

## La matérialité de l'air du cycle 1 au cycle 3

### Les propriétés de l'air Jean Michel Rolando IUFM Bonneville

L'air est de la matière.	L'air est un gaz.	L'air est un gaz particulier.	Il existe d'autres gaz.
Il possède à ce titre les propriétés générales de la matière	Il possède à ce titre toutes les propriétés de l'état gazeux.	Il possède des propriétés spécifiques que ne possèdent pas les autres gaz.	Ils possèdent eux aussi des propriétés spécifiques, que ne possède pas l'air.
<p><i>O Il peut changer d'état (air liquide)</i></p> <p>Ⓜ Il se déplace.</p> <p>Ⓜ Il se conserve.</p> <p>Ⓜ Il est pesant.</p> <p>• Il se dilate.</p> <p><i>O Sa densité dépend de la température.</i></p> <p>• Il interagit avec d'autres matières. Il exerce des forces.</p>	<p>Ⓜ Il n'a pas de forme propre.</p> <p>• Il occupe tout le volume dont il dispose.</p> <p>Ⓜ Il est compressible, expansible, élastique.</p> <p><i>O Il se caractérise par une pression, un volume, une température.</i></p>	<p>• C'est un mélange de gaz.</p> <p>Ⓜ Il entretient les combustions.</p> <p>Ⓜ Il permet la respiration.</p> <p>• Il est légèrement soluble dans l'eau.</p> <p>• C'est un isolant thermique, phonique et électrique.</p> <p>Ⓜ Il est incolore, inodore.</p>	<p>• Le gaz carbonique n'entretient pas les combustions, ne permet pas la respiration. Il est plus dense que l'air.</p> <p><i>O Le butane est odorant, combustible, explosif s'il est mélangé à de l'air.</i></p> <p><i>O Le dioxyde d'azote, la vapeur d'iode sont des gaz colorés.</i></p>

**Légende : les différentes propriétés ont été repérées de la façon suivante.**

Ⓜ Peut faire l'objet d'un travail structuré dans un des cycles de l'école.

• Peut être évoqué à l'école (notamment au cycle 3).

o Ne semble pas pertinent au niveau de l'école. Propriété davantage adaptée au collège.

Cycle 1	Cycle 2	Cycle 3
<p><i>Prise de conscience de l'air quand il est en mouvement</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- l'air se déplace (vent)</li> <li>- l'air se voit (dans l'eau)</li> </ul>	<p><i>Prise de conscience de l'air quand il est immobile</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- l'air est présent même immobile</li> <li>- l'air se transvase</li> <li>- l'air se mesure</li> </ul>	<p><i>D'autres propriétés de l'air</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- il est pesant</li> <li>- il monte et se dilate quand il est chaud</li> <li>- il entretient la combustion</li> <li>- il exerce une force</li> <li>- (il est composé de plusieurs gaz)</li> <li>- (il est compressible)</li> </ul>

# Cycle 1

## Prise de conscience de l'air lorsqu'il est en mouvement

Les seules propriétés de l'air pouvant être abordées à l'école maternelle sont celles qui donnent lieu à des manifestations directement perceptibles.

<b>Le vent</b> est prétexte à quelques constructions (manches à air, girouettes, moulinets,...).	Il est intéressant de faire tourner son moulinet en le présentant au vent ou à un courant d'air (sèche-cheveux) mais aussi en courant dans l'air immobile.
<b>Les jeux d'eau</b> sont l'occasion de faire des bulles.	Cela peut être avec sa bouche en soufflant directement dans l'eau ou par l'intermédiaire d'une paille. On comprime un ballon de baudruche plongé dans l'eau.

### Problème scientifique :

Cela dit, tout n'est pas simple. Considérons la situation, qui peut paraître banale, dans laquelle on comprime un récipient en plastique souple, dont l'extrémité est plongée dans de l'eau. Tout le monde peut voir "quelque chose" s'échapper de l'ouverture. Mais là où un adulte "voit" de l'air, un enfant de 4-5 ans ne "voit" que des bulles. Ce n'est évidemment pas le mécanisme de la vision qui est en cause, mais l'interprétation qu'en fait le cerveau. Celui d'un jeune enfant assimile une bulle à un "objet immatériel" auquel n'est attribuée aucune propriété scientifique. Il n'y a pas de solution complète, ni en maternelle, ni probablement en primaire.

La logique première est de conduire l'élève à prendre conscience que des propriétés bien connues de la matière, sont aussi des propriétés de l'air.

À l'occasion de jeux utilisant des ballons de baudruche, on délimite un parcours (une ligne droite peut suffire) que doit effectuer le ballon. Les consignes évoluent. Celui-ci est d'abord poussé avec la main puis avec un bâton. Puis, le parcours doit être réalisé en soufflant sur le ballon directement ou encore à l'aide d'un soufflet. On peut compliquer encore et créer un courant d'air en agitant une feuille de carton. L'activité peut paraître banale. Examinons pourtant ce qui s'y joue sur le plan cognitif. L'action que l'enfant est amené à conduire pour faire progresser son ballon relève de la même logique qu'il utilise une partie de son corps, un bâton, ou un intermédiaire invisible. Si, par exemple, le ballon suit une trajectoire qui s'éloigne trop vers la droite, l'enfant va se positionner sur la droite de celui-ci et le ramener vers la gauche par une petite impulsion donnée avec la main ou avec le bâton. Sa capacité à réaliser la même action motrice avec de l'air (son souffle ou celui d'une pompe) est de nature à fonder mentalement un parallélisme entre un objet manifestement matériel (le bâton), et l'air que l'enfant assimilera très progressivement à une substance matérielle. **C'est cette logique qu'il convient de ne pas perdre de vue tout au long de la scolarité, pas seulement en maternelle.**

## Cycle 2

### Conservation de la matière, prise de conscience de l'air même immobile.

**C'est à cet âge que se construisent les lois de conservation de la matière.**

Il est fondamental d'accorder à l'air une place à part. Sa conservation ne se déduit pas naturellement de celle des liquides ou des solides.

#### **Les difficultés proviennent**

##### Du langage courant

Aller prendre l'air (extérieur)

Etre dans un courant d'air (l'air existe en mouvement)

une bouteille ou un verre « vides » (absence de matière)

##### Des idées préalables des élèves

L'existence de l'air n'est pas mise en doute (il est vital, il est autour de nous)

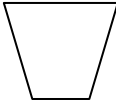
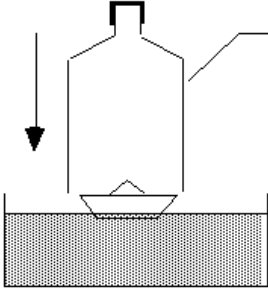
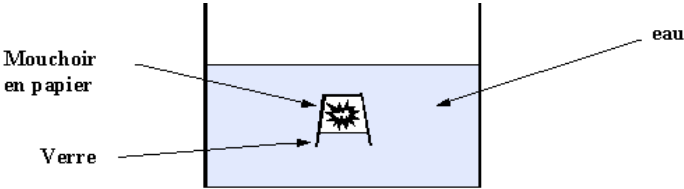
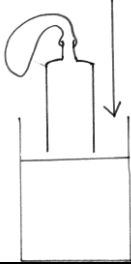

Il n'a pas pour autant le statut de matière (la matière est visible, résistante, palpable)

l'air est plutôt considéré comme un contenant (l'atmosphère) que comme un contenu

contrairement à d'autres matières visibles sous différents états (eau, vapeur, glace), l'air n'est conçu qu'à l'état gazeux

## 1- Tout commence par une question

Situation problème de départ : plusieurs possibilités

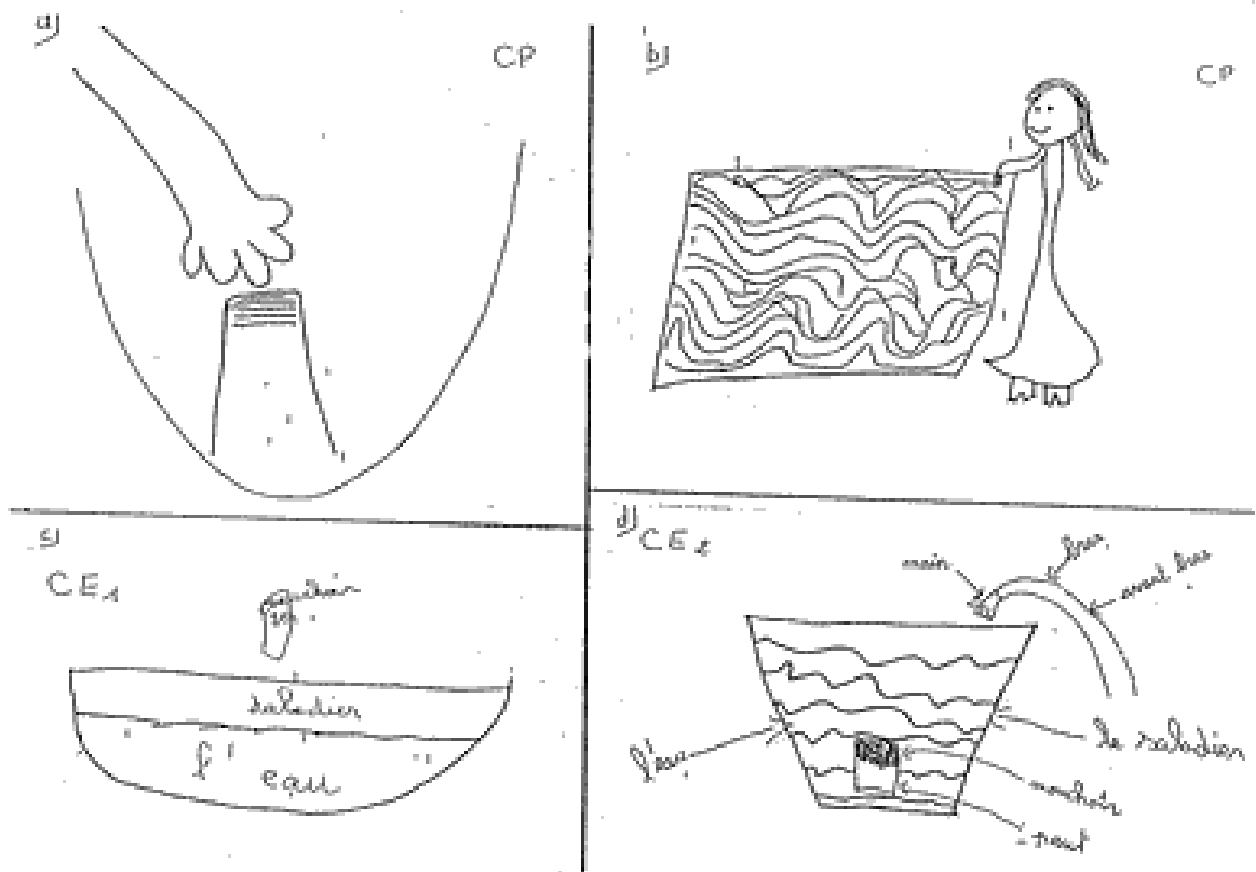
<p>Une simple question (et un débat)</p>	<p>Est-ce qu'il y a de l'air partout, dans la salle de classe ? Qu'y a-t-il dans ce bocal (apparemment vide)?</p> 	<p><i>Rien</i> <i>Du vide</i> <i>De l'air</i> <i>Des gaz ...</i> <i>De l'air mais on le voit pas</i></p>
<p>Une schématisation et une question</p>	 <p>Bouteille en plastique dont on a coupé le fond.</p> <p>On enfonce la bouteille pour qu'elle touche le fond. Que va faire le bateau, va-t-il aller au fond ?</p>	<p><i>Il va rester là</i> <i>Il va flotter</i> <i>Il va couler</i> <i>Il va être mouillé</i></p>
<p>Une expérience faite par le maître et une question</p>	<p>Bassine d'eau Verre et mouchoir en papier</p> <p>Pourquoi le papier collé au fond du verre ne se mouille-t-il pas ?</p>  <p>Mouchoir en papier</p> <p>Verre</p> <p>eau</p>	<p><i>C'est magique</i> <i>C'est parce que le verre est à l'envers</i> <i>L'eau passe sur les côtés</i> <i>La terre attire tout</i> <i>Le verre est trop appuyé au fond</i> <i>Pas d'explication</i> <i>L'air.</i></p>
<p>Une expérience proposée aux élèves et une question</p>	 <p>Que se passe-t-il si on enfonce une bouteille au culot coupé surmontée d'un ballon dans l'eau?</p>	<p><i>Rien</i> <i>Ça va gonfler</i> <i>L'eau va monter dans le ballon</i> <i>Pas de réponse</i></p>
	 <p>Qu'est-ce qui est emprisonné dans le sac ? Comment le savoir ?</p> <p>Ratatiner un sachet de plastique transparent (type congélation). Le sachet résiste à la fin par la formation d'une poche résistante à la pression.</p> <p>Faire un petit trou pour sentir ce qui sort.</p> <p>Comment faire pour retrouver où est le trou ?</p>	<p><i>Une sorte de vent</i> <i>Un courant d'air</i></p> <p><i>On colle contre sa joue</i> <i>On le plonge dans l'eau</i> <i>On voit des bulles d'air</i></p>

## 2- Pour bien observer, il faut dessiner (ou écrire)

« Il ne peut y avoir acquisition scientifique sans passage à l'écrit » JP Astolfi

- Demander aux élèves d'écrire (ou de dessiner) favorise d'abord l'élaboration de leur propre pensée
- Ecrire permet de mieux définir son point de vue et ses représentations
- L'écrit rend possible un retour réflexif, une élaboration moins fluide et plus structurée de la pensée
- Mais surtout l'écrit oblige l'enfant à organiser son raisonnement

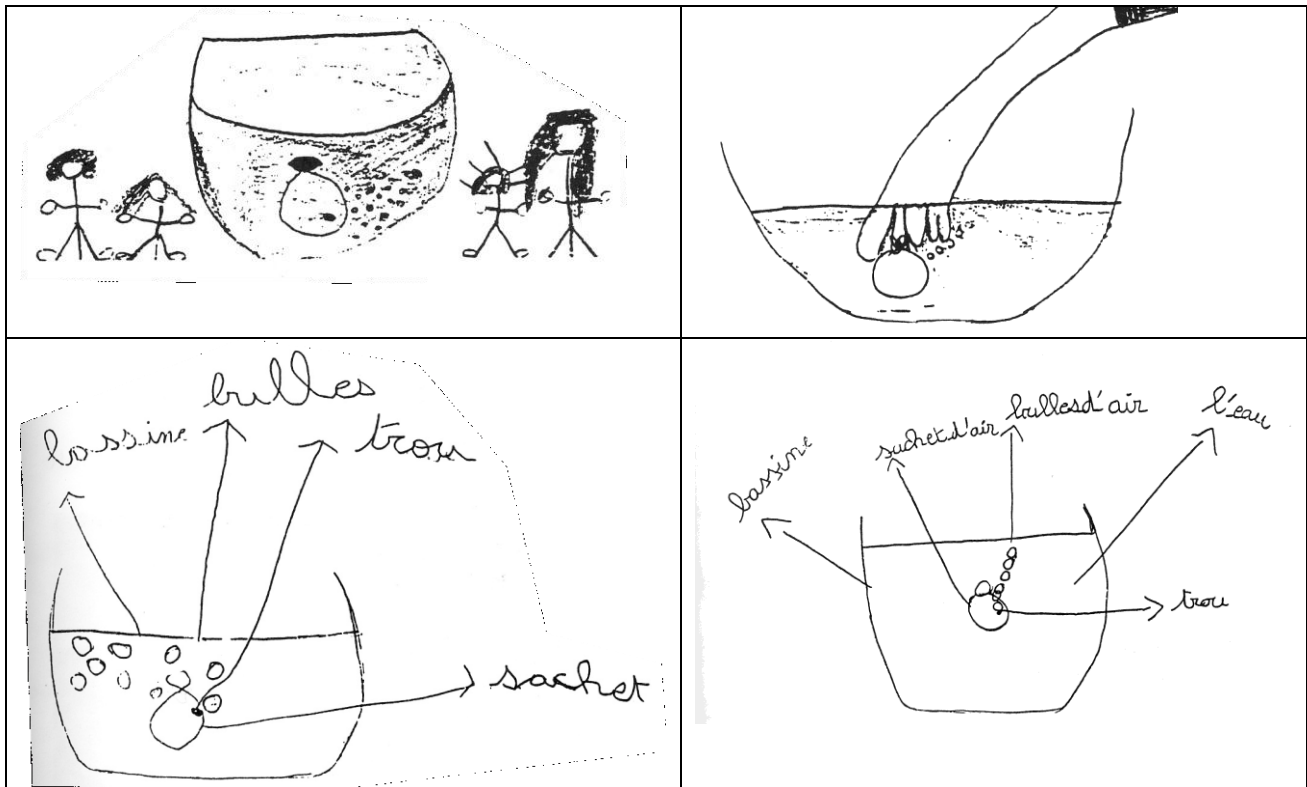
### Exemple 1: Le mouchoir reste sec



L'analyse collective des écrits permet

- de déterminer les manques (légende, codages, flèches, mots)
- de supprimer des détails inutiles (le personnage, la main) pour aller à l'essentiel

## Exemple 2 : les bulles d'air



- L'analyse conduit à une nouvelle observation plus fine, et donc à une nouvelle expérimentation.

Trajet des bulles d'air  
Niveau de l'eau

- Sans aller jusqu'à la schématisation, des règles de représentation peuvent être élaborées en commun

- l'emploi de mots justes (bassine, eau, bulles d'air, ...)
- le codage (flèches, couleurs)
- l'écriture d'une légende (ex : des bulles d'air sortent du sac)
- dessiner l'essentiel (ce qu'on voit et non pas ce qu'on fait)
- un dessin en coupe

### 3- De nouvelles expériences viennent conforter la notion scientifique : la présence de l'air

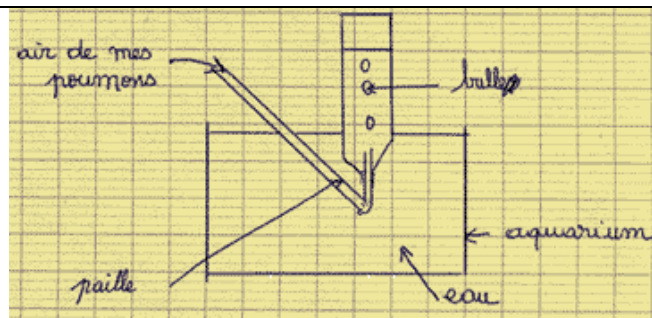
Il s'agit de permettre aux élèves de réinvestir leurs connaissances dans de nouveaux défis ou problèmes scientifiques.

Puis de les faire dessiner (et écrire) l'expérience avec les règles de représentation données.

#### EXEMPLES

<p>Comment transvaser de l'air d'un verre à un autre, sans perdre d'air ?</p>	
<p>Comment remplir un bocal avec l'air que je souffle ? (paille ou scoubidou)</p>	
<p>Comment mouiller le bateau (en chassant l'air) ?</p>	<p>On per ce la bouteille à cet endroit. Que va-t-il se passer ? Pourquoi ?</p>
<p>Comment récupérer l'air du sac dans une bouteille ?</p> <p><i>Problèmes :</i>  <i>On ne peut pas remplir la bouteille qui est déjà remplie (air ou eau)</i>  <i>Nécessité de retourner la bouteille</i></p>	<p><i>on se sert aussi d'expériences</i></p> <p><i>1</i>  <i>On met de l'eau dans une bouteille avec un sac on met de l'eau dedans et on met le sac dans la bouteille</i></p> <p><i>2</i>  <i>retourne la bouteille</i></p>

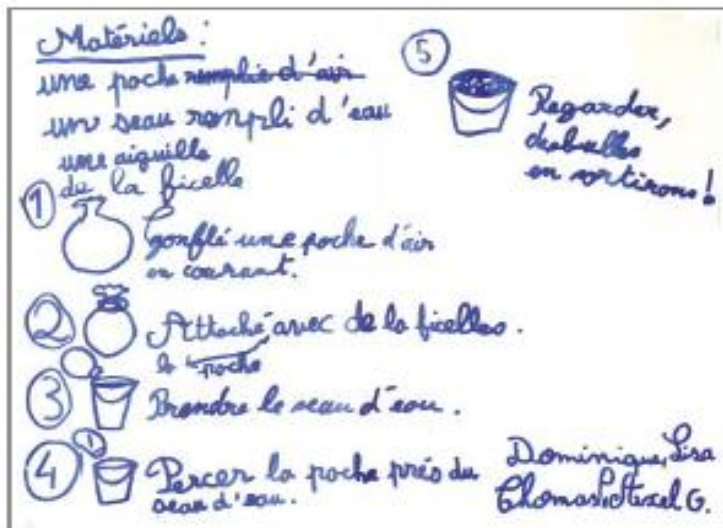
Comment mesurer l'air de ses poumons ?





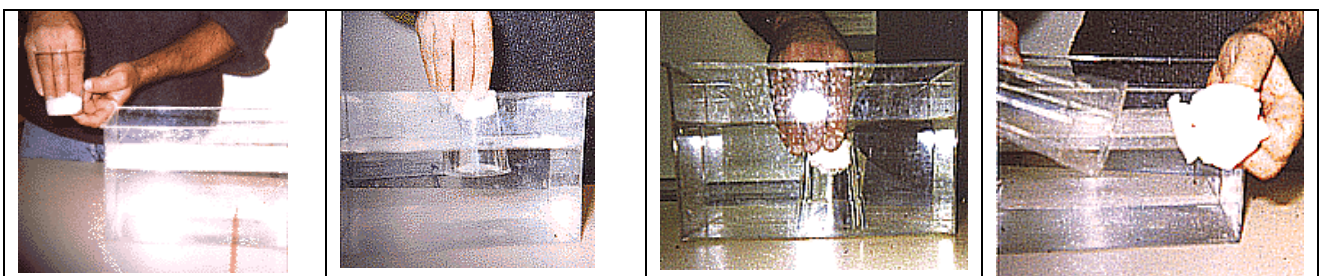
#### 4- Une trace écrite structurée est conduite sous l'autorité scientifique de l'enseignant

Une première initiation au compte rendu scientifique s'élabore (CE1)  
Elle traduit les différentes étapes de l'expérimentation



Ce protocole rédigé par un groupe sera repris, modifié si besoin, mis en forme après discussion avec la classe.

Quelques photos de l'expérimentation aident à la mise en ordre chronologique



Un exemple de trace collective construite avec l'enseignant.

<p>The diagram shows three stages of the experiment: 1. A bottle with a bag of air tied around its neck. 2. The bottle is inverted, and the bag is at the bottom. 3. The bottle is upright again, and the bag is at the top, with bubbles rising from it.</p>	<p>Compte rendu de l'expérience qui a permis de récupérer les bulles d'air</p> <p><u>Matériel</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• une bouteille pleine d'eau</li> <li>• une poche remplie d'air</li> <li>• un élastique</li> </ul> <p><u>Déroulement</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• remplir une bouteille d'eau</li> <li>• remplir une poche d'air</li> <li>• fixer l'ouverture de la poche d'air autour du goulot de la bouteille avec un élastique</li> <li>• retourner la bouteille. La poche se trouve dessous</li> </ul> <p><u>Ce que l'on a vu</u>          Les bulles d'air montent dans la bouteille et prennent la place de l'eau qui descend dans la poche.</p>
---	--

## Cycle 3

### D'autres aspects de la matérialité.

Le problème de la matérialité de l'air n'est pas résolu à l'issue du cycle 2.

#### Le caractère pesant de l'air

Dans leur ensemble, les élèves de CM pensent qu'un ballon "gonflé à bloc" est plus léger qu'un ballon mal gonflé. Cela peut se comprendre en référence à l'expérience sensible : rebonds meilleurs, impacts moins douloureux au volley-ball... À cet âge encore, la perception prime sur le raisonnement. La vérification expérimentale est facile.



Est-ce que l'air pèse ?

- Seuls 3 élèves ont répondu affirmativement.  
"Oui, l'air pèse mais on ne peut pas le peser"  
"Oui, parce que c'est une chose qui existe, mais il pèse du poids parce que l'air souffle fort"
- Les autres ont pensé qu'il n'avait pas de masse  
"l'air ne pèse pas parce qu'il est invisible"  
"l'air ne pèse pas parce qu'il n'a pas de kilos"  
"on le sent pas donc il peut pas peser"



Différence : 3g sur une balance Roberval

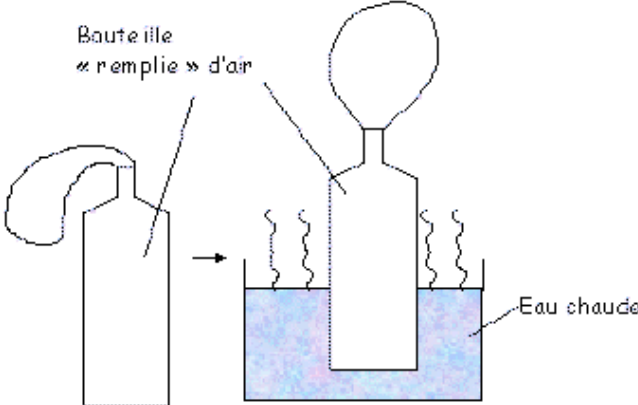
L'indice d'une conceptualisation du poids de l'air est une formulation analogue à celle qui est parfaitement maîtrisée dans le cas des liquides et des solides par des élèves bien plus jeunes : *"plus il y en a, plus c'est lourd ..."*

#### Une propriété de l'état gazeux : la compressibilité.

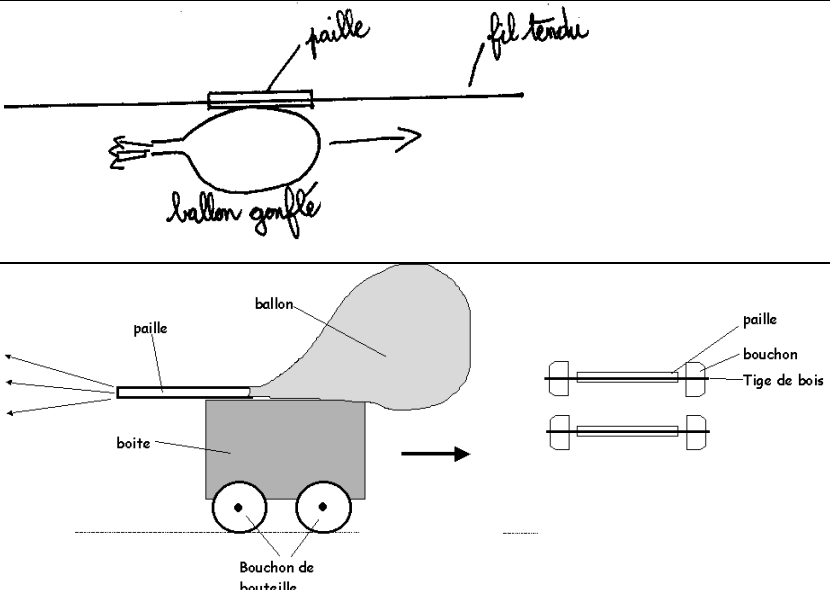
Les activités sont aisées (gonflage d'un pneu, manipulation de seringues), mais leur interprétation, par des élèves de primaire, est problématique.

Comment faire cadrer la diminution du volume et la conservation de la matière ? Une autre recherche contribue à montrer que dans la même situation, l'aptitude des élèves de CM2 à concevoir la conservation de l'air, dépend des possibilités qu'ils ont de conceptualiser simultanément la notion de pression (*si on pousse le piston il y a autant d'air, mais il occupe moins de place parce qu'il est plus tassé*)

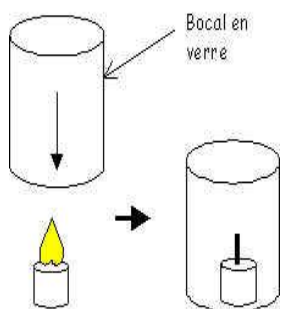
**L'air chaud monte**  
**L'air chauffé se dilate**

<p>Que se passe-t-il quand on met une bouteille remplie d'air dans de l'eau chaude ?</p>	
<p>Comment tournent les pâles du carillon ?</p>	<p>Construction d'un carillon des anges</p>

**L'air exerce une force**

<p>Comment déplacer un objet avec de l'air ?</p>	
<p>Comment mesurer la vitesse de l'air ?</p>	<p>Construction d'une girouette et mesures.</p>

**Une propriété de l'air : l'entretien des combustions.**  
**Des gaz dans l'air**



Jean Luc Despretz CPC  
 D'après « enseigner les sciences à l'école » (documents d'accompagnement des programmes 2002)