

# **Module de formation**

## **à destination des équipes de circonscription**

### **L'air et les pollutions de l'air**

**Enseignement des sciences  
et de la technologie  
à l'école primaire**

---

**Cycle 3**



## **Présentation des modules de formation**

---

### **Une formation pour les enseignants de cycle 2 et 3**

Chaque module a vocation à être mis en œuvre au niveau des circonscriptions sur le temps de formation statutaire (animations pédagogiques) sur des durées de 3, 6 ou 9 heures

Il débouche sur l'élaboration de séquences d'enseignement proposées ou élaborées pendant la formation qui, après mise en œuvre dans les classes, font l'objet d'un temps de retour sur expérience, sous la responsabilité de l'équipe de circonscription.

### **Une présentation en 5 rubriques**

#### **Les connaissances que l'enseignant doit maîtriser à son niveau**

► Mise en situation, indications pour l'animation permettant de faire émerger les compétences mises en jeu et les connaissances à maîtriser, ressources disponibles et exploitables.

#### **L'identification des connaissances à faire acquérir aux élèves**

► Repérage, en appui sur les programmes et les progressions, des connaissances que les élèves doivent acquérir. Cette partie débouche sur la réalisation ou la proposition d'un « résumé type ». Une confrontation au contenu des manuels utilisés dans les classes des stagiaires peut être menée à ce niveau.

#### **Place de cet enseignement dans la progression**

► Repérage des capacités et connaissances préalables, nécessaires aux élèves pour acquérir les capacités et connaissances ciblées ; identification des obstacles les plus fréquents. Mise en évidence des liens avec d'autres notions disciplinaires au programme de l'école primaire.

#### **Élaboration d'une ou plusieurs séances de classe**

► Les séances visent explicitement à faire acquérir les connaissances-cibles et sont structurées en séquences d'apprentissage. Les formateurs peuvent s'appuyer sur les propositions faites dans les modules ou les élaborer avec le groupe de stagiaires. Une des séances au moins sera développée.

#### **Évaluation des acquis des élèves**

► L'évaluation est traitée tout au long du module, notamment dans la dimension liée à la gestion des apprentissages des élèves par les enseignants. Elle apparaît spécifiquement en terme de bilan de ce qui a été compris et retenu par les élèves en fin de séquence. Les modules de formation comportent des exemples et des outils d'aide à l'évaluation des élèves.

Ce qu'il faut savoir.

## Fiche connaissances pour l'enseignant

### La matérialité de l'air

L'air est de la matière, au même titre que les liquides et les solides car l'air possède une masse (on dit aussi qu'il est pesant). La matérialité de l'air se manifeste également par d'autres propriétés :

- l'air peut être transvasé comme les liquides ;
- l'air, comme tous les autres gaz, peut être compressé (ex. : enfoncer le piston d'une seringue bouchée) et se détendre (le piston remonte quand l'air se détend).
- l'air peut transmettre un mouvement comme les solides (par exemple : le vent fait bouger les feuilles des arbres et peut faire se déplacer divers objets) ;
- l'air peut résister à un liquide, à un solide ou au mouvement.

Le vent est de l'air en mouvement.

### La pollution de l'air : les polluants – les causes – les conséquences.

On distingue deux types de sources de pollution :

- les pollutions liées à l'activité humaine, par exemple : émissions des poêles et chaudières (chauffage domestique — notamment le chauffage au bois — et le chauffage industriel), moteurs (trafic routier, maritime et aérien), usines (industries des produits chimiques et pharmaceutiques, des enduits, usines d'incinération...), agriculture, etc. ;
- les pollutions naturelles, par exemple : volcanisme, érosion éolienne, émissions naturelles de méthane (marécages).

Parmi les nombreux polluants, on peut retenir 3 polluants dits "primaires", c'est à dire directement émis dans l'atmosphère par l'activité humaine. Il s'agit du dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), du dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) et des particules en suspension.

	Dioxyde de soufre	Dioxyde d'azote	Particules en suspension
Origine	Il provient essentiellement de la <b>combustion</b> de combustibles fossiles contenant du soufre : <b>fuels, charbon ...</b>	<b>La circulation automobile</b> est actuellement la principale source d'émission en France.	Elles peuvent être <b>d'origine naturelle (volcanisme, érosion éolienne,...)</b> ou <b>produites par l'activité humaine (combustions industrielles ou domestiques, véhicules)</b> .
Pollutions générées	Dans l'air, il peut former de l'acide sulfurique qui <b>contribue au phénomène des pluies acides</b> et à la dégradation de la pierre et des matériaux de certaines constructions.	Il contribue également au <b>phénomène des pluies acides</b> par formation d'acide nitrique.	Les particules les plus fines peuvent transporter des composés toxiques et <b>pénètrent profondément dans l'appareil respiratoire</b> .
Effets sur la santé	C'est un gaz irritant et toxique qui peut augmenter les <b>symptômes respiratoires aigus chez l'adulte</b> (toux, gêne respiratoire, asthme), et altérer la fonction respiratoire	Il peut <b>altérer la fonction respiratoire</b> et provoquer des bronchites chez les personnes asthmatiques. Chez les enfants, il présente des risques pour les bronches.	Chez l'enfant et les personnes sensibles, les fines particules peuvent <b>altérer la fonction respiratoire</b> .

### Pour en savoir plus

L'air est un mélange de gaz qui est principalement composé de diazote (78%), de dioxygène (21%) et de gaz rares (1%) parmi lesquels on trouve du néon, de l'hélium, du krypton, de l'argon et du xénon.

On dit que l'air est pollué s'il comporte des gaz qui n'entrent pas dans sa composition normale ou s'il contient des particules solides ou liquides en suspension.

L'air est pesant, il a une masse d'environ 1,2 g par litre dans les conditions normales de température et de pression.

L'air atmosphérique n'est pas réparti uniformément sur la surface de la Terre et peut se déplacer par écoulement d'un lieu à un autre ; ce courant d'air est ce que l'on appelle le vent. L'air atmosphérique se raréfie en altitude.

L'air est un excellent isolant thermique (par exemple, les duvets et vêtements en laine ne sont qu'un moyen de maintenir une couche d'air non renouvelée qui sera chauffée par le corps).

Si les élèves rencontrent l'expression «l'air liquide», il est possible de réinvestir le concept de changement d'état : l'air, gazeux dans les conditions usuelles, passe à l'état liquide lorsqu'il est fortement refroidi (environ -200°C).

### La pollution de l'air

La distinction entre pollution naturelle et pollution anthropique est parfois difficile à établir.

La dégradation des sols causée par l'homme (ex : réchauffement des sols gelés des régions arctiques) peut favoriser des émissions de méthane qu'on jugera ou non naturel.

Des activités humaines telles que le drainage, le surpâturage et la salinisation entraînent une dégradation des sols (par exemple, augmentation de l'aridité) qui favorise des envols de poussière. Ces envols sont bien difficiles à différencier des envols naturels qui se produisent dans des déserts supposés naturels ou originels.

Les polluants "primaires" peuvent évoluer chimiquement dans l'atmosphère pour former des polluants "secondaires", qui sont à l'origine de la pollution photochimique et des pluies acides.

### Un exemple de polluant secondaire (parmi les plus importants) : l'ozone.

	Origine	Pollutions générées	Effets sur la santé
L'ozone	Il résulte de la transformation photochimique de certains polluants dans l'atmosphère (Oxydes d'azote et Composés Organiques Volatils) en présence de rayonnement ultra-violet solaire. Sa présence s'accompagne de nombreux autres polluants (aldéhydes, acides,...)	L'ozone est l'un des principaux polluants de la pollution dite "photo-oxydante", et il contribue également au phénomène des pluies acides ainsi qu'à l'effet de serre.	Au-delà de certains seuils, c'est un polluant de l'air dangereux pour la santé. Il pénètre facilement jusqu'aux voies respiratoires les plus profondes. L'ozone peut alors altérer l'appareil pulmonaire, surtout chez les enfants et les asthmatiques. Les effets sont majorés par l'exercice physique et sont variables selon les individus.

L'ozone troposphérique, c'est-à-dire de l'ozone des basses couches de l'atmosphère, est un polluant majeur qui provoque notamment des problèmes respiratoires. L'ozone troposphérique se développe plus intensément en période de temps chaud et ensoleillé : les concentrations en ozone sont ainsi plus élevées durant la période estivale.

L'ozone situé dans la haute atmosphère, qui se forme par des mécanismes différents de l'ozone troposphérique, donne naissance à la couche d'ozone qui protège notre planète des rayonnements ultraviolets.

### Sources – références

Département air de l'ADEME : <http://www.buldair.org/>

Ministère de l'écologie et du développement durable : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/>

Site « Notre planète » : <http://www.notre-planete.info/>

**Ce que l'élève doit retenir.**

### « Résumé-type » du cahier de l'élève

*L'air est un mélange de gaz. Il est invisible et inodore.*

*L'air possède différentes propriétés, il peut :*

- résister à un liquide, à un solide ou au mouvement ;
- transmettre un mouvement ;
- être transvasé d'un récipient dans un autre.

*L'air est pesant (il a une masse), c'est une matière.*

*L'air est un mélange de gaz qui peut être pollué. Les sources de pollution de l'air proviennent de l'activité humaine ou sont d'origine naturelle. Les pollutions de l'air ont des conséquences sur la santé des êtres vivants (ex. : toux, infections pulmonaires chez l'Homme) et sur l'environnement (ex. : dégradation des plantes à cause des pluies acides).*

En lien avec **Environnement et Développement Durable**, il sera possible d'y ajouter le texte suivant :

« Il est possible de limiter les sources de pollution de l'air en :

- développant l'utilisation de modes de transports collectifs ou moins polluants (marche à pied, vélo, véhicules électriques) ;
- développant le tri sélectif et le recyclage des déchets ;
- réduisant nos déchets ménagers (car leur incinération libère des particules polluantes). »

## Programmation des séances

Proposition de programmation sur 4 séances.

Programme : **L'air et les pollutions de l'air.**

- Identifier par l'expérimentation des propriétés qui confèrent à l'air un caractère matériel.
- Identifier différentes sources de pollution de l'air.
- Caractériser diverses formes de pollution de l'air.

Niveau : **CM2**

Nombre de séances : **4**

Durée de chaque séance : **50 à 60 minutes.**

### **1ère séance : L'air résiste à un liquide.**

Objectifs : amener les élèves à prendre de conscience de la matérialité de l'air à partir d'une propriété commune à toutes les matières (résistance à un liquide).

Construire un mode de représentation lisible et logique d'une expérience réalisée.

### **2ème séance : L'air a une masse.**

Objectif : amener les élèves à prendre de conscience de la matérialité de l'air à partir d'une propriété commune à toutes les matières (caractère pesant).

### **3ème séance : L'air se transvase.**

Objectifs : amener les élèves à prendre de conscience de la matérialité de l'air à partir d'une propriété commune à toutes les matières (le déplacement).

Construire un mode de représentation lisible et logique d'une expérience réalisée.

### **4ème séance : Les principales pollutions de l'air, conséquences sur l'homme et sur l'environnement**

Objectif : amener les élèves à prendre de conscience des principales sources de pollution de l'air et des conséquences sur la santé des êtres vivants ainsi que sur l'environnement.

## 1ère séance

## L'air résiste à un liquide.

**Matériel** : pailles, récipients transparents (type aquarium en plastique), gobelets transparents, mousse d'emballage d'ordinateur, papier canson.

**Étapes de la séance** :

**Défi** proposé aux élèves : *placer un personnage<sup>1</sup> au dessous du niveau de l'eau sans que sa tête ne soit mouillée.*

**Anticipation** : représenter le dispositif envisagé sur le carnet d'expériences

**Manipulation** : les élèves essaient, tâtonnent. *Si aucun groupe ne parvient à la solution, l'enseignant montrera le dispositif adéquat.*

**Explication** : les élèves expliquent comment ce qu'ils ont observé est possible.

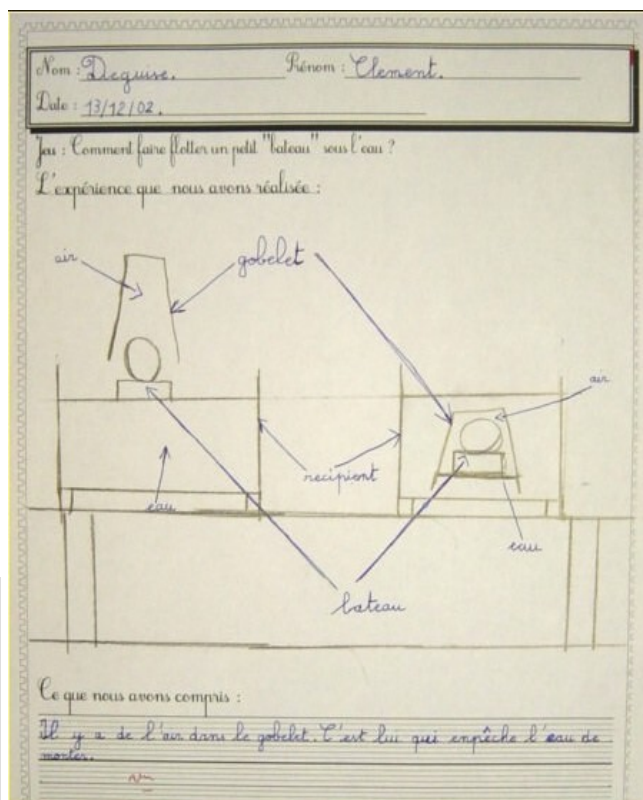
**Structuration** : rédaction d'une tracé écrite collective (schéma légendé, représentation fidèle du niveau de l'eau - horizontal - , phrases d'explication).

<sup>1</sup> Un morceau de papier canson est collé sur un pavé en mousse d'emballage d'ordinateur.



Dispositif et trace écrite (CE1, 2002)

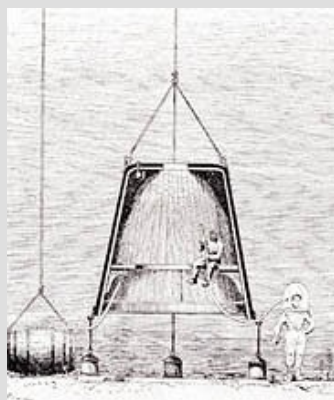
**Trace écrite** possible à l'issue de la séance 1 :  
*La tête du personnage reste sèche car l'air empêche l'eau de monter dans le gobelet. L'air est un gaz invisible qui occupe un volume dans le gobelet, il résiste à l'eau.*



### Prolongement possible en lien avec l'histoire des sciences : la cloche de plongée

*L'air résiste à l'eau, cette propriété aurait déjà été utilisée 300 ans avant notre ère par Alexandre le Grand. Avec sa cloche, aussi appelée Colympha, il lui était possible de respirer sous l'eau. (source : Wikipédia)*

Exemple sur le web : [http://www.plongeur-dz.com/la\\_Cloche.html](http://www.plongeur-dz.com/la_Cloche.html)



La Cloche de Halley (1690)



Alexandre le Grand en 322 avant JC



## 2ème séance

## L'air a une masse.

**Matériel** : 2 ballons de basket, 1 balance électronique (type balance de cuisine).

**Étapes de la séance** :

**Présentation** par l'enseignant de 2 ballons de basket. Il en dégonfle un partiellement pour qu'il garde sa forme puis l'autre est gonflé au maximum devant les élèves.

**Questions** posées par l'enseignant : Lequel de ces deux ballons est le plus lourd ? Comment faire pour le savoir ? Les élèves notent leur proposition sur le carnet d'expériences.

**Identification du protocole** par mise en commun (à l'oral) des propositions des élèves puis réalisation (l'enseignant effectue la pesée devant les élèves qui notent les valeurs mesurées).

**Interprétation** : les élèves doivent interpréter les mesures et conclure individuellement par écrit sur leur carnet d'expériences.

**Structuration collective** : après échanges, la classe doit aboutir à une explication du type « Un ballon de basket gonflé pèse plus qu'un ballon de basket dégonflé. Plus il y a d'air dans le ballon, plus sa masse est importante / plus le ballon pèse. L'air a donc une masse / l'air est donc pesant ».

**Trace écrite** possible à l'issue de la séance 2 :

*Un ballon de basket gonflé pèse plus qu'un ballon de basket dégonflé. Plus il y a d'air dans le ballon, plus la masse est importante. L'air a donc une masse.*

*Le recours à la balance n'est pas toujours évident, les élèves pensent généralement qu'en lâchant les deux ballons d'une même hauteur, le plus « lourd » touchera le sol en premier, d'autres pensent que le ballon qui rebondit le plus est le plus léger. Seule la mesure avec une balance précise au gramme près permet de répondre à cette question. En principe, une balance électronique (type balance de cuisine) est suffisante.*

## 3ème séance

## L'air se transvase.

**Matériel par groupe** : un aquarium transparent rempli d'eau, un gobelet placé au fond d'un aquarium (rempli d'eau), un gobelet « vide » posé sur la table (rempli d'air !), pailles, seringues.

**Étapes de la séance** :

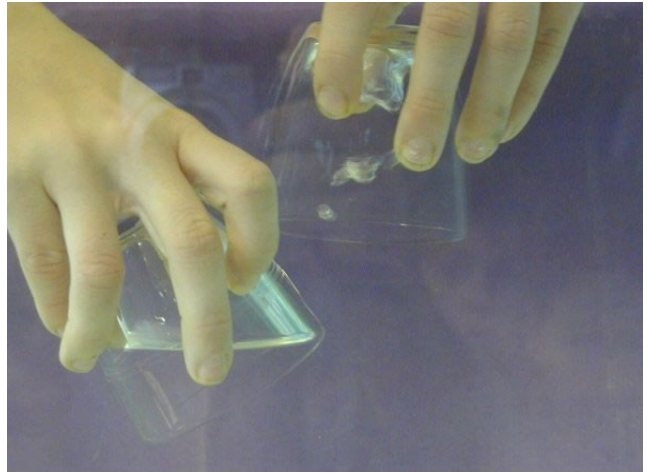
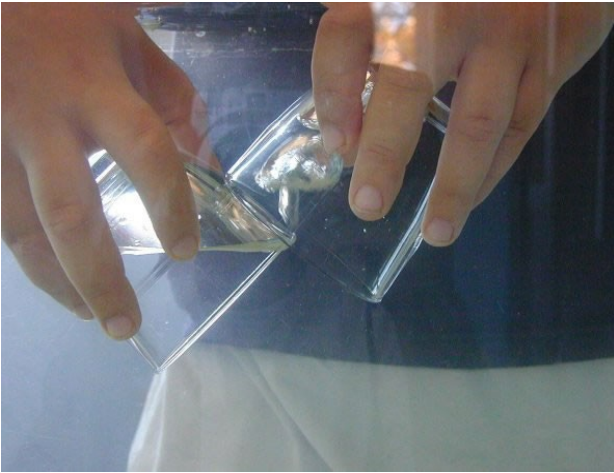
**Défi** : à l'aide du matériel disponible, vous devez transvaser tout l'air du gobelet posé sur la table dans le gobelet rempli d'eau qui se trouve au fond de l'aquarium.

**Précision** : il n'est pas forcément nécessaire d'utiliser tout le matériel disponible.

**Essais, manipulations, tâtonnements** des différents groupes. Quand un groupe a identifié la procédure, cette dernière est mise en œuvre par l'ensemble des groupes.

**Représentation** : par groupes, les élèves représentent les différentes étapes du transvasement sur une feuille grand format (A3) pour affichages et comparaisons.

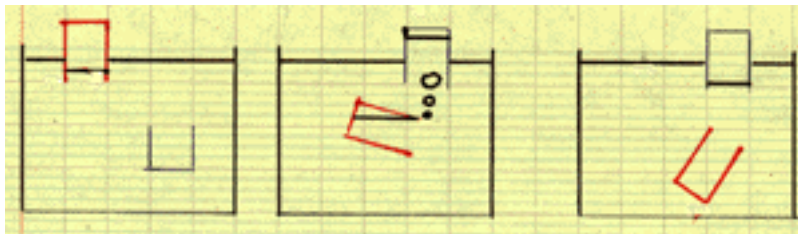
**Confrontation des productions** (justesse de la représentation des différents niveaux de l'eau et du trajet des bulles d'air) et **construction collective de la trace écrite** de la classe.



**Trace écrite** possible à l'issue du défi :

*L'air peut être transvasé d'un récipient vers un autre. Comme c'est un gaz, il faut manipuler dans l'eau afin de voir le trajet des bulles d'air. On observe que des bulles d'air se déplacent à la verticale vers la surface de l'eau.*

À titre d'exemple, voici une représentation non légendée des différentes étapes de la manipulation.



Pour la formation de formateurs, voir [l'annexe « Formation », page 11](#)

## 4ème séance

**Recherche documentaire** à partir de ressources disponibles au sein de la classe et des sites Internet suivants :

- [http://www.airparif.asso.fr/site\\_enfants/index.html](http://www.airparif.asso.fr/site_enfants/index.html)
- [http://fr.wikimini.org/w/index.php?title=Pollution\\_de\\_l'air](http://fr.wikimini.org/w/index.php?title=Pollution_de_l'air)

### Étapes de la séance :

**Distribution d'une fiche de questions** par groupe d'élèves (*voir exemples ci-dessous*).

**Les élèves cherchent les réponses** sur les sites Internet et dans les sources documentaires disponibles en classe.

**Mise en commun.**

**Trace écrite collective** : réponses aux différentes questions avec niveau de formulation adapté aux élèves

Voir l'annexe « séance 4 » avec des propositions de niveaux de formulation, page 15

Fiche de questions, groupe 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quelles sont les sources naturelles de pollution de l'air ?</li> <li>• Comment expliquer l'arrivée de pluies acides ?</li> <li>• Quelles sont les conséquences des pluies acides ?</li> <li>• Dans quelles conditions météorologiques particulières l'air risque-t-il d'être davantage pollué ?</li> </ul>
Fiche de questions, groupe 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quels sont les principaux polluants de l'air et de quelles activités humaines proviennent-ils ?</li> <li>• Comment expliquer l'arrivée de pluies acides ?</li> <li>• Quelles sont les conséquences des pluies acides ?</li> <li>• Dans quelles conditions météorologiques particulières l'air risque-t-il d'être davantage pollué ?</li> </ul>
Fiche de questions, groupe 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quels sont les trois polluants de l'air qui sont massivement produits par les transports ?</li> <li>• Comment expliquer l'arrivée de pluies acides ?</li> <li>• Quelles sont les conséquences des pluies acides ? Dans quelles conditions météorologiques particulières l'air risque-t-il d'être davantage pollué ?</li> </ul>

## Situation d'évaluation

### Items évalués (compétence 3)

Exprimer et exploiter les résultats d'une mesure et d'une recherche en utilisant un vocabulaire scientifique à l'écrit ou à l'oral

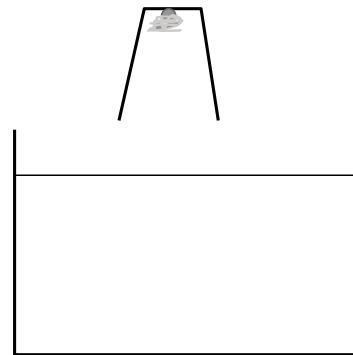
Manipuler et expérimenter, formuler une hypothèse et la tester, argumenter, mettre à l'essai plusieurs pistes de solutions.

Maîtriser des connaissances dans divers domaines scientifiques et les mobiliser dans des contextes scientifiques différents et dans des activités de la vie courante : la ma-

#### Défi « mouchoir »

À partir du matériel présenté (un aquarium - 1 gobelet - des mouchoirs en papier) :

**arriver à avoir de l'eau au-dessus du mouchoir, en gardant le mouchoir sec...**



L'enseignant montre le matériel (mouchoir fixé dans un gobelet avec de la pâte à modeler, le récipient rempli d'eau) et dit qu'il va enfoncer le gobelet dans l'eau (mais dans les faits, il ne le réalise pas).

#### 1- Représenter l'expérience et la légèrer (anticipation)

L'enseignant réalise l'expérience devant la classe (le mouchoir reste sec).

#### 2- Expliquer comment ce qui a été observé est possible.

3- Un de tes camarades pense encore que l'air n'est pas une matière. Que lui dirais-tu pour lui prouver le contraire ? Écris ton explication. Tu peux faire des schémas si nécessaire.

4- Un de tes camarades pense que la pollution de l'air provient uniquement des gaz d'échappement des véhicules (voitures, camions). Que dirais-tu pour compléter sa réponse ?

L'enseignant évalue aussi la capacité des élèves à schématiser en respectant des critères simples établis : traits à la règle, dessin légendé, utilisation du crayon à papier pour les contours et couleurs en relation avec la réalité.

### Mise en situation pour mieux comprendre

Proposer aux enseignants de transvaser l'air d'un gobelet vers un autre gobelet tout en étant sûr qu'il y a bien eu passage et que la totalité de l'air a bien été transférée.

#### Matériel à disposition par groupe :

- 1 aquarium transparent rempli d'eau
- 2 gobelets
- pailles

**Consigne :** transvaser l'air d'un gobelet vers un autre gobelet tout en étant sûr qu'il y a bien eu passage et que la totalité de l'air a bien été transférée.

**Temps d'anticipation** (représentation de l'expérience)

**Échanges avant expérience, confrontation des productions**

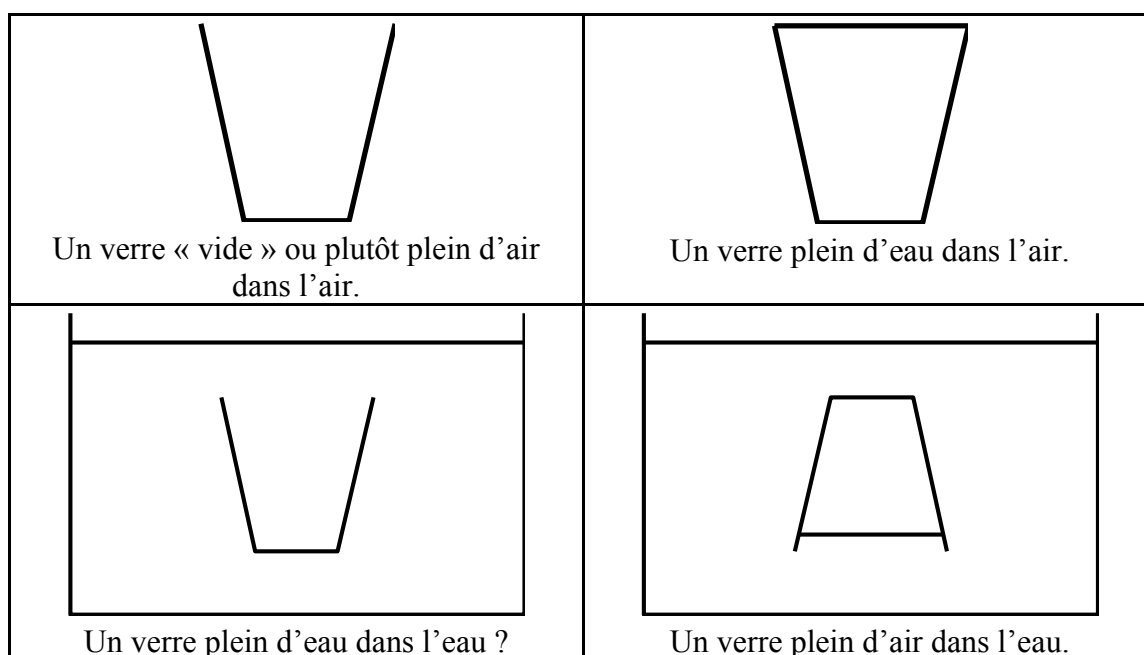
**Temps de tâtonnement – manipulation**

**Représentation de l'expérience** (avec volonté de communication et rigueur)

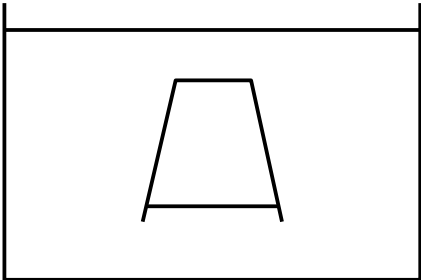
**Temps de confrontation et validation**

**Co-élaboration d'une représentation logique, lisible et rigoureuse.**

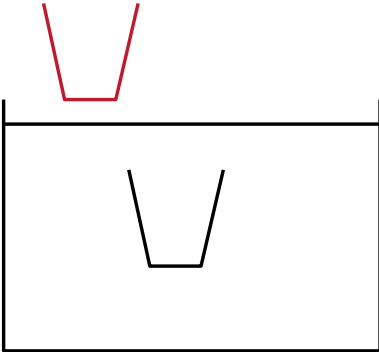
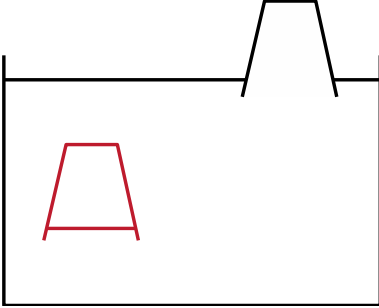
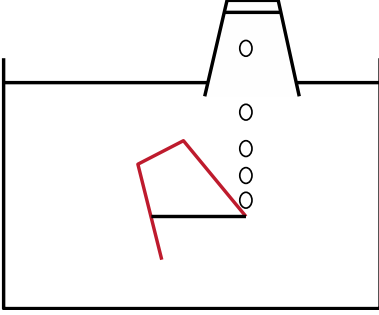
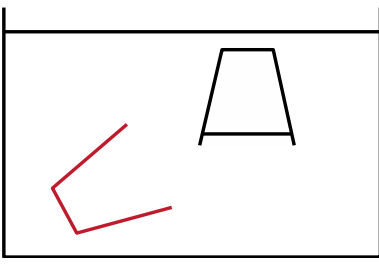
### Exemple : principes de représentation



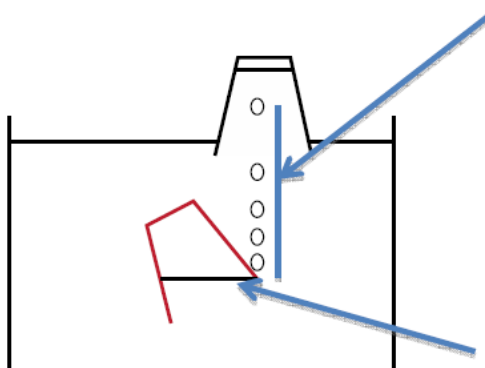
## Dégager des caractéristiques de la matière air - Observation précise

	<p>Le niveau de l'eau est légèrement remonté dans le gobelet alors que le gobelet a été placé dans l'eau correctement retourné de manière à ne pas perdre d'air.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Il est nécessaire de procéder ainsi, car <b>l'air est moins dense que l'eau</b>, en enfonçant ainsi le gobelet, l'eau va venir « appuyer » contre l'air qui ne peut remonter.</li> <li>• La limite eau-air est légèrement à l'intérieur du gobelet, car <b>l'air est un gaz compressible</b>. La pression qu'exerce l'eau sur l'air a légèrement compressé le gaz « air » qui <b>occupe un peu moins de vo-</b></li> </ul>
---	--

## Exemple de représentation de l'expérience

 <p>1</p>	 <p>2</p>
 <p>3</p>	 <p>4</p>

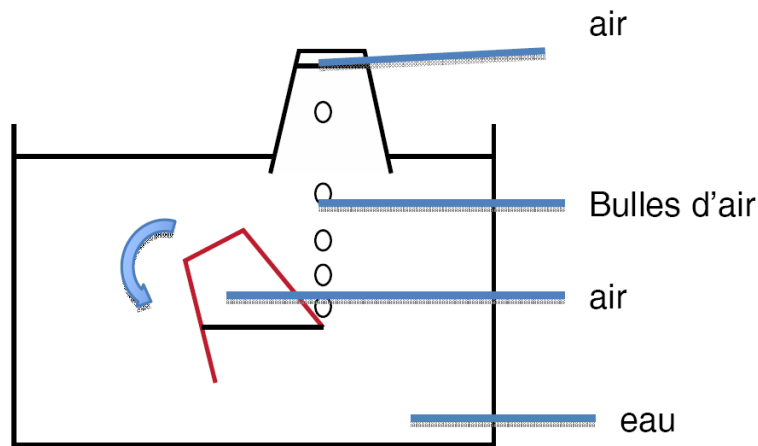
## Difficultés spécifiques



L'air étant moins dense que l'eau, les bulles d'air s'échappent et remontent verticalement (observation).

La limite eau/air reste horizontale, sur une feuille quadrillée posée sur la table, l'horizontale correspond aux lignes de la feuille. Pour aider certains élèves il est possible de fixer la feuille au tableau (bords parallèles au tableau) et de tracer à l'aide d'un niveau à bulle.

Écriture de la légende pour améliorer la lisibilité.



L'ajout de couleur peut également renforcer la lisibilité.

**Comparer les évolutions de représentations** entre le début de la séance et la trace construite (*réflexion sur la construction partagée – l'explicitation des règles que l'on se donne*).

Cette expérience montre un exemple de **transvasement d'un mélange de gaz** (l'air), voir pour les liquides, les solides.

Reprise de quelques propriétés « classiques » : compressibilité (avec seringue bouchée) – caractère pesant (voir séance ballon de basket) – résistance à une liquide (voir séance 1 du module).

Exploitation d'un site web pour dégager des connaissances

[http://www.airparif.asso.fr/site\\_enfants/intro.html](http://www.airparif.asso.fr/site_enfants/intro.html)

1. Navigation / découverte
2. Synthétiser les données du site web dans le tableau ci-dessous en organisant le mieux possible l'information.

LES POLLUTIONS DE L'AIR										
Origines										
Sources										
P O L L A N T S							Pour l'environnement		Pour les humains	
E F F E T S										

Repérer les polluants les plus dangereux, les sources les plus dangereuses et en déduire des évolutions à envisager (en étant réaliste – sans culpabilisation).

Définir ce qui peut être « à retenir » pour des élèves de CM2.

Exemple de repérage possible :

LES POLLUTIONS DE L'AIR									
Origines	Naturelles			Dues à l'activité humaines				Polluants	Effets
	Volcans	Feux de forêt	Pollens Des végétaux	Usines	Transports	Chauffages	Hydrocarbures (COV)		
POLLUANTS	SO2			SO2		SO2		•Pluies acides	•Irritations
	Particules	Particules	Particules		Particules				•Irritations •cancers
				NO2	NO2	NO2		•Pluies acides •Effet de serre •Ozone troposphérique	•Infections pulmonaires
		CO			CO	CO			•Vertiges, •migraines, •décès
					COV		COV	•Ozone troposphérique •Effet de serre	•Irritations
					O3			•Effet de serre	•Irritations
				M	M	M			Toux •Affecte l'organisme

La pollution de l'air peut-être d'origine naturelle (volcans) ou liée à l'activité humaine (usines, transports, chauffages).

Les principaux polluants :

- les **particules** (poussières fines provenant des volcans, des végétaux et des transports) qui provoquent des irritations, des problèmes pulmonaires.
- Le dioxyde de **soufre (gaz)** rejeté par les volcans, les usines et les chauffages au charbon et au fuel, il provoque des pluies acides et des irritations au niveau des poumons.
- Le dioxyde **d'azote (gaz)** principalement rejeté par la circulation des automobiles. Il participe au phénomène des pluies acides, il contribue au **réchauffement climatique** et permet de fabriquer de **l'ozone a basse altitude qui est lui aussi dangereux** pour les végétaux et la santé des hommes.

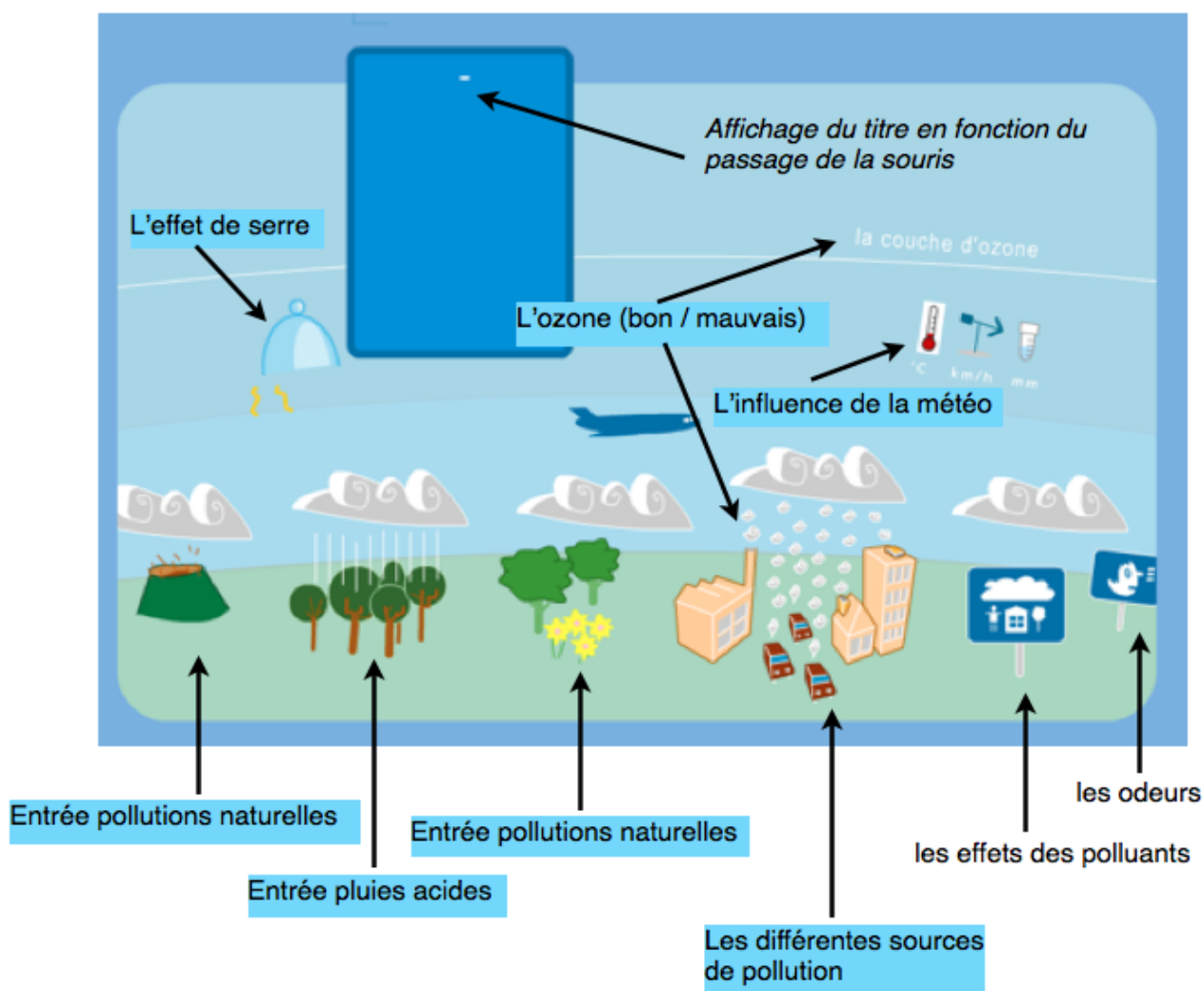
La pollution due à l'activité humaine la plus souvent citée est imputable aux transports. Lorsque cela est possible, il est préférable d'utiliser un transport en commun, qui, pour la pollution d'un véhicule transporte beaucoup de personnes.



## Annexe « Séance 4 »

Extraction d'une partie des documents contenus dans le site web d'Air Parif  
Exemples de questions et de réponses possibles (niveau de formulation adapté)

- [http://www.airparif.asso.fr/site\\_enfants/index.html](http://www.airparif.asso.fr/site_enfants/index.html)
- Page de référence : [http://www.airparif.asso.fr/site\\_enfants/intro.html](http://www.airparif.asso.fr/site_enfants/intro.html)



Les entrées sur fond bleu sont extraites du tableau page 16.

LES POLLUTIONS DE L'AIR								
Origines	Naturelles			Dues à l'activité humaine				
Sources	Volcans	Feux de forêt	Pollens des végétaux	Usines	Transports	Chauffages	Hydrocarbures (COV)	
P O L L A N T S	SO2			SO2		SO2		• Pluies acides • Irritations
	Particules	Particules	Particules		Particules			• Irritations
				NO2	NO2	NO2		• Pluies acides • Infections pulmonaires • Effet de serre • Ozone troposphérique
		CO			CO	CO		• Vertiges • Migraines • Décès
					COV		COV	• Ozone troposphérique • Irritations • Effet de serre
					O3			• Effet de serre • Irritation • Toux
				M	M	M		• Affecte l'organisme

1. Les pollutions d'origine naturelles

**La pollution d'origine naturelle**

1) Certaines sources de pollution de l'air sont naturelles et existent depuis la création de la terre. Lors des éruptions, les volcans projettent ainsi dans l'atmosphère de très grandes quantités de dioxyde de soufre et de poussières. Les feux de forêt conduisent également à l'émission dans l'atmosphère de suies et de gaz.

**La pollution d'origine naturelle**

1) Les végétaux dispersent dans l'air des quantités de pollens qui peuvent provoquer des troubles (asthme, rhume des foins...) : à ce titre, on considère que ce sont aussi des polluants. Les pollens qui posent le plus de problèmes sont en général de petite taille et ils peuvent alors être transportés par le vent. C'est le cas des pollens de cyprès, de graminées que l'on trouve souvent dans les champs, ou du platane, .... Le nombre de

**La pollution d'origine naturelle**

pollens présents dans l'air joue aussi un rôle important. Plus ils sont nombreux, plus leur effet sur les allergies est important.

- D'où vient la pollution naturelle ?
- Les éruptions volcaniques
  - Les feux de forêt
  - Les pollens des végétaux

## 2. Les différentes sources de pollution

<p><b>Les polluants et leurs sources</b></p> <p><b>Dioxyde de soufre</b> 1/ industrie, centrale thermique 2/ maisons et bureaux, chauffage urbain. Il est émis lors de la combustion de combustibles fossiles tels que le charbon et le fioul qui contiennent naturellement du soufre.</p> <p>54% 42%</p>	<p><b>Les polluants et leurs sources</b></p> <p><b>Les particules en suspension</b> Ce sont des poussières émises par 1/ transport routier 2/ origine naturelle. Elles proviennent de la combustion de combustibles fossiles, du transport automobile (gaz d'échappement, usure, frottements,...). Leur taille et leur composition sont variables. Elles sont souvent associées à d'autres polluants.</p> <p>36%</p>
<p><b>Les polluants et leurs sources</b></p> <p><b>Les oxydes d'azote</b> 1/ transport routier 2/ industrie 3/ maisons et bureaux, chauffage urbain. Ils sont émis lors de phénomènes de combustion. NO s'oxyde en NO<sub>2</sub>.</p> <p>19% 52% 12%</p>	<p><b>Les polluants et leurs sources</b></p> <p><b>Le monoxyde de carbone</b> 1/ transport routier 2/ maisons et bureaux, chauffage urbain 3/ industrie. Il se forme lors de la combustion incomplète de matières organiques (gaz, charbon, fioul ou bois, carburants).</p> <p>77% 17%</p>
<p><b>Les polluants et leurs sources</b></p> <p><b>Les hydrocarbures</b> Ils sont émis lorsqu'ils sont brûlés par les moteurs (gaz d'échappement), ou par évaporation lors de leur fabrication, de leur stockage ou de leur utilisation. Ils entrent dans la composition des carburants mais aussi de nombreux produits courants (peintures, colles, solvants...). Ils sont aussi émis par le milieu naturel.</p> <p>29% 41%</p>	<p><b>Les polluants et leurs sources</b></p> <p><b>L'ozone</b> C'est un polluant dit "secondaire" car il se forme à partir d'autres polluants tels que les oxydes d'azotes (NO<sub>x</sub>) et les hydrocarbures que le soleil transforme pour fabriquer de l'ozone.</p>
<p><b>Les polluants et leurs sources</b></p> <p><b>Les métaux</b> Ils proviennent de la combustion des charbons, pétroles, ordures ménagères... Ils se retrouvent généralement dans les poussières.</p>	

Quels sont les principaux polluants de l'air et d'où proviennent-ils ?

- Dioxyde de soufre : provient de la combustion du charbon et du fioul (chauffage et industries).
- Les particules : proviennent de essentiellement du transport et de la nature (gaz d'échappement, pollens).
- Dioxyde d'azote : combustion (chauffage et transports).
- Monoxyde de carbone : mauvaises combustions (transports et chauffages)
- Les hydrocarbures (brûlés ou évaporés) – transports, peintures/vernis, ...
- L'ozone : réaction chimique à partir d'autres polluants (transports)
- Les métaux : proviennent de la combustion des ordures ménagères, du charbon...

Les transports génèrent beaucoup de pollution. Quels sont les trois polluants émis massivement par les transports ?

- Le monoxyde de carbone
- Les oxydes d'azote
- Les hydrocarbures

L'industrie génère elle aussi de la pollution, quel est le principal polluant émis ?

- Le dioxyde de soufre

### 3. Les pluies acides

<p><b>Les pluies acides</b></p> <p><b>1)</b> Les pluies acides se produisent lorsque des polluants tels que les oxydes d'azote et dioxyde de soufre se combinent avec la vapeur d'eau qui est présente dans l'atmosphère, pour former des gouttelettes d'acide.</p> <p><b>2)</b> Le dioxyde de soufre se transforme ainsi en acide sulfurique et, de la même façon, les oxydes d'azote forment de l'acide nitrique.</p> <p><b>3)</b> Une partie de cette pollution acide de l'air retombe</p>	<p><b>Les pluies acides</b></p> <p>sous forme de poussière, de pluie, de brouillard ou de neige, polluant ainsi le sol et l'eau et causant des dégâts sur les plantes (notamment les récoltes) ainsi que sur les édifices, ...</p> <p><b>4)</b> Une autre partie reste dans l'air et peut être transportée sous l'action du vent à des milliers de kilomètres des sources même de cette pollution ■</p>
---	---

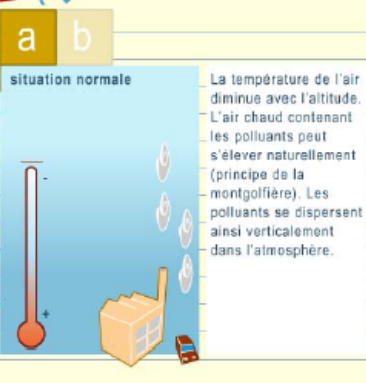

Comment expliquer l'arrivée de pluies acides ?

Des gaz polluants se mélangent à la vapeur d'eau dans l'atmosphère. Cette vapeur d'eau polluée retombera sur Terre sous forme de pluie acide.

Quelles sont les conséquences des pluies acides ?

Dégâts au niveau des plantes (forêts, récoltes), mais aussi au niveau des sols et des rivières et des bâtiments.

#### 4. La pollution de l'air et les conditions météorologiques





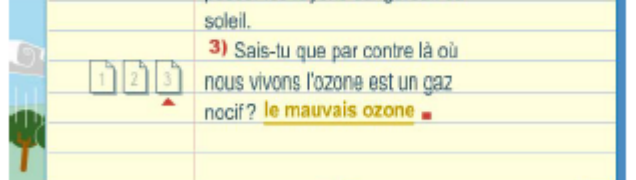
<p><b>La météo</b></p> <p>1) La qualité de l'air dépend en grande partie des conditions météorologiques (température, vent, précipitations) qui peuvent favoriser la dispersion des polluants, ou au contraire augmenter leur concentration sur une zone particulière.</p> <p>2) Ainsi, les périodes anticycloniques caractérisées par un temps calme, avec un vent faible, accompagné parfois d'inversion de température en hiver,</p>	<p><b>La météo</b></p> <p>favorisent une augmentation rapide de la concentration des polluants au niveau du sol.</p>
<p><b>La météo</b></p> <p><b>a b</b></p> <p>situation normale</p>  <p>La température de l'air diminue avec l'altitude. L'air chaud contenant les polluants peut s'élever naturellement (principe de la montgolfière). Les polluants se dispersent ainsi verticalement dans l'atmosphère.</p>	<p><b>La météo</b></p> <p><b>a b</b></p> <p><b>inversion de température:</b> présence d'un couvercle d'air chaud</p>  <p>Le sol s'est refroidi de façon importante pendant la nuit (par exemple l'hiver par temps froid et clair). Le matin, la température à quelques centaines de mètres d'altitude, est alors supérieure à celle mesurée au niveau du sol. Les polluants se trouvent ainsi piégés sous un effet de « couvercle » d'air chaud.</p>

Dans quelles conditions météorologiques particulières l'air risque-t-il d'être davantage pollué ?

Lorsque le temps est calme avec peu de vent, les masses d'air bougent peu, la pollution ne se disperse pas.

En hiver, parfois la température au sol est plus froide que la température de l'air en hauteur, dans ce cas l'air et ses polluants restent près du sol, donc la pollution augmente.

## 5. L'ozone : le bon et le mauvais

<p><b>Le mauvais ozone</b></p>	<p>1) L'atmosphère est divisée en plusieurs couches suivant l'altitude :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- la <b>troposphère</b> (0 à environ 15 km)</li> <li>- la <b>stratosphère</b> (15 km jusqu'à environ 50 km)</li> </ul> 
<p><b>Le mauvais ozone</b></p> <p>2) Dans la <b>troposphère</b>, au niveau où l'on vit, les polluants émis par la circulation automobile et les industries sont modifiés sous l'action du soleil et forment de l'ozone. A cette altitude, l'ozone a</p> 	<p><b>Le bon ozone</b></p> <p>2) La couche d'ozone, située à haute altitude à plus de 30km du sol dans la <b>stratosphère</b>, rend la vie possible sur terre en filtrant certains rayons nocifs du soleil (les ultraviolets), et en permettant de</p> 
<p><b>Le mauvais ozone</b></p> <p>des effets néfastes sur la santé de l'homme, sur les végétaux et les matériaux. C'est le mauvais ozone.</p> <p>3) Sais-tu que par contre à très haute altitude l'ozone est bénéfique? <b>le bon ozone</b> ■</p> 	<p><b>Le bon ozone</b></p> <p>conserver la chaleur des rayons du soleil autour de la planète (effet de serre). C'est le bon ozone que certains polluants produits par les activités humaines peuvent détruire, provoquant ainsi le "trou dans la couche d'ozone" qui laisse passer les rayons dangereux du soleil.</p> <p>3) Sais-tu que par contre là où nous vivons l'ozone est un gaz nocif? <b>le mauvais ozone</b> ■</p> 

Pourquoi différencie-t-on un « bon » ozone et un « mauvais » ozone ?

L'ozone situé en altitude entre 15 et 30 kms nous protège de rayons solaires dangereux, alors que l'ozone qui se forme à cause de la pollution des transports et des usines donc en basse altitude est dangereux pour la santé ....

Pourquoi faut-il protéger l'ozone (trou de la couche d'ozone) ?

L'ozone d'altitude (le bon ozone) nous protège, mais certains polluants produits par l'homme détruisent ce gaz. La protection contre les rayons dangereux n'est donc plus possible.

## 6. Effet de serre : nécessaire ou dangereux ???

<p><b>L'effet de serre</b></p> <p>1) L'effet de serre est un phénomène naturel bénéfique. L'atmosphère "retient" une partie de la chaleur arrivant sur la terre ou réfléchi par le sol. Ce phénomène permet à la planète d'être "tempérée" au lieu d'avoir une température moyenne fortement négative (-18°C).</p> <p>2) L'atmosphère joue alors le rôle d'une serre en emprisonnant une partie de la chaleur du soleil réfléchi par le sol et en évitant</p>	<p>Pourquoi l'effet de serre est-il un phénomène naturel « bénéfique » ? Sans effet de serre, la chaleur émise par le Terre ne serait pas retenue dans l'atmosphère, la température serait d'environ -18 °C.</p>
<p><b>L'effet de serre</b></p> <p>qu'elle ne s'échappe vers l'espace, grâce à la présence naturelle de certains gaz appelés "gaz à effet de serre" ( gaz carbonique, méthane, ... ).</p> <p>3) Mais il ne faut pas confondre effet de serre et "réchauffement climatique". Une augmentation de ces gaz à effet de serre, à cause des activités humaines est dangereuse car elle modifie l'équilibre de l'atmosphère et entraîne un réchauffement de la</p>	<p>Quel lien peut-il y avoir entre effet de serre et réchauffement climatique ? Si la quantité de gaz à effet de serre présent dans l'air est trop importante, alors la chaleur émise par la terre est « piégée » et au fil du temps, il fait de plus en plus chaud, le climat change.</p>
<p><b>L'effet de serre</b></p> <p>planète ainsi que des changement climatiques. Des températures plus élevées provoqueront la fonte de la glace polaire et l'augmentation du niveau des océans. Elles modifieront le climat avec une augmentation des pluies et des inondations dans certaines zones et plus de sécheresse dans d'autres, et perturberont l'agriculture.</p>	<p>L'effet de serre est-il nécessaire ou dangereux ? L'effet de serre est un phénomène naturel nécessaire pour que la vie sur Terre puisse s'installer (empêche une partie de la chaleur émise par la Terre de s'échapper). En revanche si la quantité de gaz à effet de serre est trop importante alors, la température monte, les climats changent et la vie se trouve menacée.</p>

