottant sur un bas niveau d'eau avec toujours la bouteille posée au fond).

#### **Déroulement :**

##### **En atelier central :**

- Au tableau (affiche 1), l'enseignant présente l'expérience : On va enfoncer la bouteille pour qu'elle touche le fond.
- « *Que va faire le bouchon ? Est-ce qu'il va toucher le fond ?* » (montrer l'affiche 1).
- Les élèves discutent entre eux et énoncent ce qu'ils pensent qui va se passer : Ils tentent d'anticiper les résultats de l'expérience (objectif 1).
- L'enseignant reformule pour que tous soient d'accord.
- Les élèves répondent généralement conformément à l'affiche 2, ou encore à l'affiche 3. On discute chacune de ses deux propositions (révéler alors les affiches 2 et 3, procéder à leur lecture pour fixer le fait qu'elles correspondent aux solutions proposées).

En ateliers périphériques :

- Test des hypothèses.
- Observations (les élèves peuvent penser que le bouchon a coulé car on ne distingue pas très bien l'air de l'eau, tout étant transparent).

Retour à l'atelier central :

- Mise en commun : On demande aux enfants ce qu'ils ont constaté. On procède à la manipulation avec le colorant alimentaire répandu dans le bac à eau : on distingue mieux l'air et l'eau (air transparent, eau colorée).

**Conclusion : « Il y a de l'air dans la bouteille. L'air empêche l'eau d'entrer dans la bouteille. Il y a toujours le même air dans la bouteille ».**

- « *Comment faire remonter le bouchon dans la bouteille ?* » On attend que les élèves proposent que l'on ouvre/perce le bouchon .

**Conclusion : « Si l'air peut sortir (par le goulot ou par un petit trou), alors l'eau a de la place pour entrer et on voit le bouchon remonter ».**

On procède à l'expérience à l'atelier central.

L'air, la matière  
Ça ne manque pas d'air !  
Atelier 5

### **Atelier 5 :** **Renflouer l'épave.**

**Vue d'ensemble :** Il s'agit de renforcer dans un premier temps encore la matérialité de l'air. On va souffler de l'air dans une bouteille pleine d'eau, immergée dans un bac, à l'aide d'un tuyau transparent. L'air soufflé chasse l'eau. L'air existe : il a pris la place de l'eau. On aborde également la différence de densité entre l'air et l'eau (pleine d'eau la bouteille coule, pleine d'air elle flotte). Comme dans cette expérience on souffle de l'air, on prépare une réflexion autour de l'air et de la respiration...

#### **Objectifs opérationnels :**

- Utiliser les connaissances acquises dans les séances précédentes (l'air prend de la place).
- Anticiper les résultats d'une expérience.
- Constater que l'air est plus léger que l'eau (la bouteille pleine d'air flotte).

**Vocabulaire :** Flotter, couler, immerger, renflouer.

#### **Matériel pour un groupe d'élèves (ateliers périphériques) :**

- 1 bac d'eau.
- 1 petite bouteille (50 ou 33 cl) en plastique remplie d'eau et immergée dans le bac.
- 1 tuyau « cristal ».
- 1 éponge, du papier essuie-tout.

#### **Matériel pour le groupe classe (atelier central) :**

- Le même que pour les ateliers périphériques.

#### **Déroulement :**

##### **En atelier central :**

- « *Une épave a été découverte au fond de la mer. Il faut la renflouer. Comment s'y prendre ?* » On explique le mot RENFLOUER qui signifie REMONTER à LA SURFACE (remettre à flot). On présente le matériel disponible.
- « *Comment proposez-vous de faire ?* » On recueille les hypothèses.

##### **En ateliers périphériques :**

- Test des hypothèses.
- Observations.

##### **Retour à l'atelier central :**

- Mise en commun : Les élèves expriment leurs solutions. On procède au test : expériences et validation .

**Conclusion :** « *L'air soufflé dans la bouteille par le tuyau chasse l'eau. La bouteille pleine d'air remonte à la surface. L'air est plus léger que l'eau. Il remonte à la surface avec la bouteille* ».

L'air, la matière  
Ça ne manque pas d'air !  
Atelier 6.

### Atelier 6. Il faut avoir du souffle !

**Vue d'ensemble :** Nous venons de souffler dans une petite bouteille pour la renflouer. Mais d'où vient l'air que l'on souffle ? De nos poumons évidemment ! Alors soufflons encore un peu. Inspirons, soufflons, respirons !  
Mais au fait, quelle quantité d'air peut-on expirer/souffler ? Voici une petite expérience très simple à mettre en œuvre pour mesurer le volume d'air expiré...

#### **Objectifs opérationnels :**

- Utiliser les connaissances acquises dans les séances précédentes pour mesurer des quantités d'air expiré.
- Constater des variations individuelles lors de la mesure des volumes d'air expiré et approcher l'idée de moyenne statistique.
- Réaliser un tableau, un graphique synthétique des résultats observés et relevés.

**Vocabulaire :** Respirer, respiration, inspirer, inspiration, expirer, expiration.

**Matériel pour un groupe d'élèves (atelier périphérique) :** 1 bac transparent (2,6L), 1 grosse bouteille d'eau en plastique (5L), 1 bouteille en plastique de 1,5L, 1 tronçon de tuyau cristal (50cm).

**Matériel pour la classe (atelier central) :** 1 sac en plastique (type supermarché), une bobine de ficelle fine, le même matériel qu'en atelier périphérique.

#### **Déroulement :**

##### En atelier central :

On revient sur une des premières affirmations des enfants. Affirmation recueillie lors de la discussion de début de séquence. « **L'air sert à respirer** ».

On essaie de faire préciser la chose. « **Qu'est-ce que cela veut dire ? Comment respire-t-on ?** » Les élèves parlent alors de l'air qui entre et qui sort des poumons.

On propose alors aux élèves de « visualiser » ces mouvements respiratoires. On peut ouvrir le sac en plastique : les muscles écartent de même la cage thoracique, l'air entre dans le sac, dans les poumons. On ferme le sac. Les muscles contractent la cage thoracique, l'air est chassé des poumons. Il me semble bon à ce moment de vivre physiquement cette expérience. L'expérimentation physique favorise souvent l'apprentissage et la mémorisation. Avec un bout de ficelle, on fait le tour de la poitrine d'un camarade en pleine inspiration, en pleine expiration. On mesure la différence. Le mouvement prend du sens. Si on compare les mesures réalisées sur plusieurs individus, on se rend compte déjà de quelques différences.

L'enseignant lance alors le défi suivant : « **Montrer quelle quantité d'air chaque élève est capable d'expirer, c'est à dire récupérer l'air expiré** ». On demande à un élève de

re-formuler le défi tout en se projetant dans l'action. Il s'agit déjà de réfléchir sur la démarche à suivre, sur la méthode à adopter : « **Comment faire pour réussir cette expérience ?** » A ce stade, on se rappellera qu'il est souvent bon de demander aussi à un élève de produire un exemple d'action, afin de favoriser la compréhension de la situation, d'explicitier ce qui est attendu des enfants. Ici, on peut demander à un enfant de mimer l'action et de la verbaliser.

On relève quelques idées :

- Le matériel induit la réponse. Mais certains élèves proposeront de souffler sur la main : on sent alors l'air, on peut chronométrer également la longueur du souffle mais point le volume d'air expiré (se référer au défi initial).
- Souffler dans un ballon de baudruche est également possible. Il y a alors bien un volume d'air expiré, mais lequel ? Ceci est encore trop imprécis.
- On peut aussi imaginer souffler la tête dans l'eau et mesurer le temps qui s'écoule conjointement à la production de bulles. Là, il n'y a pas possibilité de mesurer le volume d'air expiré.

Toutes ces solutions apparaîtront si l'on a pas encore présenté le matériel ! (ce qui est une solution à retenir car riche pour la production d'hypothèses et d'écrits propres aux élèves).

Puis on présente le matériel. Alors la solution apparaît : Souffler dans le tuyau, de l'air entre dans la bouteille et chasse l'eau qu'elle contient (on se réfère à l'épave qu'il fallait renflouer).

### **En atelier périphérique :**

Les élèves réalisent leurs expériences. Le problème premier est celui du volume expiré : Il faut souvent se servir de la bouteille de 5 litres ! Puis il faut mesurer ce volume... Il va falloir trouver un moyen pour étalonner les bouteilles (faire des marques tous les litres, demis et quarts...). Le problème de l'étalonnage est un défi à lui seul. Il mérite que l'on laisse les élèves y réfléchir. Pour favoriser cette réflexion, on peut mettre à leur disposition des volumes... et travailler cette notion et les compétences qui lui sont liées lors d'activités mathématiques. Ces activités mathématiques étant alors fortement motivées.

### **En atelier central :**

On obtient : « **L'air des poumons a remplacé l'eau de la bouteille** ».

Puis on pose la question du volume : « **Quel volume d'air avez-vous expiré ?** » « **Est-ce que tous les élèves ont expiré le même volume ?** » « **Comment se fait-il que certains ont expiré plus que d'autres ?** » « **Comment faire pour présenter avantageusement tous les résultats de la classe ?** »

On prend alors conscience des faits que :

- Tous les élèves ne réalisent pas la même performance.
- Il faut étalonner les bouteilles.
- On peut faire un tableau, un graphique pour faire apparaître toutes les mesures. Pour réaliser un tel graphique, une courbe, il est intéressant de proposer aux élèves quelques documents du même type. On les lit ensemble, on les explique, les commente. *Que disent-ils ? Comment sont-ils construits ? Comment pourrions nous construire le notre ? Quel forme lui donner pour qu'il soit compréhensible, pratique à lire ?*

Il est inutile de faire apparaître les prénoms en face des performances. Il ne s'agit pas d'une compétition ! Le lien avec les mathématiques est ici très fort.

Les élèves peuvent ici avoir un premier contact motivé avec un tableau à double entrée. Les sciences sont propices à la réalisation de tels tableaux : voilà une occasion de multiplier les contacts avec ses représentations synthétiques !

Pour information : Inspirer c'est remplir ses poumons d'air. C'est ainsi que l'on oxygène le sang. L'inspiration est due à un relâchement du diaphragme, muscle respiratoire qui sépare le thorax de l'abdomen.

-----

L'air, la matière  
Ça ne manque pas d'air !  
Atelier 7.

**Atelier 7, la dilatation de l'air.**  
**Le ballon gonflé d'air chaud :**

**Vue d'ensemble :** Tout le travail réalisé précédemment permet maintenant aux élèves d'aborder quelques propriétés physiques des gaz. Ici, on constatera la dilatation de l'air chauffé grâce, encore une fois, à la mise en œuvre d'un protocole expérimental fort simple.

**Objectifs opérationnels :**

- Mettre en œuvre en petit groupe un protocole expérimental.
- Observer un phénomène et réfléchir sur des explications possibles.
- Rendre compte de ses observations par un dessin.

**Vocabulaire :** Dilatation

**Matériel pour un groupe d'élèves (ateliers périphériques) :**

- 1 bac transparent de 2,6L rempli d'eau chaude (Attention la température ne doit pas excéder 40°C, cette température permet aisément de travailler durant ½ heure. Si vous avez besoin encore d'eau chaude, pensez à en stocker dans une bouteille thermos !).
- 1 bouteille en plastique de 1,5L.
- 1 ballon de baudruche.
- 1 éponge, du papier essuie-tout.

**Matériel pour le groupe classe (atelier central) :**

- le même que pour les ateliers périphériques ;

**Déroulement :**

**-En atelier central :**

- Une brève discussion avec les élèves permet de faire le point sur ce qu'il savent maintenant : « *Il y a de l'air partout autour de nous, nous le respirons et nous pouvons prouver son existence en l'agitant (faire du vent) ou en l'emprisonnant dans un sac plastique* ».
- « *Quelle température fait-il dans la classe ?* » Aller lire la température auprès du thermomètre. Ce que l'on mesure c'est la température de l'air qui se trouve dans la salle de classe.
- « *Que se passe-t-il quand la température de l'air augmente ?* » Les élèves tentent de répondre (il est chaud, on sent qu'il fait chaud...).
- « *Je vous propose cette expérience* » *Lire le protocole expérimental affiché au-dessus de chaque atelier*).
- Après avoir lu le protocole, « *Que va-t-il se passer d'après-vous ?* »
- Emission des hypothèses.

**-En ateliers périphériques :**

- les groupes testent leurs hypothèses.
- Observations.

-Retour à l'atelier central :

- Re-formulation de la question : « *Qu'arrive-t-il à l'air quand on le chauffe ?* »
- Mise en commun pour constater les accords comme les désaccords. Si des élèves indiquent que c'est l'air qui est monté, alors si on retourne le dispositif, l'air devrait remonter dans la bouteille et le ballon se dégonfler. Mais ça ne fonctionne pas ! Le ballon reste gonflé, même « la tête en bas » ! Donc l'air chaud fait autre chose que monter...
- Dans le bac d'eau froide, le ballon se dégonfle.

**Conclusion : « L'air chauffé prend plus de place, on dit qu'il se dilate. L'air chaud se dilate. L'air froid prend moins de place »**

Pour information : La dilatation, c'est l'augmentation de volume d'un corps (l'air) sans changement de masse. Cette dilatation est due à une augmentation de la température. La contraction est le phénomène inverse de la dilatation : C'est la diminution du volume d'un corps sans changement de masse. Pour expliquer les deux phénomènes et leur réversibilité, imaginons que nous sommes un troupeau de pingouins... Il fait froid, la température baisse, on se resserre sans changer de masse, c'est la contraction ! Il fait chaud, la température monte, on s'écarte : C'est la dilatation !

L'air, la matière  
Ça ne manque pas d'air !  
Atelier 8.

**Atelier 8, l'air se dilate.**  
**L'eau voyageuse :**

**Vue d'ensemble :** Cette expérience peut appuyer favorablement la construction de la notion de dilatation de l'air. c'est pourquoi il est intéressant de la présenter maintenant. Tout le travail réalisé précédemment permet maintenant aux élèves d'aborder quelques propriétés physiques des gaz. Ici, on constatera la dilatation de l'air chauffé grâce, encore une fois, à la mise en œuvre d'un protocole expérimental fort simple.

**Objectifs opérationnels :**

- Mettre en œuvre en petit groupe un protocole expérimental.
- Observer un phénomène et réfléchir sur des explications possibles.
- Rendre compte de ses observations par un dessin.

**Vocabulaire :** Dilatation

**Matériel pour un groupe d'élèves (atelier périphérique) :**

- 1 bac d'eau chaude,
- 1 bac d'eau froide (prévoir de la glace !)
- 1 récipient (Becher ou pot de yaourt !) d'eau

1 bouteille de 1,5L équipée d'un bouchon traversé par un tuyau cristal (montage étanche). Le tuyau va plonger dans un autre récipient d'eau.

**Matériel pour le groupe classe (atelier central) :**

- 1 bac d'eau chaude,
- 1 bac d'eau froide (prévoir de la glace !)
- 1 récipient (Becher ou pot de yaourt !) d'eau
- 1 bouteille de 1,5L équipée d'un bouchon traversé par un tuyau cristal (montage étanche). Le tuyau va plonger dans un autre récipient d'eau.
- colorant (pour l'eau du pot de yaourt).
- Une lanterne magique, un moteur à air chaud (carrousel des anges !!)

**Déroulement :**

**-En atelier central :**

- On présente le dispositif aux élèves. On nomme les éléments (bac d'eau chaude, bac d'eau froide...).
- « *Que va-t-il se passer quand je vais plonger la bouteille dans le bac d'eau froide ? Dans le bac d'eau chaude ?* »
- « *Comment pouvez-vous l'affirmer ?* »
- On mime l'expérience.

**-En ateliers périphériques :**

Recherche et observations.

-

-Retour à l'atelier central :

On demande de tenter d'expliquer. On se réfère à l'expérience précédente (la dilatation de l'air chaud, l'air qui prend plus de place...).

- On recommence l'expérience.

**Conclusion : « *L'air chaud se dilate, il prend plus de place et repousse ou cède de l'espace au liquide. Les liquides aussi se dilatent quand ils sont chauds* ».**

-Autre expérience possible : A réaliser en atelier central : on met en marche un « carillon des anges ». Les bougies allumées chauffent l'air. Celui-ci se dilate et monte, faisant tourner le carillon. Ce système est utilisé avec les « lampes magiques » que l'on trouve dans les chambres des jeunes enfants.

**Conclusion : « L'air chauffé prend plus de place, on dit qu'il se dilate. L'air chaud se dilate et monte, on l'a vu avec le carillon des anges. L'air froid prend moins de place »**

L'air, la matière  
Ça ne manque pas d'air !  
Atelier 9.

**Atelier 9,**  
**L'air est une force !**  
**Principe de l'action et de la réaction.**

**Vue d'ensemble :** Une petite mise en scène va nous permettre d'aborder la propulsion à air. L'air est une force, il peut provoquer le mouvement. A nous de le domestiquer...

**Objectifs spécifiques :**

- Observer et décrire le phénomène de la propulsion en lâchant des ballons gonflés et non fermés.
- Utiliser ce phénomène pour vivre le tâtonnement expérimental.

**Matériel pour les ateliers périphériques :**

- ficelle lisse (à rôti), ballons de baudruche, scotch, paille droite (coude coupé !), bouchons de lièges.

**Matériel pour l'atelier central :**

- ficelle à rôti, ballons de baudruche, scotch, paille droite, un bouchon de liège,
- un fil placé au préalable dans la salle et qui la traverse, système prêt à fonctionner, camouflé par un tissu.

**Déroulement :**

**-En atelier central :**

- « *Le petit bouchon est poursuivi par des ennemis très cruels. Il se sauve mais doit arrêter sa course car le voici devant un précipice ! Il regarde autour de lui et voit ce matériel-ci* ». On mime l'histoire, fuite, arrêt au bord du précipice/table, on montre et nomme le matériel. « *Comment va-t-il faire ?* »
- recueil des 1ères hypothèses, re-formulation du défi.

**-En ateliers périphériques :**

- recherche

**-En atelier central :**

- recueil des solutions,
- discussions,
- test (manipulation commune),
- tentative d'explication,

**Conclusion :** *Expliquer au tableau le principe de l'action réaction à partir de l'équilibre rompu des forces en jeu dans le ballon de baudruche.*

L'air, la matière  
Ça ne manque pas d'air !  
Atelier 10.

**Atelier 10.**  
**Le pont piston.**  
**L'air est une force ...**

**Vue d'ensemble :** Une petite mise en scène nous permet d'aborder ici la notion de la transmission du mouvement. L'air contenu dans les pistons des seringues et dans le tuyau cristal est capable de transmettre le mouvement.

**Objectifs spécifiques :**

- Observer et décrire le phénomène de la transmission du mouvement.
- Utiliser ce phénomène pour vivre le tâtonnement expérimental.

**Matériel pour un atelier périphérique :**

- 1 tube de papier essuie-tout prédécoupé (pieds+passage du tuyau),
- 1 boîte à chaussures,
- 1 tuyau cristal de 30cm environ,
- 1 carré de carton fort à poser sur le haut du tube,
- 1 bouchon de liège à poser sur le carré de carton,
- 2 seringues.

**Matériel pour un atelier central :**

- idem atelier périphérique + un montage 2seringues/1 tuyau (plus grande longueur).

**Déroulement :**

**Atelier central :**

- « *Au garage Lacasse, on désire soulever une voiture pour tenter de la réparer. Comment s'y prendre ?* » On identifie la voiture/bouchon.
- « *Pour aider le garagiste, vous disposez de ce matériel là* ».

On montre le tube, le tuyau, les seringues, le carton...

On fait reformuler le défi.

On relève les 1ères hypothèses.

« *A vous !!* »

Autre solution : la boîte conserve son « mystère » et les élèves doivent formuler des hypothèses quant à son contenu.

**Atelier périphérique :**

- test,
- observations,

Retour à l'atelier central :

- « *Comment avez-vous procédé ?* »
- Recueil des solutions,
- Manipulations,
- Validation.

**Conclusion :** *L'air contenu dans le tuyau est poussé par le piston de la seringue (démonter une seringue, extraire le piston. Il pousse à son tour le piston de la seconde seringue. (faire la manipulation contraire). L'air tiré par le piston, tire le piston de la seconde seringue. L'air transmet le mouvement et la force.*

L'air, la matière  
Ça ne manque pas d'air !  
Atelier 11.

**Atelier 11,**  
**L'air a un poids !**  
**Peser l'air.**

**Vue d'ensemble :**

Il s'agit de constater que l'air a un poids, qu'il pèse quelque chose. Dans un premier temps, on tentera de sentir ce poids : la chose sera peut concluante.

Nous allons donc nous servir d'une balance Roberval pour mesurer ce poids, en comparant dans un premier temps deux masses identiques : Deux ballons de basket vidés de leur air. Puis, après avoir constaté l'équilibre de la balance, on gonfle « à bloc » un des deux ballons. On recommence la comparaison des masses et l'on constate alors un déséquilibre en faveur du ballon (sur)gonflé. Et l'on a prouvé, constaté, appris, que l'air a un poids. L'utilisation d'une balance à affichage digital peut, pour des élèves de cycle 3, compléter cette mesure. Ainsi, on visualisera la masse d'air contenue dans le ballon (sur)gonflé. Nous avons réussi à mettre près de 10g d'air lors de nos expériences.

**Objectifs spécifiques :**

- Construire la notion du caractère pesant de l'air.
- Pratiquer des comparaisons, mesures de masses, à l'aide d'une balance Roberval.

**Matériel pour les ateliers périphériques :**

- 1 longue baguette ou règle plate, 1 double page de journal.

**Matériel pour l'atelier central:**

- le même que pour les ateliers périphériques,
- deux ballons de basket (les deux sont vides, on en gonflera un devant les élèves),
- 1 balance Roberval.

**Déroulement :**

-En atelier central :

**Présentation :** « **Puisque l'air existe, que l'on peut le voir, l'entendre, le sentir. Puisqu'il y a de l'air partout, alors, il doit bien avoir un poids. Qu'en pensez-vous ?** »

« **Je vous propose une petite expérience pour sentir si l'air a un poids** » Présentation du matériel et du protocole expérimental.

**Emission des hypothèses :** « **D'après vous, que va-t-il se passer ? Qu'allez-vous observer ? Comment cela se fait-il ?** » *On ne manipule pas !*

-En ateliers périphériques :

*Test : « A vous de tenter l'expérience. pensez à bien observer ! »*

*Observations...*

-Retour à l'atelier central :

*Mise en commun : « Qu'avez-vous observé ? »*

*« Comment expliquer ce phénomène ? »*

*On ressent le poids de l'air mais très faiblement.*

Manipulation supplémentaire : « J'ai ici une balance Roberval. Quelqu'un peut-il nous rappeler comment elle fonctionne ? » *L'objet le plus lourd descend...*

« J'ai ici deux ballons de basket, à plat, dégonflés. Je compare leurs masses. Qu'observe-t-on ? » *Les deux masses sont égales.*

« Je gonfle un des deux ballons. Je compare de nouveau les masses. Qu'observe-t-on ? » *Un léger déséquilibre en faveur du ballon gonflé, expression du poids de l'air qu'il contient.*

<p><b>Conclusion « L'air pèse quelque chose, il a une masse. » Faire au tableau le dessin expliquant la masse de l'air : une surface représentant 1m<sup>2</sup> qui reçoit 1000kg, soit 1 tonne d'air, la colonne d'air (l'atmosphère) de 500 à 800 km de haut...</b></p>
--

Pour information : L'atmosphère est l'espace dans lequel se trouve l'air. Son épaisseur varie de 500 à 800km, et ce, selon les points du globe ! Au-delà de cette hauteur, les molécules d'air s'échappent vers le vide car elles ne sont plus soumises à la gravitation.

L'air, la matière  
Ça ne manque pas d'air !  
Atelier 12.

**Atelier 12,**  
**L'air et la combustion.**  
**Eteindre la bougie sans souffler, sans eau, ni la toucher...**

**Vue d'ensemble :** L'air entretient la combustion. C'est une caractéristique trop peu connue qui pourtant à un intérêt majeur : la connaissant, on comprendra mieux les consignes de sécurité en cas d'incendie (consignes relatives aux courants d'air).

**Objectifs spécifiques :**

- découvrir que sans air, le feu s'éteint,
- apprendre les consignes de sécurité en cas d'incendie.

**Vocabulaire :** Oxygène, combustion.

**Matériel pour les ateliers :** 1 bougie chauffe plat, 1 bocal transparent en verre, de la taille d'un pot à confiture.

**Pour le maître :** C'est lui qui détient la boîte d'allumettes et qui allume les bougies. On expliquera comment, par quel geste on craque une allumette MAIS SEULEMENT EN PRESENCE D'UN ADULTE ! On rappellera les consignes de sécurité en présence d'une flamme.

**Déroulement :**

**-En atelier central :** On commence en expliquant que l'on va utiliser des allumettes. On demande aux élèves si ils savent quoi faire en cas d'incendie : Ils parleront d'eau, d'extincteurs, de souffler sur le feu... (on souffle bien ses bougies d'anniversaire). Puis on lance le défi : « *Aujourd'hui, vous êtes pompiers, mais vous ne pouvez éteindre le feu ni en soufflant sur les flammes, ni en utilisant de l'eau. tous contacts avec la flamme sont interdits !* »  
Emission d'hypothèses...

**-En ateliers périphériques :** Recherche et observation...

**-Retour à l'atelier central :** Propositions de solutions.  
*Pourquoi la bougie s'éteint-elle ?*  
*Qu'y a-t-il dans le bocal dont on coiffe la bougie ? Il est plein d'air !*

On explique alors que la bougie a épuisé l'air du bocal. Alors la flamme étouffe, elle s'éteint. On peut manipuler assez finement afin de laisser décroître la flamme puis la raviver en relevant le bocal : Dès que de l'air entre de nouveau dans le bocal, la flamme reprend.

**Conclusion :** Trois formulations possibles et complémentaires, selon l'âge des élèves.

**Pour éteindre la bougie, on peut étouffer la flamme sous un bocal. La bougie a besoin d'air pour brûler. La bougie a besoin d'oxygène pour brûler.**

Pour information :

La combustion est une réaction chimique qui fait appel à l'oxygène. Parfois, il se produit une flamme. La combustion dégage de l'énergie sous forme de lumière et de chaleur.

L'oxygène ( symbole chimique O) est un élément de l'air. C'est Lavoisier qui a mis en évidence ses propriétés dans la respiration et la combustion. dans l'air, l'oxygène est particulièrement présent sous la forme de dioxygène (O<sub>2</sub>) : c'est l'association de deux molécules d'oxygène.

Lavoisier : 1743-1794. C'était un savant français, inventeur de la chimie moderne. Il était fermier général de Louis XVI en 1779. Quand à la Révolution, on demanda l'arrestation de tous les fermiers généraux, il se constitua prisonnier. C'était en 1793. Six mois plus tard, il était guillotiné. Mais que ceci ne refroidisse pas les élans scientifiques de vos élèves !