



EDUCATION RELATIVE A
L'ENVIRONNEMENT

Guide pédagogique :

"L' AIR"

Système de Formation de Formateurs en Education Relative à l'Environnement
Observatoire régional de l'environnement en Bourgogne

**Ce guide a été réalisé par
la Fédération des Œuvres Laïques de Côte d'Or**

avec l'appui du comité technique de SFFERE

dans le cadre des "journées de l'E.R.E" - 2002 à mars 2003

BUTS ET INTERETS DU GUIDE PEDAGOGIQUE

Ce dossier est conçu comme un document d'accompagnement au montage d'actions et de projets en lien avec la thématique de l'Air. Il a donc pour objectif majeur d'aider chaque porteur de projets (enseignant, animateur, responsable associatif, formateur...) en identifiant :

- ﴿ une approche globale de l'Air
- ﴿ la place du thème de l'Air dans les programmes scolaires
- ﴿ des pistes d'activités à mettre en place dans le cadre des "journées de l'Air" de mars 2003
- ﴿ les outils pédagogiques existants ainsi que les structures et personnes ressources

Ce document se veut également un outil destiné à faciliter la mise en place d'actions pluridisciplinaires et multi-partenariales. Dans cet esprit, il fait apparaître les "ponts" ou "passerelles" possibles entre les différents niveaux d'enseignements et les différentes disciplines.

PLAN DU GUIDE PEDAGOGIQUE

"L'AIR"

1^{ère} partie

I APPROCHE GLOBALE DE L'AIR

- I.1 Aspect atmosphérique
- I.2 Aspects physique et biologique
- I.3 Aspect climatique

II LA POLLUTION DE L'AIR

- II.1 Origines naturelles
- II.2 Origines accidentelles
- II.3 Les principales sources de pollution anthropique

III LES PRINCIPAUX PHENOMENES

- III.1 Pic de pollution
- III.2 Augmentation de l'effet de serre et réchauffement climatique
- III.3 Trou dans la couche d'ozone
- III.4 Pluies acides

IV IMPACT DE LA DEGRADATION DE LA QUALITE DE L'AIR SUR LE VIVANT

- IV.1 Conséquences des "pics de pollution"
- IV.2 Conséquences de l'effet de serre
- IV.3 Conséquences du "Trou" dans la couche d'ozone
- IV.4 Conséquences des pluies acides
- IV.5 Les pollutions intérieures et leurs conséquences

V GESTION DE LA QUALITE DE L'AIR

- V.1 Aspects institutionnels
- V.2 Aspects juridiques
- V.3 Aspects techniques
- V.4 Communication
- V.5 Aspects politiques (aménagement du territoire, surveillance des transports...)
- V.6 Comportements citoyens

VI L'AIR : ENERGIE RENOUVELABLE

VII POLLUTION ATMOSPHERIQUE ET QUALITE DE L'AIR EN BOURGOGNE

- VII.1 La spécificité bourguignonne
- VII.2 Propositions et mesures pour l'amélioration de la qualité de l'air en Bourgogne

2^{ème} partie

Les liens entre le thème et les programmes de l'éducation nationale et ceux de l'enseignement agricole

3^{ème} partie

- I Identification des outils, ouvrages et actions pédagogiques existants
- II Descriptif/repérage des lieux et personnes ressources et précisions sur les contenus

Annexes

- Tableau des principaux polluants
- Bibliographie
- ...

I – LA QUALITÉ DE L'AIR

L'air que nous respirons occupe la partie basse de l'atmosphère (*du grec atmos (vapeur) et sphaira (sphère)*) qui est la couche d'air entourant le globe terrestre. La question de la qualité de l'air concerne plusieurs disciplines et requiert l'étude de divers phénomènes physiques, chimiques et biologiques qui interagissent entre eux de façon complexe, mettant en cause aussi bien les actions d'origines naturelles que celles des activités humaines.

I -1 Aspect atmosphérique

Il est admis que l'épaisseur de l'atmosphère qui entoure le globe terrestre est d'environ 1000 km, limite floue due à la très faible densité des gaz présents à cette hauteur.

Sur terre, nous supportons le poids de toute l'atmosphère. C'est ce que nous appelons la pression atmosphérique. Plus on s'éloigne de la Terre, plus la pression diminue. Si l'atmosphère venait à disparaître, instantanément le corps de tous les êtres vivants exploserait faute de pression atmosphérique.

L'atmosphère qui permet la vie, nous protège également des rayons solaires dont une partie rebondit sur la couche atmosphérique (30%) et repart dans l'Univers, tandis que l'autre partie franchit l'atmosphère et permet de réchauffer la Terre.

De plus, comme l'air est un très bon isolant, la nuit il limite la déperdition de chaleur. L'alternance jour/nuit est très importante. Sans la nuit la température s'élèverait suffisamment pour transformer la Terre en une vaste marmite d'eau bouillante, et, sans le jour, la température diminuerait jusqu'à la métamorphoser en un immense glaçon.

(voir fiches activités "pression atmosphérique", "La Terre")

L'atmosphère comprend quatre couches distinctes qui diffèrent par leur composition et leur température :

- la troposphère
- la stratosphère
- la mésosphère
- la thermosphère

La qualité de l'air est plus particulièrement concernée par la composition et les réactions des deux premières couches, à savoir :

↳ la **troposphère** qui a une épaisseur variant de 17 km au-dessus de l'équateur à 7/8 km au-dessus des pôles. Elle contient les 9/10^{èmes} de la masse d'air et presque toute la vapeur d'eau, donc, les nuages. C'est dans cette couche qu'ont lieu la plupart des phénomènes météorologiques et c'est dans sa partie la plus rapprochée de la terre (entre 0 et 3 km) que s'effectue la dispersion des gaz polluants.

↳ Au-dessus de la troposphère se trouve la **stratosphère**, couche très pure et fort peu dense où les températures augmentent avec l'altitude, mais qui reçoit une forte ration de rayonnement solaire, notamment les radiations ultraviolettes. C'est là que se produit la diffraction des rayons lumineux de courtes longueurs d'ondes par les molécules d'air (d'où la couleur bleue du ciel le jour).

Vers 30 km d'altitude, la stratosphère renferme une concentration maximale d'ozone. On parle de "**couche d'ozone**" ou d'ozone stratosphérique qui sert de bouclier protecteur contre les UV provenant des radiations solaires protégeant ainsi la vie sur Terre.

(*voir fiches activités "fiche lait"*)

I -2 Aspects physique et biologique

L'atmosphère primitive de la planète, alors dénuée de vie, était principalement constituée de dioxyde de carbone et d'azote.

Sous l'effet de phénomènes géologiques et biologiques complexes, elle est progressivement devenue le mélange actuel :

- d'azote (78%) et d'oxygène (21%) indispensables à la vie
- le reste, soit 1% étant constitué d'argon (0,9%), de gaz carbonique (0,035%) et autres gaz en quantité infime comme l'ozone, l'hydrogène, l'hélium, le méthane, le krypton, etc.... , de poussières, de micro-organismes et de vapeur d'eau

C'est ce mélange qui a permis à la vie de sortir des océans et de se développer sur les continents, et a accompagné, voire influencé, son évolution. La qualité de l'air que nous respirons et les propriétés de l'atmosphère résulte donc d'un équilibre dynamique se caractérisant en particulier par la présence d'un grand nombre de gaz qui pourtant ne représentent que moins de 1% de l'atmosphère. C'est dire si les mécanismes de régulation en jeu sont sensibles à des fluctuations qui peuvent paraître négligeables.

I -3 Aspect climatique

Les cycles climatiques sont liés notamment à des modifications de l'orbite de la Terre autour du soleil et à des fluctuations de l'énergie solaire.

- **L'interaction des phénomènes physiques, chimiques et biologiques de l'air** initie les évolutions climatiques. Par exemple, l'augmentation du dioxyde de carbone s'accompagne d'une augmentation de la température moyenne de la Terre qui modifie à son tour le cycle du carbone absorbé ou émis par la végétation et les océans. Ceci influe sur le fonctionnement des grands écosystèmes forestiers et océaniques et leur capacité à réguler les climats.

- Les différences de climats peuvent également s'expliquer par **le rôle du vent, des océans, et des nuages.**

Le vent est un vaste courant d'air qui se forme grâce aux différences de température et à la rotation de la Terre (force de Coriolis) qui dévie les masses d'air vers la droite dans l'hémisphère nord et vers la gauche dans le sud. C'est un facteur essentiel expliquant la dispersion des émissions polluantes.

(voir fiche activité "Le rôle du vent"

L'influence des océans est importante. Des différences minimes de température et de salinité peuvent entraîner la formation de grands courants véhiculant des quantités de chaleur qui jouent un rôle majeur dans la détermination des climats. Pour exemple le Gulf Stream qui fournit à l'Europe du Nord une chaleur représentant, en hiver, 20% de celle apportée par le soleil.

- Enfin et surtout, l'atmosphère laisse une partie du rayonnement solaire arriver jusqu'au sol. Notre planète renvoie vers l'espace une partie de cette énergie sous forme de chaleur rayonnante infrarouge absorbée en partie par l'atmosphère puis renvoyée vers la surface de la Terre qui est ainsi chauffée. C'est le même processus que celui des serres horticoles, d'où l'appellation "**d'Effet de Serre**". Sans ce phénomène naturel, la Terre aurait une température de – 18°C. Grâce à lui, la moyenne est d'environ + 15°C.

Les nuages eux, tout en diminuant la part des rayonnements solaires qui pénètrent dans l'atmosphère, en accentuent la réverbération par la surface terrestre.

(voir fiche activité "effet de serre naturel")

II - LA POLLUTION DE L'AIR

La pollution atmosphérique ne date pas de l'arrivée de l'homme sur terre, mais ce dernier l'a diversifiée et considérablement amplifiée. La quasi-totalité des activités humaines est source de pollution qui apparaît essentiellement sous deux formes :

- **gazeuse** : présence de gaz nouveaux ou augmentation de la proportion d'un gaz existant naturellement,
- **solide** : mise en suspension de poussières

Définition du Conseil de l'Europe dans sa déclaration de mars 1968 :

"Il y a pollution de l'air lorsque la présence d'une substance étrangère ou une variation importante de la proportion de ses constituants est susceptible de provoquer un effet nuisible, compte tenu des connaissances scientifiques du moment, ou de créer une gêne".

(voir fiche activité "présence de gaz dans l'atmosphère")

ORIGINE DES POLLUANTS

Les polluants dits **primaires** sont directement émis dans l'atmosphère par une source de pollution naturelle ou humaine

Les polluants dits **secondaires** ne sont pas émis directement mais proviennent de la transformation chimique des polluants primaires, soit par l'action de l'humidité, soit par l'action des radiations du soleil ou par leur absorption.

II-1 Origines naturelles

- **Les éruptions volcaniques** qui peuvent injecter de très grandes quantités de gaz dont l'oxyde de soufre et de particules (poussières polluantes) dans l'atmosphère, et diminuent le rayonnement solaire en entraînant une baisse de la température.
- **La foudre** qui oxyde l'azote atmosphérique, produisant de grandes quantités d'oxydes d'azote (NO_x) qui sont des irritants respiratoires.
- **La pression atmosphérique** : les situations dépressionnaires (basses pressions) correspondent généralement à une turbulence de l'air assez forte et donc de bonnes conditions de dispersion. En revanche, des situations anticycloniques (hautes pressions) où la stabilité de l'air ne permet pas la dispersion des polluants entraînent des épisodes de pollution.
- **Les vents** qui transportent et introduisent de nombreuses particules dans l'atmosphère. L'érosion éolienne participe également à cette propagation de particules.
- **La température** qui agit sur la chimie des polluants : le froid diminue la volatilité de certains gaz tandis que la chaleur estivale est nécessaire à la formation photochimique de l'ozone.
- **Le pollen** dont les grains, produits sexuels mâles des fleurs des végétaux, sont portés par les étamines. Grâce à l'action des insectes et du vent, ils peuvent féconder d'autres fleurs de leur espèce. Mais ils peuvent aussi pénétrer dans nos voies respiratoires et provoquer des réactions allergiques parfois violentes.
- **Les algues** à la surface des océans, qui émettent du sulfure d'hydrogène très connu pour son odeur et sa toxicité.
- **Les zones humides** telles que les marais, les tourbières ou les lacs peu profonds qui produisent du méthane participant directement au phénomène d'accroissement de "l'effet de serre".
- **Les plantes** émettant des hydrocarbures comme, par exemple, le pinène responsable de l'odeur des forêts de pins...
- Enfin **l'ozone** qui, au niveau troposphérique, devient un polluant toxique lorsque sa concentration augmente. Les conditions climatiques jouent un rôle déterminant et épisodique dans l'apparition de pointes ("pic") de pollution en périodes anticycloniques estivales.

(voir fiche activité n° p.)

Les facteurs naturels ne suffisent pas à expliquer la dégradation de la qualité de l'air que l'on observe. Les activités humaines y contribuent pour une large part.

II-2 Origines accidentelles

- **Les incendies de forêts**, bien souvent volontaires, qui restituent à l'atmosphère des quantités considérables de poussières et de dioxyde de carbone, participent ainsi à "l'effet de serre".
- **Les grandes catastrophes industrielles mondiales :**
 - **SEVESO (Italie) 1976** : l'explosion d'un **réacteur chimique** disperse dans l'atmosphère du trichlorophénol ainsi qu'environ 2 kg de dioxine toxique. Cette dioxine a contaminé plusieurs hectares aux alentours de l'usine et provoqué la mort de plusieurs centaines d'animaux domestiques.
 - **BHOPAL (Inde) 1984** : Suite à une accumulation de négligences dans une **usine chimique de fabrication de pesticides**, 25 tonnes d'isocyanate de méthyle, produit qui doit être entreposé à l'état liquide à la température de 0°C, sont soumises à une montée de la température. Devenu gazeux ce polluant s'échappe rapidement dans l'atmosphère et la température extérieure combinée à un vent très faible favorise les retombées sur les quartiers environnants de Bhopal. Résultat, 2 500 personnes meurent dans leur sommeil et 170 000 sont intoxiquées, souffrant, entre autres, de graves troubles oculaires et respiratoires.
 - **TCHERNOBYL (Ukraine) 1986** : l'explosion d'un réacteur de la **centrale nucléaire** provoquée par une série d'erreurs de manipulation, libère dans l'atmosphère une quantité importante de radioactivité. Les particules radioactives transportées par les vents et rabattues au sol par les pluies empoisonnent les écosystèmes terrestres et aquatiques et vont inquiéter l'Europe et le monde car bien sûr ce nuage polluant ne connaît pas de frontières. A proximité de la centrale 237 personnes sont hospitalisées, certaines décèdent et environ 130 000 personnes sont évacuées. 700 cas de cancers de la thyroïde sont détectés et restent le principal impact sanitaire constaté depuis cet accident. Néanmoins, les troubles majeurs de santé publique sont l'anxiété, le stress et les dépressions, avec une augmentation des suicides.

II-3 Les principales sources de pollution anthropique

Tous les secteurs sont concernés :

- ↳ **industriels** (transports, chauffage, rejets, incinération des déchets, activités nucléaires, amiante ...)
- ↳ **domestiques** (voitures, chauffage, ventilation, tabagisme...)
- ↳ **agricoles** (engrais azotés, pesticides, déforestation, déjections des animaux...)
- ↳ **politiques** (activités militaires, armes atomiques et biologiques...)

La pollution atmosphérique résulte principalement de la **combustion des énergies fossiles**. Par conséquent, l'évolution de la consommation de ces énergies nous renseigne sur l'évolution de la qualité de l'air.

POUR EN SAVOIR PLUS

Activités/expériences : réaliser un collecteur de particules, Quizz

III. PRINCIPAUX PHENOMENES DE DEGRADATION DE LA QUALITE DE L'AIR ET IMPACTS SUR LE VIVANT

III.1 Pic de pollution

Le terme "**pic de pollution**" désigne les hausses temporaires de concentration des différents polluants indicateurs (polluants primaires).

➤ LES CAUSES

L'histoire a connu des pics de pollution ayant des impacts sanitaires plus ou moins importants. Alors que les pics très marqués de pollution "acido-particulaires" (SO_2 et particules) ont pratiquement disparu, il s'agit donc maintenant de périodes caractérisées par une élévation notable des niveaux d'**oxyde d'azote** et/ou d'**ozone** et autres **polluants photo-oxydants**. (*Cette pollution a lieu dans les couches d'air proche du sol, phénomène caractéristique des situations estivales anticycloniques à l'origine d'une atmosphère stable, défavorable à la dispersion des polluants émis sur les agglomérations et favorable à leur transformation chimique en ozone. Le trafic routier est un des facteurs essentiels de ce type de pollution particulièrement pendant les périodes estivales.*)

➤ LES CONSEQUENCES

Le plafond brumeux sur les grandes villes est une conséquence visible de la pollution par **l'ozone troposphérique**. De plus ce gaz est intimement lié au phénomène des **pluies acides** et contribue pour environ **8%** à **l'effet de serre**.

L'ozone à des effets néfastes sur :

1. **La végétation**, les écosystèmes forestiers et agricoles; en diminuant la photosynthèse en les rendant plus vulnérable face à diverses pollutions,
2. **La santé humaine**.
En grande quantité **l'ozone** est déplaisant, il a une odeur forte qui irrite les yeux et les poumons.

L'exposition à une forte concentration d'**ozone** peut provoquer :

- une diminution de la fonction pulmonaire
- un accroissement des résistances des bronches et une réaction inflammatoire

Les symptômes sont :

- la toux, la douleur à l'inspiration, l'essoufflement à l'effort et des irritations du nez, de la gorge et des yeux.

Lorsque certains niveaux d'ozone sont atteints ou dépassés, la population doit être informée.

Cependant l'utilisation du terme "**pic**" pour toute situation reflétant une modification relative des conditions habituelles constitue peut-être un excès de langage. L'impact sanitaire potentiel des "**pics**" ne doit pas conduire à négliger les actions de prévention visant à réduire les effets sanitaires de la pollution de fond.

Tous les savants sont unanimes concernant le danger que représente la pollution à l'**ozone**, d'autant que ce n'est pas de raréfaction dont il s'agit mais d'expansion (environ 2%/an). Les "**pics**" de pollutions provoquent des effets immédiats mais c'est la pollution de tous les jours que nous respirons en permanence d'où l'intérêt d'une politique de prévention de fond sur le long terme.

(*fiches d'activités "températures et pollutions", "mini station météo"*)

III.2 Augmentation de l'effet de serre et réchauffement climatique

Grâce aux infrarouges absorbés par **les gaz à effet de serre** puis renvoyés vers le sol, la surface de la terre est chauffée.

La quantité de **gaz à effet de serre** joue un rôle écologique crucial, notamment dans la régulation de la température de l'air. L'augmentation de la teneur atmosphérique en gaz à effet de serre peut se comparer à la pose d'un double vitrage. Si les apports de rayonnements solaires à l'intérieur de la serre restent constants, la température s'élèvera.

➤ LES CAUSES

L'émission intensive de certains gaz polluants provoque cette élévation des concentrations de gaz à effet de serre et le déséquilibre radiatif de la Terre. L'étude des climats montre qu'une variation de quelques degrés seulement de la température moyenne transforme profondément la physionomie de la planète.

Les pays industrialisés sont les principaux responsables des émissions anthropiques de **gaz à effet de serre**.

➤ LES CONSEQUENCES

Le réchauffement prévu dû aux gaz à effet de serre (1 à 3°C d'ici 2100) provoquerait une intensification des cycles hydrauliques, et l'on redoute :

- **la fonte progressive des glaciers de montagne**
- **Crues et sécheresses, précipitations.** En France, une hausse de 2° de la température moyenne provoquerait des cycles hydrologiques plus vigoureux, c'est-à-dire des **sécheresses** et des **inondations** plus sévères et une augmentation des **précipitations**. Une évolution rapide et soutenue du climat pourrait également modifier l'équilibre entre les espèces et provoquer un **dépérissement** des **forêts** qui sont des puits de dioxyde de carbone
- **la fonte d'une partie des glaces polaires**
- **la lente élévation du niveau des mers** suite à ces fontes et au réchauffement des océans et leur dilation, menaçant 92 millions de personnes vivant dans les zones côtières (Pays-Bas, Bangladesh, Iles Maldives, Delta du Rhône ...) avec **réduction des récoltes** des zones de culture de riz et **risque de disette alimentaire et de famine** pour l'Asie du Sud, de l'Est, du Sud-est, et les régions tropicales d'Amérique Latine.
- **Au niveau santé**, on prévoit :
 - un accroissement des **maladies cardio-vasculaires**

- un développement de maladies transmises par les insectes tropicaux telles que le **paludisme** (actuellement 2 millions de victimes/an) ainsi que la **dengue**, la **fièvre jaune**, les **encéphalites**.

(fiches d'activités "énergie", "effet de serre")

III.4 Trou dans la couche d'ozone

En 1985 des chercheurs britanniques ont mis en évidence qu'un "**trou**" dans la couche d'ozone apparaissait à chaque printemps au-dessus de l'Antarctique mais que ceci était un phénomène naturel dû à des variations saisonnières de température et d'ensoleillement. Puis il a été constaté que ce "**trou**" se creusait d'un printemps à l'autre, et que d'une façon générale, de 1979 à 1991, la quantité globale d'ozone avait diminué de 1,4% par décennie

➤ LES CAUSES

Bien que les phénomènes naturels puissent causer un appauvrissement temporaire de l'ozone (émission **chlorure de méthylène** par les océans), on sait maintenant que les émissions de **chlore** et de **brome** provenant de composés de synthèse connus sous le nom d'**halocarbures industriels** sont la cause principale de l'appauvrissement de l'ozone stratosphérique.

POUR EN SAVOIR PLUS SUR LES HALOCARBURES INDUSTRIELS

➤ LES CONSEQUENCES

L'augmentation du flux de rayons UV atteignant la surface terrestre pourrait avoir de graves conséquences :

1. Effets sur la santé :

- ils peuvent à long terme provoquer des **cancers de la peau** dont ils accélèrent le vieillissement
- ils provoquent des **troubles de la vision** et favorisent les **cataractes**
- ils **affaiblissent les systèmes immunitaires** et rendent l'organisme plus sensible à des atteintes virales de la peau comme **l'herpès**

2. Les effets sur les animaux et les plantes :

- Les animaux, bien que mieux protégés par la pigmentation de leur peau et/ou leur pelage, sont néanmoins vulnérables au niveau des **yeux** et également susceptibles de souffrir de **cancers de la peau** dans les parties exposées de leurs corps.
- Une quantité excessive D'UV nuit au processus de croissance de pratiquement toutes les plantes vertes. Elle provoque, entre autre, une **diminution de la photosynthèse** et de la **taille des feuilles**. Le **soja**, végétal fragile et riche en protéines, est particulièrement sensible.
- L'appauvrissement de l'ozone pourrait ainsi causer la **disparition de certaines espèces végétales**, déstabilisant leur rôle protecteur contre l'érosion des sols et la perte d'eau, leur **production d'oxygène** et leur

réserve de **gaz carbonique**, et réduisant les **ressources alimentaires** de la planète.

(**fiches d'activités "expérience 9"**)

III.5 Pluies acides

➤ LES CAUSES

Au contact de l'humidité de l'air, les principaux polluants (combustibles fossiles) tels que le **dioxyde de carbone**, ainsi que :

- le **dioxyde de soufre**, (provenant de l'industrie, mais aussi des combustibles, usines à charbon, traitement du gaz naturel et production d'électricité)
- les **oxydes, monoxydes et dioxydes d'azote** (provenant essentiellement des combustions de carburants de véhicules automobiles, des combustibles d'appareil de chauffage et de l'alimentation des centrales thermiques)

se transforment en **ACIDE SULFURIQUE** et en **ACIDE NITRIQUE**

auxquels se rajoutent :

- les **dépôts d'ammonium** issus de l'ammoniac qui, bien que non acide, acidifie les sols au cours de sa transformation (agriculture et industrie chimique),

ainsi que :

- **le chlore** (combustion PVC)
- **le fluor** (verre, aluminium),

qui participent à ces retombées en formant respectivement de **L'ACIDE CHLORHYDRIQUE** et de **L'ACIDE FLUORHYDRIQUE**.

Ces acides sont ensuite transportés très loin de leur source avant d'être précipités par la pluie sous forme de **pluies acides**. L'extension des retombées acides à l'échelle planétaire suite à l'émission, le transport et la transformation des polluants par des phénomènes météorologiques, est à l'origine de l'expression "**pollution transfrontière**".

➤ LES CONSEQUENCES

1. Les effets sur la santé :

- Cette forme de pollution présente des risques à long terme par la concentration ambiante des **oxydes de soufre** et **d'azote**, particulièrement néfastes dans les régions où il y a le **SMOG**, pour les enfants, les personnes âgées et celles qui ont des problèmes respiratoires et cardiaques.
- Un autre danger pour la santé viendrait de la mise en solution de **métaux toxiques** (aluminium, mercure, cadmium, plomb ...) dans les eaux souterraines et de surface, susceptibles de se retrouver dans l'eau de boisson et les chaînes alimentaires.

Mais les effets de cette pollution acide sont particulièrement ressentis par différents composants de notre environnement : **EAU, SOL, VEGETAUX, FAUNE, MATERIAUX ...**

- L'acidification des **lacs** et des **cours d'eau** entraîne une destruction parfois irréversible de la **vie aquatique**. L'eau paraît plus transparente car le plancton a disparu. Les poissons respirent mal et différentes espèces sont annihilées.
- Les précipitations acides modifient la composition chimique de certains **sols** en les acidifiant. Les sols graniteux ou sableux sont les plus sensibles. Cet effet se traduit par une perte d'éléments minéraux nutritifs pour les arbres et la végétation.
- Les pluies acides participent au dépérissement des **forêts** (jaunissement, dessèchement et chute des aiguilles ou des feuilles, croissance réduite). Ce type de pollution qui ignore les frontières a touché plus de 55% des forêts allemandes et détruit la faune et la flore dans nombre de lacs suédois et canadiens.
Le problème des pluies acides est encore d'actualité et on se préoccupe maintenant des effets des retombées de sulfates sur la productivité des forêts.

2. Les effets sur les matériaux

Lorsque les précipitations polluantes "lavent" l'atmosphère, pratiquement tous les matériaux ou monuments sont susceptibles d'être dégradés.

Elles entraînent une corrosion des surfaces métalliques (voir l'érosion des voies de chemin de fer qui limite les trains à une certaine vitesse).

La dégradation des édifices, monuments et façades d'immeubles affecte essentiellement les constructions en pierre calcaire. On observe la formation d'une croûte en surface qui se décolle, laissant apparaître la pierre qui se décompose en poussière. Cette pollution met en danger notre patrimoine culturel et occasionne des travaux très onéreux de façades ou de restaurations de monuments. Par exemple, la pollution atmosphérique a davantage endommagé l'Acropole depuis 25 ans que l'érosion naturelle depuis 25 siècles !

(*fiches d'activités "expérience"*)

IV.5 Les pollutions intérieures

Les pollutions de l'air à l'intérieur des locaux ne sont pas toujours prises en compte par le public comme peut l'être la pollution atmosphérique extérieure. Pourtant le temps que nous passons à l'intérieur d'un local est de l'ordre de 80%, plus encore pour les jeunes enfants ou les sujets très âgés ou malades. Il s'agit soit d'habitations, soit de bâtiments publics (écoles, hôpitaux, centres de soins, de loisirs, gares, aéroports) ou de locaux professionnels.

➤ LES CAUSES

L'air qu'on respire véhicule les mêmes pollutions qu'à l'extérieur. Ce sont des contaminants chimiques classiques, particulaires ou gazeux, d'origine anthropique ou naturelle.

Exemple : le pollen, le radon (gaz naturel radioactif, issu du sol, des matériaux de construction et éventuellement de l'eau, particulièrement dans certaines zones granitiques. Il peut s'accumuler dans les parties basses de certains locaux du fait d'une ventilation insuffisante.)

Quant aux **polluants intérieurs**, ils sont d'origines très diverses :

- **les appareils de combustion** : chauffage (fuel, charbon, bois, gaz), cuisson, cheminée, produisant du **monoxyde de carbone**, dioxyde de carbone, oxyde d'azote, des particules et de la vapeur d'eau ...
- **Les matériaux de construction, d'aménagement ou de décoration**, sources de COV (formaldéhyde, solvants...), de particules fibreuses (amiantes, fibre de verre, etc.) ou encore de plomb.
- **Les équipements d'eau** chaude et de **traitement de l'air, WC, vide-ordures**, sources de bactéries, de virus champignons microscopiques et de protozoaires comme les amibes.
- **Le comportement et l'activité des occupants :**
 - ↳ **La fumée de tabac :**
(courant primaire : aspiration du fumeur, secondaire : autocombustion de la cigarette, tertiaire : rejet par le fumeur)
elle apporte des centaines de substances potentiellement nocives (monoxydes de carbone, oxydes d'azote, hydrocarbures dont le benzène, nicotine, aldéhydes, particules, etc...) et reste la principale nuisance dans les locaux.
 - ↳ **Les produits d'hygiène :**
(laques, déodorants...)
 - ↳ **Les produits d'entretien et de bricolage :** (poussières, solvants, vapeur métallique, brouillards d'huiles ...)
 - ↳ **La gestion des produits alimentaires** (insectes)
 - ↳ Les microorganismes et allergènes issus des **acariens**, des **blattes** et des **animaux de compagnie**.

➤ LES CONSEQUENCES

1. Des pathologies, parfois graves, se manifestent à court terme :
 - des **intoxications** par le monoxyde de carbone fréquentes et souvent mortelles (*gaz et vapeurs de combustion*)
 - des **infections pulmonaires** graves comme la légionellose (*bactérie qui se développe dans l'eau à température relativement élevée – eau chaude, sanitaires, systèmes de traitement de l'air ... Les cas peuvent être collectifs particulièrement dans des hôtels ou des hôpitaux*)
 - des **allergies respiratoires** allant de la rhinite à l'asthme (*pollens, débris et déchets d'acariens, particules fines disséminées dans l'atmosphère par les animaux domestiques, polluant chimiques, fumée du tabac...*)
 - le syndrome des "**bâtiments malsains**", d'origines multiples avec des troubles ORL, oculaires, cutanés, etc...
2. A long terme, après des expositions prolongées aux polluants, des pathologies chroniques peuvent se développer :
 - risques cardio-vasculaires (*monoxyde de carbone*), pulmonaires (*dioxyde d'azote*) et cancérogène (*radon, fumée de tabac, amiante*)

En définitive, la pollution atmosphérique intérieure est loin d'être négligeable. On observe une large palette d'effets allant de l'inconfort jusqu'à la mort en passant par toute une série de manifestations sérieuses d'origines chimique, pathologique ou allergénique.

(Fiches d'activités "tabac", "quizz maison", "pollution et santé", "pollution et environnement", "les polluants à l'intérieur des habitations")

V GESTION DE LA QUALITE DE L'AIR

La surveillance et l'évaluation de la qualité de l'air ambiant, les progrès de l'immunologie, de la toxicologie et de l'épidémiologie, la maîtrise progressive de l'allergie, devraient conduire à mieux connaître et limiter l'impact de la pollution atmosphérique. Mais encore faut-il que les progrès scientifiques aillent de pair avec une prise de conscience collective et individuelle.

V.1 Aspects institutionnels

L'importance des différentes routes d'exposition de certains polluants peut varier d'un pays à l'autre. Il est donc important que les autorités responsables évaluent les conditions locales.

Les dispositions prises en **France** pour la mesure et la surveillance de la qualité de l'air sont très récentes. Le véritable lancement des réseaux de mesure date de **1958** avec la création de **l'Association pour la Prévention de la Pollution Atmosphérique (APPA)**.

Depuis, l'implication de plus en plus forte de l'Etat par la création du Ministère de l'Environnement, la prise de conscience des industriels, la sensibilisation des élus locaux, ont abouti, progressivement, à la multiplication dans notre pays des **réseaux de surveillance et d'information sur la qualité de l'air**, regroupés sous la dénomination **ATMO**, et qui obéissent à une double logique de coordination nationale et de décentralisation.

Il faut également citer:

- **l'ADEME** (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie) qui assure la coordination technique des réseaux de mesure et gère une importante Base de Données sur la Qualité de l'Air. Cette agence travaille principalement à la maîtrise de l'énergie, l'économie des matières premières et la lutte contre les pollutions.
- **le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air** qui intervient comme appui scientifique des Associations Agréées et dont l'activité est fondamentale pour l'harmonisation des pratiques de surveillance et d'étalonnage des mesures en assurant la liaison entre la recherche et l'application sur le terrain.

En effet, la finalité de la surveillance n'est pas de collecter des données mais de fournir les renseignements nécessaires aux scientifiques, aux décideurs et aux planificateurs, afin de leur permettre de prendre des décisions éclairées sur la gestion et l'amélioration de l'environnement.

V.2 Aspects juridiques

Face aux dangers que représentent les pollutions pour la santé et l'environnement, des mesures de prévention se sont imposées et s'imposent encore, d'où l'urgence de mettre en place des **dispositifs juridiques à caractère obligatoire** que l'on souhaiterait voir ratifiés par la communauté internationale sans pour autant porter préjudice aux pays en voie de développement.

Les engagements internationaux et nationaux s'appuient sur le principe de précaution. Ce principe impose d'étudier et de mesurer les risques avant de prendre une décision.

Tout un arsenal juridique a vu le jour : conventions, traités, directive, lois, décrets, etc... Au niveau planétaire, malheureusement, ces réglementations ne sont parfois que des déclarations de principe ou de bonnes intentions.

Sur une période de **20 ans** des engagements internationaux ont été pris durant des "**Sommets de la Terre**" tels que, entre autres :

1992 – Le Sommet de Rio : les pays s'engagent à **agir contre l'effet de serre**. L'Agenda 21 est rédigé qui énonce un certain nombre de principes de gestion de l'environnement et propose de jeter les bases pratiques d'un "**développement durable**"

1997 – Le Sommet de Kyoto : 159 pays désignent **38 pays industrialisés** qui s'engagent à réduire leurs émissions

2000 – Le Sommet de La Haye Réunion pour définir les modalités d'application du protocole de Kyoto

2002 – Johannesburg (du 26 août au 04 septembre). Sommet durant lequel ont été examinées les résolutions du Sommet de Rio sur le "**développement durable**". Cela n'a pas été un sommet historique. Commentaire du Chef de la Délégation suisse "on a sauvé les meubles"... Immense déception des associations écologiques devant la faiblesse des engagements pris sans fixer d'objectif en pourcentage ni d'échéance !

De leur côté et depuis de nombreuses années, les **pays européens** ont fixé des seuils réglementaires de concentration de l'air ambiant pour plusieurs polluants, et se sont engagés à une **réduction de 8%** de leurs émission de **gaz à effet de serre** pour l'horizon 2010.

En mutualisant leurs efforts, les Européens se sont donnés des marges de manœuvre tenant compte des réalités nationales.

En France la **Loi du 30 décembre 1996** sur "l'Air et l'utilisation rationnelle de l'énergie" constitue le saut législatif le plus récent et le plus important puisqu'elle prévoit, entre autre, un élargissement de la surveillance, des objectifs de qualité de l'air et une information de la population.

Elle assure à chacun "**le droit à respirer un air qui ne nuise pas à sa santé**".

Elle prévoit entre autres mesures :

- un renforcement de la surveillance de la qualité de l'air
- une augmentation du nombre de polluants indicateurs mesurés
- une information à destination du public
- des plans régionaux qui fixeront région par région les objectifs de qualité à atteindre
- des plans de protection pour toute agglomération de plus de 250 000 habitants ou les zones dont le niveau de pollution dépasse les valeurs fixées
- des dispositions par rapport aux différents mode de transport

V.3 Aspects techniques

Sur la base du principe "**pollueur-payeur**", des moyens perfectionnés ont été mis au point permettant de développer des relations de cause à effet entre l'émission, la pollution, et les mesures de contrôles nécessaires.

Il est possible de lutter contre la pollution de l'air :

- par **l'assainissement des gaz d'échappement** des voitures grâce à un dispositif de post-combustion catalytique dans le pot (avec une essence sans plomb).
- par le **choix de combustibles** pauvres en soufre, la **désulfuration des combustibles fossiles**, le meilleur réglage des installations de chauffage et le développement des **énergies alternatives**.
- par **l'installation dans les chaînes industrielles** de dépoussiéreurs et de **filtres** afin de limiter la quantité d'aérosols et de gaz émis.

V.4 Communication

Chaque citoyen a le droit d'être informé sur la qualité de l'air. Les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air, outre la publication des résultats de leurs travaux assurent au quotidien la diffusion des résultats des mesure et des prévisions à travers tous les médias disponibles (presse, Internet ...).

Lorsque les **seuils d'information et/ou d'alerte** sont atteints, les **médias** jouent un rôle primordial dans la transmission des recommandations émises par les Préfectures et les Agences de l'Environnement concernant :

- les **mesures sanitaires** et les **comportements** individuels et collectifs à respecter
- les actions à prendre quant à une **limitation et/ou modification** de l'utilisation des **sources d'énergies industrielle, artisanale et domestique, de l'automobile, ...**

et leur capacité, leur puissance et leur rapidité de distribution de l'information à une échelle nationale voire mondiale rendent leur impact d'autant plus important auprès du public

(*'voir article de presse inondation Tchéquie'*)

V.5 Aspects politique (aménagement du territoire, surveillance des transport ...)

Un **cadre d'approche politique, réglementaire et administrative** est nécessaire pour garantir la transparence dans l'établissement des normes de qualité de l'air et assurer une base uniforme de prise de décisions. Le **cadre politique** doit énoncer une politique des **transports, de l'énergie, de la planification** et d'autres secteurs ainsi qu'une **politique environnementale**.

Il faut noter que la **France** est l'un des pays industrialisés dont la contribution à **l'effet de serre** est la **moins forte**.

Cette situation résulte notamment de l'utilisation de l'**énergie nucléaire** pour la production d'électricité et de **la politique d'économie d'énergie** menée depuis le premier choc pétrolier.

POUR EN SAVOIR PLUS

V.6 Comportements citoyens

Nous devons changer notre comportement et nos habitudes de consommation collectifs et individuels afin de réduire nos émissions de polluants :

POUR EN SAVOIR PLUS

VII. L'AIR : énergie renouvelable

Des solutions d'avenir !

Les mesures d'économie d'énergie prises en 1974 lors de la grave crise pétrolière ont démontré les risques économiques et géopolitiques de la production d'énergies reposant sur la seule exploitation d'énergies fossiles.

L'amorce d'une réelle prise de conscience de leur impact négatif pour l'environnement s'en est suivie, et les recherches se sont peu à peu orientées vers le développement **d'énergies renouvelables** permettant d'assurer un **développement durable**, à savoir : **un développement économique prenant en compte la protection de l'environnement et notamment la préservation des ressources naturelles à long terme**.

En effet, les énergies dites renouvelables utilisent le **vent**, le **soleil**, l'**eau**, la **croissance végétale**, la **géothermie**..., soit des flux **d'origine naturelle** :

- pratiquement **inépuisables**
- adaptés aux ressources et besoins locaux
- **n'émettant pas de gaz à effet de serre**
- ne produisant pas de déchets

L'**air** est donc mis à contribution notamment pour :

- **La bioénergie** : phénomène biologique par lequel la matière organique est transformée en **biogaz** par des bactéries vivant en l'absence d'oxygène (phénomène de méthanisation)

Elle sert à détruire la partie biodégradable et polluante des déchets organiques. Naturelle au fond d'une mare ou dans une décharge cette technologie a été développée pour traiter les déjections d'élevage, les effluents des industries agroalimentaires, papetières, chimiques et les déchets ménagers.

C'est l'occasion de valoriser ce gaz qui sommeille dans nos déchets et qui peut être employé à l'état brut dans des **chaudières, groupes électrogènes, générateurs** ou, après épuration, comme **carburant automobile** (identique au GNV "Gaz Naturel pour Véhicules").

- **l'énergie éolienne** (*du grec "Éole" dieu du vent*)

le principe d'une éolienne est simple et peut être ramené au schéma d'une dynamo de vélo entraînée par une hélice qui tourner grâce à l'énergie cinétique du vent et la transforme en énergie mécanique ou électrique.

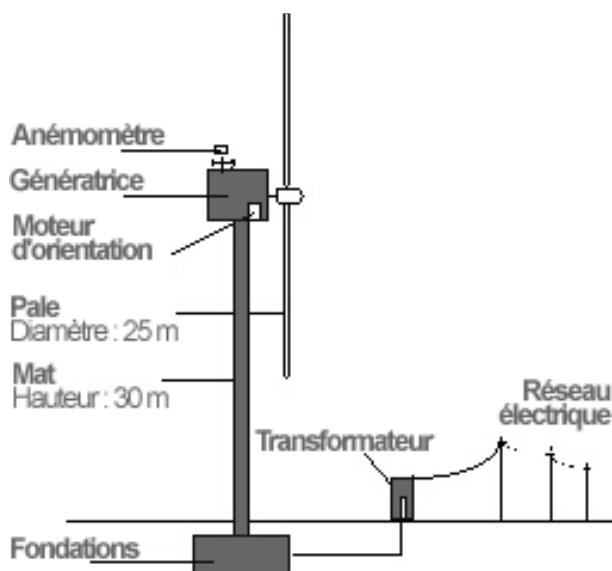
1) production d'énergie mécanique :

Tout comme l'ancien principe des moulins à vent, les éoliennes mécaniques servent le plus souvent au pompage de l'eau. L'hélice entraîne un piston qui remonte l'eau du sous-sol. Cette technique adaptée pour l'agriculture, l'alimentation ou l'hygiène est particulièrement appropriée pour les pays en voie de développement.

2) production d'énergie électrique :

Suite aux résolutions de Kyoto concernant les émissions de "gaz à effet de serre" les centrales éoliennes fleurissent en Europe du Nord. On peut dire que cette énergie à la "vent en poupe" !

Ce type d'énergie est désormais fiable et compétitive. Le procédé est simple : Après avoir été captée l'énergie mécanique du vent est convertie en énergie électrique qui est ensuite distribuée aux normes, sur le réseau via un transformateur (*voir croquis*)



Bien sûr d'autres voies de production d'énergie sont explorées dans un souci de **réduction des pollutions**, de **protection de l'environnement** et de **développement durable**, comme :

- **l'énergie solaire :**

1.le solaire thermique : des capteurs solaires thermiques convertissent directement le rayonnement solaire en chaleur. Cette technique est principalement utilisée pour le chauffage et le refroidissement.

2 Le solaire "photovoltaïque" : la lumière du soleil peut être transformée en électricité grâce à des panneaux photovoltaïques, sans pièce tournante et sans bruit. De par sa simplicité d'installation et de maintenance, cette énergie peut également être une solution d'avenir pour les sites isolés et les pays en voie de développement.

- **L'énergie géothermique** : c'est l'extraction, grâce à une sorte de pompe à vapeur, de l'énergie de l'eau chaude ou de la vapeur d'eau contenues dans la croûte terrestre, énergie qui peut être utilisée pour la climatisation ou le chauffage de bâtiments.

L'énergie hydroélectrique : on produit de l'électricité en captant l'eau d'une chute à travers une conduite vers une turbine couplée à un générateur électrique. Plusieurs centrales sont en opération et efficaces depuis plus d'un demi-siècle

VIII Pollution atmosphérique et qualité de l'air en BOURGOGNE

VIII.1 La spécificité bourguignonne

Les problèmes de **pollution** sont étroitement liés aux consommations d'énergies et reflètent donc les **spécificités régionales**.

Située entre les deux premières régions de France et au carrefour des principaux axes européens de communication, la Bourgogne est traversée par un **flux de transport important** et bénéficie de structures routières, ferroviaires et énergétiques très denses.

Il est à noter également que la Bourgogne est couverte pour environ un tiers de **surfaces boisées** et que sa densité moyenne de **population** est assez **faible** (moins de la moitié de la moyenne nationale).

Elle se distingue par une **sur-représentation des agriculteurs** et des ouvriers et son industrie est marquée par une forte présence de la métallurgie, du caoutchouc, de la matière plastique, des industries agroalimentaires, et d'équipements électriques et électroniques.

Les écarts d'avec la moyenne nationale se caractérisent principalement par une plus large présence de **méthane** due aux **activités agricoles**, et **d'oxyde d'azote** ou de **COVNM** (Composants Organiques Volatils non Méthaniques) provenant des **transports** et de l'utilisation des **solvants**.

Enfin, bien que la **baisse** de la consommation de **charbon** se confirme, et malgré les améliorations techniques apportées aux industries, à l'équipement et à l'entretien des véhicules, du fait de la croissance permanente des activités industrielles, agricoles et du parc automobile (particulièrement pour ce qui concerne le moteur diesel), on constate une nette **progression** des consommations de produits **pétroliers** et de **gaz** et on retrouve donc les problèmes **d'effet de serre**, de **pollutions acides** et de **pollutions photochimiques**.

Il convient de préciser que la **Bourgogne** fait partie des trois seules régions de France disposant d'un **Observatoire Régional de l'Environnement (OREB)** qui a mis en place depuis 13 ans un bilan permettant de suivre de façon complète l'évolution de la situation énergétique dans la région.

VIII.2 Propositions et mesures pour l'amélioration de la qualité de l'air en Bourgogne

A l'heure actuelle, la **qualité de l'air en Bourgogne** est relativement **satisfaisante** mais, compte tenu de la spécificité géographique de la région, on risque une **détérioration** à l'horizon **2010** si les décisions prises en matière de lutte contre la pollution ne sont pas appliquées.

On peut citer la "**proposition ROBERTET**" (1999) dans son paragraphe faisant l'état des lieux pour la Bourgogne :

- *la région consomme **sept fois plus** d'énergie qu'elle n'en produit, et ce rapport devrait encore s'accroître avec la fermeture du site minier de Blanzy (Saône et Loire) qui a des répercussions sur le fonctionnement de la centrale thermique de Lucy II à Montceau-les-Mines.*
- *les secteurs de l'habitat, des transports et de l'industrie sont ceux qui consomment le plus.*
- *les produits pétroliers et l'électricité représentent les énergies les plus utilisées (plus d'un tiers de la consommation énergétique chacun)*
- *toutes les prévisions mettent en évidence une **croissance des consommations**, qui, au niveau national sont incompatibles (ou très difficilement) avec les objectifs d'émission de gaz à effet de serre retenus pour la France.*
- *le bois représente une richesse énergétique pour la Bourgogne, qui doit être encore mieux exploitée."(*)*

(*) L'utilisation du bois dans les chaufferies fermées limite l'aggravation de l'effet de serre par la réduction de CO₂. La valorisation énergétique des sous-produits de la filière bois évite également le très polluant brûlage à l'air libre et supprime la pollution par le soufre. Le gisement de la filière bois est très important en Bourgogne (6 000 000 m³/an produits). Il s'agit donc de valoriser la ressource énergétique bois en tant que ressource d'énergie locale et renouvelable.

Le **Plan Régional pour la Qualité de l'Air (PRQA)** adopté en Bourgogne le 31 janvier 2001 fixe les **principales orientations** prescrites pour :

1. **PrésERVER et améliorer la qualité de l'air**
2. Faire **sAVOIR**, faire **AGIR** :
3. Développer la **surveillance** :
4. Améliorer les **connaissances** :
5. Promouvoir les **mesures d'accompagnement**

Ainsi, tous les Bourguignons vont pouvoir être informés et sensibilisés. Cette prise de conscience devrait permettre de faire évoluer les comportements et se traduire par une utilisation plus rationnelle et plus valorisante de l'énergie en Bourgogne.

POUR EN SAVOIR PLUS :

Origine des principaux polluants régulièrement suivis et qui servent d'indicateurs de pollution :

Nom du polluant	Sigle	Origine
Monoxyde de carbone	CO	Il provient de la combustion incomplète des combustibles fossiles. On le retrouve à proximité des sources d'émission dont les principales sont l'automobile (véhicule au ralenti, tunnels, parkings...) et le chauffage (fonctionnement de chaudières).
Dioxyde de carbone	CO ₂	Gaz comprimé qui peut déloger l'oxygène de l'air s'accumuler dans des endroits peu élevés et être un danger dans les espaces clos. Une augmentation marquée de CO ₂ dans l'air a été notée depuis 1900 en raison de la combustion d'une grande quantité de bois, de charbon, de pétrole et de gaz naturel.
Particules	PM10	Ce sont les éléments solides ou liquides en suspension dans l'air. Ils proviennent de la combustion incomplète du charbon et des dérivés pétroliers (véhicules diesel, sidérurgie, cimenteries, incinération des déchets).
Dioxyde de soufre	SO ₂	Il se forme à partir des combustibles fossiles qui contiennent du soufre. L'industrie, installations thermiques, raffineries... (charbon et fuel...).
Oxydes d'azote (monoxyde et dioxyde)	NO _x NO et NO ₂	Ils résultent de la combinaison de l'azote et de l'oxygène de l'air à haute température. Ils proviennent essentiellement de l'utilisation des combustibles fossiles (pétrole, charbon et gaz naturel). Les principales sources sont le trafic routier et les installations de combustion et leur concentration est toute particulière dans les zones fortement urbanisées.
Métaux lourds dits "métaux toxiques" (arsenic, cadmium, chrome, cuivre, mercure, nickel, plomb, sélénium, zinc..)		Ils se retrouvent dans le charbon, le pétrole, fioul lourd ou les déchets industriels et ménagers (métallurgie des ferreux, sidérurgie, fabrication de batteries électrique, de cristal, combustion, incinération des déchets).
Les composés organiques volatils	COV	Ils forment une famille complexe dont le point commun est de se retrouver dans l'air par évaporation. Le benzène en est un exemple bien connu. Les principales sources sont les véhicules, les industries chimiques, pétrochimiques, l'usage de solvants.
Ozone troposphérique	O ₃	Polluant secondaire majeur se formant au niveau du sol par l'action des rayons ultraviolets sur les polluants primaires que sont les oxydes d'azote, le COV et le monoxyde de carbone. La concentration de l'ozone troposphérique est en constante augmentation, particulièrement l'été par fort ensoleillement et plutôt en zone urbaine du fait principalement du trafic routier. Il est responsable du smog dans les villes et participe activement à l'effet de serre.
Les hydrocarbures aromatiques polycycliques	HA	Ils se retrouvent souvent liés aux particules. Ils proviennent de la combustion incomplète du charbon et des dérivés pétroliers. Dans les villes, les moteurs diesel en sont la source majeure.
Chlorofluorocarbures (composés contenant du chlore)	CFC	Ils sont présents dans les nettoyants industriels, les pulvérisateurs, le polystyrène, les réfrigérations, les climatisations. Ils contribuent à la destruction de la

POUR EN SAVOIR PLUS

Les activités humaines les plus significatives dans la contribution à la pollution de l'air sont les suivantes :

↳ **La production d'énergie thermique** : pour tous les processus de combustion nécessaires à l'homme pour se déplacer, se chauffer, pour obtenir l'énergie indispensable pour les multiples procédés de productions industrielles (production de vapeur ou d'électricité) on utilise des combustibles constitués principalement de **carbone** (charbon, fuel, bois, gaz naturel), source de **dioxyde de carbone** (CO_2), qui contribue à l'augmentation de "l'**effet de serre**".

Ces combustions ne sont jamais complètes et dégagent du **monoxyde de carbone** (CO) et des **hydrocarbures**. En présence de l'air se forment des **oxydes d'azote**. Le soufre présent dans les fuels et le charbon s'oxydent en **dioxyde de soufre** (SO_2).

↳ **L'industrie** : elle est à l'origine d'une émission de polluants en raison de ses besoins propres en énergie thermique et des émissions spécifiques dues aux processus de traitement ou de fabrication employés.

Exemple :

- selon les secteurs, elle est émettrice de **monoxyde** et de **dioxyde de carbone**, de **dioxyde de soufre**, **d'oxydes d'azote**, de **poussières**, de **COV** etc...
- de dérivés du **fluor** qui sont émis lors de la production d'engrais azotés ou d'aluminium.
- de métaux lourds comme le **cadmium**, le **zinc** et le **plomb** émis par les installations de traitement des minéraux
- Le **mercure** qui provient surtout de l'incinération des déchets industriels, ménagers et hospitaliers.

↳ **Le traitement des déchets** dont le volume est sans cesse grandissant pose un grave problème. Une partie seulement de ces déchets peut être valorisée sous forme de matière première, mais la majeure partie (52%) doit être incinérée. Or, même si les incinérateurs alimentent des réseaux de chaleur qui économisent des rejets polluants, ils rejettent :

- des **poussières**, **du méthane** (décomposition des matières organiques)
- du **chlore** (incinération de matière plastique)
- de la **dioxine**
- des **métaux lourds** etc...

↳ **Les activités agricoles**, qui par l'utilisation d'engrais azotés, émettent du **protoxyde d'azote** (gaz à "effet de serre") et de l'**ammoniac** qui participe au processus d'acidification.

Le **méthane**, autre gaz à "effet de serre" est produit principalement par la digestion et les déjections des animaux d'élevage et par la décomposition de matières organiques au niveau des marais et des rizières.

Les activités faisant appel au **nucléaire** peuvent également être considérées comme une autre source de pollution anthropique.

Cependant, les problèmes de pollution atmosphérique ne se posent plus de la même façon aujourd'hui qu'il y a 30 ans.

Après une pollution principalement d'origine industrielle ou liée au chauffage domestique, c'est désormais **la voiture et les transports en général** qui sont la source majeure des émissions polluantes en milieu urbain.

De ce fait, la nature des polluants a évolué et l'on constate la mise en évidence de polluants que l'on ne surveillait pas auparavant.

On remarque ainsi la présence croissante de **COV polluants** tels que le **benzène** (reconnu comme agent cancérigène) qui est venu remplacer le plomb comme additif de l'essence et que l'on retrouve dans les gaz d'échappement et les émissions des réservoirs d'essence, ou **l'aldéhyde** produit de la photo-oxydation des COV et initié par le rayonnement solaire.

Les émissions automobiles de particules fines sont dues essentiellement aux moteurs **diesel**. Le **trafic routier** contribue pour 1/3 à ces émissions.

Le **trafic routier** particulièrement intense dans l'Europe du Nord-Ouest est un premier facteur de risque concernant cette pollution qui ne fait que s'aggraver en fonction des conditions météorologiques, lorsque le ciel est clair et dégagé, permettant alors un rayonnement solaire intense qui favorise la photochimie atmosphérique et la faible dispersion des précurseurs de l'ozone, donc leur accumulation. L'ozone et ses précurseurs étant des polluants aisément transportables, ce sont des milliers de kilomètres carrés qui peuvent être touchés plusieurs jours durant.

La pollution par l'évolution de la concentration de **l'ozone troposphérique ("mauvais ozone")** est un élément important du processus de formation et d'évolution des oxydants photochimiques. C'est un problème complexe car la réduction des oxydes d'azote peut favoriser l'augmentation des concentrations d'ozone .

Bien qu'aujourd'hui la voiture pollue beaucoup moins qu'il y a 20 ans, les véhicules de conception ancienne, l'augmentation du parc automobile et l'évolution du kilométrage parcouru, l'utilisation du diesel, le développement du transport routier, des transports ferroviaires, aériens ou maritimes, entraînent un accroissement de cette pollution à l'ozone.

LES CHLOROFLUOCARBURES ET LE BROME

- 1) Les **chlorofluorocarbures** (CFC) et les autres produits chimiques qui endommagent la couche d'ozone ont d'abord été des produits servant d'agents réfrigérants (commercialisés sous la marque Fréon) ou utilisés dans la climatisation, les solvants industriels, les liquides nettoyants ainsi que les agents entrant dans la fabrication des mousseuses. Puis on s'en est servi couramment comme **propulseurs d'aérosols**.

Ces gaz avaient été choisis au départ car, à la surface de la Terre, ils sont très stables et donc chimiquement inertes et non-toxiques. Il a fallu attendre 1974 pour que des savants américains démontrent le danger présenté par les **CFC** pour la couche d'ozone.

En effet, à la différence de la plupart des produits chimiques, les **CFC** ne se décomposent pas dans la troposphère. Ils montent lentement et, au bout de 6 à 8 ans, atteignent la troposphère. A ce niveau, ils se décomposent sous l'action de la lumière et le **chlore** ainsi libéré peut s'attaquer à la molécule d'**ozone**. Ces atomes de **chlore** ont une durée de vie d'environ 100 ans et peuvent donc détruire plusieurs milliers de molécules avant d'être inactivés.

- 2) Il faut également parler du **brome** qui a le même type d'action sur l'**ozone** que le **chlore**. Il provient essentiellement des **halons**, gaz utilisés dans la lutte contre les incendies, ou des pesticides qui, sous forme de **bromure de méthyle**, sont utilisés en agriculture tropicale. Le **brome** est plus redoutable que le **chlore** dans la destruction de l'**ozone**, mais son effet est moindre du fait de sa plus faible diffusion. Il entre à concurrence de 20% dans la destruction de l'**ozone** au-dessus des pôles.

Après beaucoup d'hésitations, diverses décisions internationales ont accéléré le calendrier de réduction des émissions polluantes. C'est ainsi que la production et la consommation des **halons**, des **CFC** et autres molécules contenant du **brome** ou du **chlore** ont été interdites.

Cependant, du fait du long délai entre le rejet d'un gaz à la surface du sol et son arrivée dans la haute atmosphère, il a été récemment démontré que la quantité de **CFC** et donc de **chlore** destructeur de l'**ozone** augmente toujours. De nos jours, cette augmentation se ralentit, mais les quantités libérées avant les décisions de bannissement ne sont même pas encore arrivées dans la stratosphère.

solutions envisagées pour éviter que la situation ne s'aggrave :

- Réduire l'utilisation des **énergies fossiles** et donc accroître la part des **énergies renouvelables** dans la production d'électricité
- Réduire l'utilisation des **engrais chimiques** dans l'agriculture
- Produire mieux en **consommant moins** d'énergie dans **l'industrie** avec d'une part des mesures incitatives pour les investissements et d'autre part l'instauration d'une taxe sur la quantité de carbone émis
- **Mobiliser** toutes les filières professionnelles du **bâtiment** pour contribuer à **économiser l'énergie et modifier les systèmes thermiques**
- **Favoriser le ferroutage** (transport de camions par trains) pour le transport des marchandises
- **Promouvoir les transports en commun** en planifiant l'espace et les déplacements urbains pour les rendre plus attractifs
- Toujours en matière de transports urbains, il faut favoriser les modes de déplacements non motorisés (aménagements de **pistes cyclables**) ou encourager le **covoiturage**
- **Développer les espaces verts** plantés d'**arbres** qui constituent un véritable filtre naturel dans la lutte contre la pollution de l'air (poussières polluantes absorbées, gaz carbonique fixé, oxygène redistribué)
- **informer et sensibiliser les citoyens**

Nous devons changer notre comportement et nos habitudes de consommation collectifs et individuels afin de réduire nos émissions de polluants :

- Pour les petits déplacements, privilégier la marche à pied, le vélo, les patins ou la trottinette
- Pour se rendre à son travail où se déplacer en ville, utiliser les transports en commun ou le covoiturage
- Adopter une conduit souple lors des déplacements en voiture
- Faire régler le moteur de son véhicule et contrôler son taux de pollution
- Orienter son choix vers un véhicule fonctionnant à l'électricité, au Gaz de Pétrole Liquéfié (GL) ou au Gaz Naturel pour Véhicule (GNV)
- Vérifier la bonne isolation des logement et éviter le surchauffage
- Faire entretenir régulièrement son installation de chauffage et si possible privilégier les énergies renouvelables (solaire, éolienne, ou bois)
- Lutter contre le tabagisme et aérer son logement tous les jours
- Préférer les produits recyclés ou présentant le moins d'emballage possible en évitant l'utilisation systématique de sacs plastique
- Opter pour le tri sélectif qui favorise la récupération et la valorisation des déchets (verre, papier, piles, huile de vidange, aluminium...)
- Privilégier les vaporisateurs aux bombes aérosol, utiliser des piles rechargeables...
- Privilégier l'architecture bioclimatique aux normes HQE ("Haute Qualité Environnementale") qui contribue à réduire les besoins énergétiques.

Le **Plan Régional pour la Qualité de l'Air (PRQA)** adopté en Bourgogne le 31 janvier 2001 fixe les **principales orientations** prescrites pour :

"préserver et améliorer la qualité de l'air :

- *Poursuivre la réduction des émissions des sources fixes par une meilleure maîtrise des énergies et le recours aux technologies propres. Des objectifs chiffrés à l'horizon de 5 ans, ambitieux mais réalisables : réduction de 50% de SO₂, 30% de CO, 15% de COV, 10% de NO_x*
- *favoriser le transfert route ⇔ fer et voie d'eau pour les marchandises*
- *maîtriser la circulation automobile pour réduire les émissions de polluants et promouvoir le bon entretien des véhicules*
- *favoriser l'utilisation de véhicules moins polluants, le covoiturage*
- *promouvoir et sécuriser les transports collectifs et les déplacements non motorisés (bicyclette, marche, etc...)*
- *développer la filière bois-énergie*

Faire savoir, faire agir :

- *permettre l'information en temps réel de la qualité de l'air*
- *informer et sensibiliser les élus, administrations, entreprises et usagers*
- *valoriser des réalisations exemplaires de réduction des émissions de polluants*
- *développer les informations locales et régionales sur la pollution de l'air, ses origines et ses effets*
- *soutenir des journées médiatiques telles que "En ville sans ma voiture"*
- *sensibiliser les scolaires et les enseignants en partenariat avec l'Education Nationale*

Développer la surveillance :

- *étendre la surveillance de la qualité de l'air à l'ensemble de la Bourgogne*
- *étendre le champ des polluants mesurés*
- *engager les réseaux de surveillances dans une démarche de prévision de la qualité de l'air en partenariat avec Météo France et le centre de climatologie de l'Université de Bourgogne*
- *favoriser la régionalisation de la surveillance de la qualité de l'air*

Améliorer les connaissances :

- *mettre au point des outils et des méthodes de suivi de la pollution : disposer d'un inventaire régional détaillé des émissions dues aux sources mobiles*
- *identifier plus précisément les émissions dues aux sources fixes diffuses, notamment celles d'origine agricole et viticole*

- établir à l'aide du camion laboratoire une cartographie de la pollution atmosphérique dans les zones ayant un degré de pollution significatif (lichens, tabac)
- identifier les zones de développement des nuisances olfactives et créer un observatoire permanent

Promouvoir les mesures d'accompagnement :

- Mobiliser les financements locaux (industriels, TGAP, collectivités), régionaux, nationaux et européens permettant la réalisation des recommandations. Créer un groupe de travail **air et santé.**"

LA PLACE DE L'AIR DANS LES PROGRAMMES SCOLAIRES

NIVEAUX	DISCIPLINES	CONTENUS
Cycles des apprentissages premiers	Découvrir le monde	Phénomènes qui caractérisent la vie
	Domaine du vivant, de l'hygiène et de la sécurité	Prendre en compte les risques de la rue (piétons et véhicules) ainsi que ceux de l'environnement familial proche (objets et comportements dangereux, produits toxiques) ou plus lointain (risques majeurs)
Cycle des apprentissages fondamentaux		Etude de l'existence de l'air Observation du temps qu'il fait (données météorologiques et climatiques élémentaires)
Cycle des approfondissements		Etude des qualités de l'air et approche écologique de l'environnement proche La Terre : ses zones climatiques L'air, son caractère pesant
6 ^{ème}	Education civique	Sens de la responsabilité personnelle et collective face aux problèmes liés à l'environnement et aux atteintes qu'on lui porte
	SVT	Education à la responsabilité individuelle et collective à l'égard de l'environnement
	Géographie	Les grands domaines climatiques et biogéographiques (
5 ^{ème} – 4 ^{ème}	SVT	Etude de la respiration
	PC	A la découverte de l'environnement qui nous entoure : <i>l'air qui nous entoure : le dioxygène</i>
	Environnement	l'homme responsable de son environnement : la pollution atmosphérique
	Education civique	Les règles de sécurité Possibilité de production du monoxyde de carbone toxique
3 ^e		Santé et environnement.
	Education civique	Les dimensions de la citoyenneté dans la République française, dans l'Europe et dans le Monde d'aujourd'hui
2 ^{nde} à la Terminale	SVT	Mouvements atmosphériques, effet de serre et couche d'ozone
2 ^{nde}		Organisation fonctionnelle des êtres vivants ; action de l'homme : dégradation, protection
	Histoire-géo	Les sociétés face aux risques Dynamiques urbaines et environnement urbain La Terre. L'inégale maîtrise des milieux de vie.
1 ^{re} S		Métabolisme énergétique de l'homme ; conséquences des activités humaines sur l'environnement
1 ^{re} L et ES		Evolution des grands équilibres de la biosphère Les énergies fossiles et la pollution atmosphérique
Term L et ES		Conséquences de l'agriculture sur l'environnement
CAP et BEP tertiaires et industriels Vie sociale et professionnelle (VSP)		santé, environnement, pollution de l'air.

L'air : expériences et activités

Quelques propositions d'actions à mener avec vos élèves !!!!

Objectifs :

- Favoriser l'apprentissage des connaissances par une démarche expérimentale
- Renforcer les connaissances scientifiques, rechercher et analyser des documents afin de pouvoir mener une réflexion et développer son esprit critique de futur citoyen.
- Avoir une attitude responsable, critique sur le rôle des activités humaines dans les modifications de l'environnement.

Sommaire des fiches d'activités

1. Découverte de l'air	<p>Découvrir et comprendre les propriétés physiques d'une matière : l'air</p> <p>A Percevoir son existence, par les sens et par des expériences B L'air est une matière : son poids, sa dilatation, son déplacement, ... C L'air est une matière (suite) D L'air est un gaz particulier : isolant thermique, action sur la lumière</p> <p>L'atmosphère</p> <p>E Qu'est-ce que c'est, son rôle, sa pression F L'effet de serre</p>
2.La pollution de l'air	<p>Les polluants : origines, identification, déplacements</p> <p>G Les différentes sources de pollution H La mesure de certaines pollutions I Le rôle de la météorologie dans les déplacements de la pollution</p> <p>Les conséquences de la pollution sur l'environnement</p> <p>J Trou dans la couche d'ozone K Les pluies acides L L'effet de serre</p> <p>Les effets de la pollution sur l'homme</p> <p>M La santé : organes exposés, pollution intérieure et extérieure N Le tabac</p>
3. La prévention de la pollution	<p>O Utilisation et maîtrise de l'énergie - les énergies renouvelables P Diminuer les sources de pollution</p>

Guide pédagogique « L'air » - SFFERE - Novembre 2002

Objectifs pédagogiques :

Amener les enfants, par une approche sensible, à se rendre compte de la matérialité de l'air.



Expériences	Déroulement	Matériel
Découverte par les sens : les signes de l'air	<ul style="list-style-type: none"> - le toucher : sentir la brise qui caresse le visage et la résistance de l'air lorsqu'on se déplace rapidement (patins, skate-board, vélo, etc.). - l'ouïe : remarquer le lien entre les sons des instruments à vent et le souffle ; les bruits véhiculés par l'air et leurs variations suivant le contexte (temps, direction des vents, etc.). - l'odorat : humer les odeurs dans la rue et lors d'une sortie à la campagne. - la vue : identifier les couleurs du ciel en fonction de l'heure de la journée et du temps qu'il fait. 	◎ Durée : 30 min
Petites expériences sur l'air qui nous entoure	<ul style="list-style-type: none"> - Gonfler un ballon et le lâcher : que se passe-t-il ? Faire la même expérience avec des ballons plus ou moins gros, plus ou moins gonflés. - Compresser un sachet plastique transparent et le fermer. On constate que le sachet résiste et forme une sorte de bulle contenant quelque chose de résistant à la pression. C'est ce paradoxe qui questionne l'enfant et l'amène à trouver ce qui est emprisonné dans ce sac apparemment vide. - Faire un petit trou, et sentir l'air qui s'en échappe, puis plonger dans de l'eau pour voir les petites bulles d'air. - Enfoncer un flacon vide dans un récipient plein d'eau, que s'en dégage-t-il ? - Mettre un ballon de baudroche sur une bouteille plastique, presser la bouteille, le ballon se gonfle. - Couper le fond d'une bouteille en plastique, ajuster un ballon au goulot. Plonger la partie supérieure de la bouteille bien verticalement dans un récipient plein d'eau et noter les observations au fur et à mesure qu'on appuie vers le bas. - Découper une bande de papier léger, l'attacher à un fil, la maintenir au-dessus d'un radiateur, puis à l'extérieur. Que se passe-t-il ? 	Ballons gonflables Sachets plastiques Flacon Cuvette Bouteille plastique ◎ Durée : 15 min /expérience

Guide pédagogique « L'air » - SFFERE - Novembre 2002

Objectifs pédagogiques :

- Comprendre la matérialité de l'air
- Mettre en évidence ses propriétés physiques : poids, dilatation, déplacement, force, compression, transport des ondes

Expériences	Déroulement	Matériel
Son poids L'air est pesant	<ul style="list-style-type: none"> - Attacher à chaque extrémité de la baguette un ballon vide avec du scotch. Trouver le point d'équilibre et punaiser la ficelle. Les deux ballons sont identiques ils ont la même masse; - ensuite regonfler un des ballons puis le refixer au même endroit. La baguette penche alors du coté du ballon gonflé qui est donc plus lourd que le ballon vide. 	2 ballons de baudruche 1 baguette, ficelle Du scotch, punaise ⌚ Durée : 20 min
La dilatation - L'air chaud occupe plus d'espace que l'air froid,	<ul style="list-style-type: none"> - Fixer le ballon au goulot de la bouteille, mettre la bouteille dans la cuvette avec de l'eau très chaude, puis ensuite avec des glaçons. Dans un premier temps après quelques minutes le ballon se gonfle (sous l'action de la chaleur les molécules contenu dans l'air s'agitent plus et occupe un plus grand volume : c'est la dilatation), puis ensuite il se dégonfle. - Placer près d'une source de chaleur un ballon très bien gonflé : au bout d'un moment il éclate car l'air contenu qui se dilate n'a plus assez de place; il exerce une telle pression que le ballon explose. 	1 bouteille 1 ballon Eau très chaude Des glaçons 1 cuvette ⌚ Durée : 30 min
- L'air chaud est plus léger	<ul style="list-style-type: none"> - Le principe des montgolfières : gonfle un ballon grâce à l'air chaud d'un sèche cheveux puis lâcher le dans une pièce ou sous le préau un jour d'hiver (résultat assuré). Il s'envole immédiatement au plafond. 	1 sèche cheveux ⌚ Durée : 15 min
- Tour de magie	<ul style="list-style-type: none"> - Placer la bouteille en verre sur la table. Mouiller une pièce de monnaie puis la poser sur le goulot. Ensuite avec les mains entourer la bouteille pour bien la chauffer. Et hop! la pièce se met à bouger. - Prendre une bouteille tremper le goulot dans de l'eau savonneuse, puis entourer la pour quelle chauffe. Oh! la belle bulle! 	1 bouteille en verre 1 pièce De l'eau savonneuse ⌚ Durée : 15 min
Le déplacement - Le mouvement	<ul style="list-style-type: none"> - Dans une cuvette, retourner deux verres côté à côté et incliner le premier de façon à ce que les bulles qui s'en échappent remontent dans le second. <i>L'air est une matière fluide qui se déplace et prend la forme du contenant.</i> 	2 verres, 1 cuvette ⌚ Durée : 5 min
- Tour de magie	<ul style="list-style-type: none"> - Découper 6 morceaux de paille de 5 cm de long. Placer au bord d'une table, les morceaux de paille par trois puis poser dessus deux verres séparés de deux cm environ. Ensuite, souffler très fort entre les deux verres. Cling! Les verres se touchent. <i>Le souffle a créé un mouvement d'air entre les verres. Ce courant entraîne une baisse de pression. Celle-ci est plus forte à l'extérieur des verres, donc elle pousse les verres l'un contre l'autre.</i> 	2 verres, des pailles ⌚ Durée : 15 min

Pour en savoir plus :

Construction de montgolfière et d'objets volants : activités pour la classe - Hachette 1998

Guide pédagogique « L'air » - SFFERE - Novembre 2002

Expériences	Déroulement	Matériel
Sa force	Attacher la ficelle à la ventouse. Écraser la ventouse sur le tabouret (ou autre objet à surface lisse), puis soulevez.	1 ventouse, de la ficelle, un tabouret ⌚ Durée : 5 min
Sa composition	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Présence d'oxygène</i> : Fixer une bougie avec la cire fondu au milieu d'un récipient et l'allumer. Retourner le petit pot sur la bougie, celle-ci s'éteint au bout d'un moment. Notez le temps de combustion. Faire la même manipulation avec le grand pot, comparer. - <i>Quantité d'oxygène dans l'air</i> : Refaire la manipulation en remplissant le récipient aux 3/4 avec de l'eau. Marquer le niveau de l'eau sur le pot. Pendant que la bougie brûle, l'eau monte. <i>Lorsque la bougie s'éteint, on remarque que le niveau de l'eau est monté à 1/5ème environ de la hauteur du pot, ce qui indique que dans l'air, l'oxygène occupe un cinquième du volume.</i> 	1 bougie, un récipient plat, un petit et un grand pot, des allumettes, de l'eau colorée ⌚ Durée : 15 min
Sa compression décollage de fusée	Selon le principe de la fusée à eau : prendre une bouteille en plastique, la remplir d'un quart d'eau. Fermer avec un bouchon en liège. Percer le bouchon avec la valve, renverser la bouteille et la maintenir à l'aide d'un support (polystyrène ou balsa qui serviront d'ailerons que l'on peut coller). Puis pomper en évitant de rester au-dessus. Progressivement la pression de l'air va augmenter jusqu'à ce que le bouchon saute et alors... ça décolle!	1 bouteille en plastique, un bouchon de liège, une pompe avec une valve à ballon, du polystyrène, de l'eau de la colle forte ⌚ Durée : 30 min
Transport des ondes sonores	<ul style="list-style-type: none"> - Visualiser l'effet des vibrations sur la matière <p>- Placer la feuille de papier aluminium devant soi et émettre un son continu. Elle se met à vibrer (on peut mettre aussi cette feuille devant des enceintes).</p> <p>- Fabriquer un tambour avec un moule à gâteau rond et un plastique tendu autour avec un élastique. Saupoudrer une cuillère de sucre roux sur la membrane du tambour. Ensuite taper avec une cuillère en bois sur le couvercle métallique près du tambour. Le sucre va se mettre à « danser » au rythme de votre mélodie! <i>Dans l'espace il n'y a pas de bruit, parce qu'il n'y a pas d'air.</i></p>	Feuille de papier aluminium ⌚ Durée : 10 min
Réflexion du son dans l'air	<p>Coucher les deux tubes à environ 6 cm l'un de l'autre et placez-les de telle façon qu'ils fassent un angle avec la plaque de carton posée verticalement.</p> <p>Placer à l'extrémité du 1er tube un réveil ayant un beau tic-tac, et placez votre oreille à l'extrémité du 2ème tube.</p> <p><i>Le son qui se propage le long du tube est réfléchi dans le second tube par la surface lisse.</i></p>	2 tubes en carton (30cm de longueur), plaque de carton lisse, un réveil ⌚ Durée : 15 min

Guide pédagogique « L'air » - SFFERE - Novembre 2002

Objectifs pédagogiques :*Appréhender sa composition et quelques particularités par expérimentations*

Expériences	Déroulement	Matériel
Indispensable à une bonne combustion	<p><i>Sans oxygène pas de combustion :</i> Une bougie claire à l'air libre. Il suffit de placer un récipient dessus, à l'envers, pour que la bougie s'éteigne plus ou moins rapidement en fonction du volume du récipient donc de la quantité d'O₂. Dans une deuxième expérience, si l'on essaye d'apporter un gaz CO₂ en soufflant à l'aide d'un tuyau, la bougie s'éteint quand même.</p>	Bougie, récipient de tailles différentes, un récipient creux un tuyau ⌚ Durée : 25 min
C'est un isolant thermique	<ul style="list-style-type: none"> - Prendre un gant en laine et le plonger dans l'eau. Des bulles apparaissent et remontent à la surface. C'est l'air emprisonné dans la laine qui tient chaud. - Empiler deux boîtes en carton pratiquement identiques et placer à l'intérieur un récipient contenant de l'eau chaude dont on aura mesuré la température (si possible laisser le thermomètre à l'intérieur pour éviter les pertes de temps de remise à température), puis fermer les boîtes. Ensuite empiler une petite boîte dans une grosse, et mettre à l'intérieur un récipient identique contenant la même quantité d'eau chaude à la même température. Puis fermer les boîtes. - après 20 min mesurer les températures dans chaque boîte, noter puis recommencer toutes les 30 min (2, 3 fois) assez rapidement. Analyser les résultats obtenus et constatez que la température chute plus lentement dans le deuxième dispositif présentant une couche d'air supplémentaire (comme l'action du double vitrage). 	1 gant, cuvette d'eau ⌚ Durée : 15 min 4 boites cartons, 2 récipients identiques de l'eau chaude, 2 thermomètres ⌚ Durée : 25 min, puis 2h après 15 min
La diffusion de la lumière	<ul style="list-style-type: none"> - Observer ou regarder des photos de coucher de soleil. Essayer de découvrir ce phénomène. - Parallèlement, réaliser l'expérience suivante : mettre un peu de lait dans un aquarium d'eau claire, homogénéiser. Constater que l'eau ne change pas de couleur. Maintenant éclairer l'aquarium, puis regarder de tous les côtés. En fonction de l'épaisseur d'eau traversée par la lumière les couleurs observées sont différentes. Rajouter du lait et refaire l'expérience, les couleurs observées sont différentes. Enfin faire l'analogie avec la présence de quantité de matière de l'air (poussière, gaz,...) différentes en fonction du lieu et de l'heure de la journée; ceci combiné à l'angle d'éclairement du soleil (soleil droit ou soleil couchant) variable en cours de journée. 	Photos coucher de soleil 1 aquarium, du lait, un spot, une cuillère ⌚ Durée : 25 min

Guide pédagogique « L'air » - SFFERE - Novembre 2002

Objectifs pédagogiques :

- Connaitre l'origine de la formation de l'atmosphère dans l'histoire de la terre
- Connaitre mieux l'atmosphère : sa nature et son rôle

Activités	Déroulement	Matériel
Étude documentaire	<ul style="list-style-type: none"> - Étudier l'histoire de la Terre et la naissance de l'Atmosphère. Insister sur le rôle de la photosynthèse et la libération de l'oxygène. - Comprendre le rôle et la composition des différentes couches constitutives de l'atmosphère. 	Documents sur la formation de la Terre et l'apparition de la vie, l'Atmosphère et ses différentes couches ⌚ Durée : 30 min
Expériences : la pression atmosphérique	<p><i>Mettre en évidence une pression énorme mais cachée.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Remplir un verre d'eau au maximum (il est essentiel qu'il soit parfaitement plein). Poser le bristol sur le verre, et en maintenant le bristol avec la main retourner le verre. S'il reste de l'air au fond du verre recommencer la manipulation. Ensuite, enlever la main soutenant le bristol; celui-ci reste en place soutenu par la pression atmosphérique qui s'exerce ici de bas en haut pour maintenir l'eau dans le verre; - Cette pression provient d'une multitude de chocs entre les milliards de molécules contenues dans l'air. Cette pression s'exerce dans tous les sens et peut même écraser (voir expérience suivante). - Remplir à moitié une bouteille avec de l'eau très chaude, fermer immédiatement et hermétiquement avec le bouchon. <i>L'air emprisonné est très chaud il s'est dilaté.</i> Puis faire refroidir dans une bassine avec des glaçons. La bouteille s'écrase. <i>Lors du refroidissement la pression du gaz à l'intérieur diminue, l'air se contracte. La pression atmosphérique extérieure est plus forte et écrase la bouteille.</i> 	Un verre un carton, de l'eau ⌚ Durée : 5 min 1 bouteille avec bouchon, de l'eau chaude Une bassine avec des glaçons ⌚ Durée : 15 min
Expériences : la pression atmosphérique en altitude	<ul style="list-style-type: none"> - Essayer de comprendre, émettre des hypothèses sur les phénomènes ressentis par les alpinistes en altitude : Manque d'O₂ et action de la pression atmosphérique. - Comment s'exerce la pression sur les avions en haute altitude ? Que faut-il faire pour continuer de pouvoir respirer, vivre ? <i>Les avions doivent être pressurisés car la diminution de pression en altitude rend la respiration impossible. La pression interne de notre corps empêche l'air de pénétrer.</i> 	Photos de montagne d'alpiniste, d'avions ⌚ Durée : 15 min

Pour en savoir plus :

Fabriquer un baromètre, p123—La Science, Guide pratique jeunesse—Seuil—1991

Guide pédagogique « L'air » - SIFFERE - Novembre 2002

Objectifs pédagogiques :*Comprendre le phénomène naturel d'effet de serre.*

Activités	Déroulement	Matériel
Étude documentaire	<p>- A partir de plusieurs documents essayer de définir l'effet de serre. <i>Seule une faible part des rayonnements du soleil est absorbée par l'atmosphère, une autre partie est diffusée dans toutes les directions et une troisième partie atteint le sol. Ce dernier renvoie à son tour vers l'espace cette énergie sous forme de chaleur qui se trouve en partie piégée par certains gaz présents dans l'atmosphère. Il en résulte une élévation de la température de l'air de la basse atmosphère appelée effet de serre.</i></p> <p><i>C'est un phénomène naturel, indispensable à la vie.</i></p>	Documents, articles de presse ⌚ Durée : 30 min
Expérience	<p>- Construire un cube en plexiglas ou en verre (avec des arêtes protégées) ou se procurer une boîte en plastique transparente. Le fond doit être foncé. Placer le thermomètre à l'intérieur et fermer (hermétiquement) puis poser le tout dehors. Mesurer régulièrement la température extérieure et celle à l'intérieur du cube et comparer. D'où le nom d'effet de serre !</p>	Mini serre (une boîte de gâteau avec couvercle) 2 thermomètres ⌚ Durée : 30 min puis tous les jours 5min

Pour en savoir plus :*Voir les conséquences de la pollution sur l'effet de serre p8*

Guide pédagogique « L'air » - SFFERE - Novembre 2002

Objectifs pédagogiques :

- Comprendre les origines de la pollution aérienne.
- Identifier les principales sources d'émission de polluants
- Distinguer, puis caractériser la pollution extérieure et la pollution intérieure

Activités	Déroulement	Matériel
Lister les pollutions d'origine naturelle et celles d'origine humaine présentes depuis la préhistoire	<p>Dans un premier temps, chaque élève établit une liste des sources de pollution. Cela peut s'accompagner d'une sortie à l'extérieur et à l'intérieur de l'établissement.</p> <p>Ensuite, ensemble essayer de classer ces pollutions en fonction de leur origine naturelle (volcans, érosion, décomposition de matière organique) ou liée à l'activité humaine (industrie, chauffage, transport, ...)</p>	Annexe 3 : les normes de qualité de l'air ⌚ Durée : 40 min
Les polluants d'origine naturelle	<ul style="list-style-type: none"> - Dans un récipient faire brûler du bois ou du charbon, récupérer les gaz qui s'échappent à l'aide d'un tuyau et les faire barboter dans de l'eau de chaux. La présence de CO₂ est révélée si la solution devient trouble. <p style="text-align: right;">⌚ Durée : 20 min</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dans un seau perforé, mettre de l'herbe ou des feuilles. Recouvrir l'ensemble d'un couvercle et laisser se décomposer (opération à réaliser à l'extérieur pour ne pas être incommodé par l'odeur!). Après une dizaine de jours planter un tube de verre surmonter d'un ballon de baudruche dans le compost. Attendre de un à quelques jours que le ballon gonfle légèrement. <p>Mettre en évidence la présence de CO₂ avec la solution d'eau de chaux, et du méthane CH₄ en approchant une flamme à l'extrémité du tube.</p> <p><i>Précisez que le méthane pourrait être récupéré pour fabriquer de l'énergie et que l'ensemble des gros élevages français produit de grandes quantités de méthane (ainsi que les rizières).</i></p>	Un récipient avec couvercle et 1 tuyau Du bois ou du charbon Solution d'eau de chaux 1 seau De l'herbe ou des feuilles 1 tube de verre Solution d'eau de chaux
La pollution intérieure	<ul style="list-style-type: none"> - Calculer combien de temps nous passons en moyenne à l'intérieur des habitations (entre les jours de classe et les jours de vacances). - Identifier les origines de la pollution interne (maison individuelle et établissement) : matériaux de construction, activités humaines, système de climatisation et bricolage. - La pollution dans ta chambre : réponds au questionnaire, fais le total des points et regarde dans quelle tranche tu te situes : <ul style="list-style-type: none"> * < à 10 points : bravo, il fait bon vivre dans ta maison. Rien à craindre pour ta santé * Entre 10 et 20 points : tu peux améliorer avec quelques efforts. Mais attention particulièrement au tabagisme passif. * > de 20 points : il faut prendre des résolutions efficaces, par exemple fumer à l'extérieur et aérer quotidiennement. - Essayer de définir des règles d'hygiène à respecter puis compléter à l'aide de la fiche « les règles à respecter ». 	Annexe 4 : questionnaire Annexes 5 : les règles à respecter ⌚ Durée : 2h

Pour en savoir plus :

Dossiers n°2, 3, 4, 5 Atmosphère, Atmosph'air, APPA

Pour les plus petits : Ma petite planète chérie 2 cassettes vidéo Ed POLIMAGE

Guide pédagogique « L'air » - SFFERE - Novembre 2002

Objectifs pédagogiques :*Deux méthodes simples pour mesurer la pollution :*

- Utilisation des lichens comme bio indicateurs
- Mettre en évidence la présence quantitative et qualitative de particules dans l'air en fonction du lieu, des conditions météos et de la période d'étude
- Mesurer la pollution automobile

Expériences	Déroulement	Matériel
Le lichen comme bio-indicateur	<ul style="list-style-type: none"> - Définir les lichens et leurs particularités biologiques. - Lors d'une ou plusieurs sorties dans différents milieux, chercher des lichens et à l'aide de la clé de détermination identifier l'espèce. Ensuite, grâce aux indications de la clé, déterminer le taux de pollution du milieu. Ensuite essayer d'en connaître les principales sources. 	Clé de détermination des lichens A se procurer sur le site : http://www2.ac-lille.fr/lichen/Page_42.htm ◎ Durée : 2h
Le collecteur à particules	<ul style="list-style-type: none"> - Réalisation du collecteur : sur du papier fort effectuer au cutter ou à la perforatrice 5 trous, ils ne doivent pas se toucher afin de pouvoir inscrire le n° d'échantillons, fixer une ficelle à l'extrémité pour pouvoir le suspendre éventuellement. Ensuite coller précautionneusement de l'adhésif (sans toucher la partie collante) sur toute la longueur. - Définir des emplacements adéquats pour positionner les collecteurs (indiquer à l'encre indélébile : la date, l'endroit). - Après une semaine, observer les collecteurs à la loupe et au microscope. Faire un relevé des particules : nombre, la taille, et le type en fonction des lieux de prélèvement. 	De la ficelle Du ruban adhésif Du papier fort Une paire de ciseaux Des loupes Un microscope (éventuellement) ◎ Durée : 2 x 1 h à une semaine d'intervalle
Tester les gaz du pot d'échappement	<ul style="list-style-type: none"> - Appliquer à la sortie du pot d'échappement d'un véhicule un morceau de tissu blanc. Après quelques minutes retirer le, puis constater les modifications. Observer les particules à la loupe puis au microscope. Faire le test avec différents types de voiture (essence, diesel, voiture récente et ancienne) - Prélever à la sortie du pot d'échappement des gaz pour effectuer quelques analyses simples. Mise en évidence du CO₂ par barbotage dans de l'eau de chaux, des NOx avec un peu d'eau au fond du récipient. Agiter pour dissoudre les gaz et effectuer les mesures à l'aide de papier révélateur coloré. On peut aussi mesurer le pH (les gaz émis après combustion : SO₂, NO_x, CO₂, et particules de métaux lourds). - Se rendre dans un centre de contrôle technique ou suivre des contrôles policiers anti-pollution : quantité de polluants émis en fonction des véhicules ; prendre connaissance des normes actuellement en vigueur. 	Chiffon blanc propre Un pot avec couvercle Un tuyau De l'eau de chaux Des allumettes Papier révélateur coloré pour NO _x ◎ Durée : 2 x 1 h

Guide pédagogique « L'air » - SFFERE - Novembre 2002

Rôle de la météo dans les déplacements de la pollution

Objectifs pédagogiques :

Montrer les liens entre la pollution ambiante et les conditions météorologiques régnant à la même période

Expériences	Déroulement	Matériel
L'ascension des couches d'air en fonction de la température	<ul style="list-style-type: none"> - Allumer une bougie posée au centre d'une assiette. Quand la flamme est bien développée frotter au-dessus de celle-ci les deux bâtons de craie. La fine poussière monte au-dessus de la bougie. <p><i>Vous venez de créer un courant d'air chaud moins dense que l'air froid il est plus léger donc il monte. Ainsi lorsque le soleil chauffe une masse d'air il y a création de courant d'air, le vent. La masse d'air chaud passe au-dessus de la masse d'air froid, c'est ce courant ascensionnel qui est utilisé par les pilotes, planeurs, les oiseaux migrateurs et les polluants contenus dans l'air.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Même démonstration en faisant brûler de l'encens dans un récipient allongé chauffé à son extrémité supérieure 	1 bougie, de la craie de couleur, 1 assiette
Influence du gradient de température dans la dispersion des polluants dans l'atmosphère.	<ul style="list-style-type: none"> A l'aide des deux courbes de températures en fonction de l'altitude, montrer les différentes situations de dispersion : diffusion normale en cours de journée (température de plus en plus élevée au sol) ou phénomène d'inversion de température. <i>Celui-ci se produit la nuit, dans les fonds de vallée, ou quand l'ensoleillement est trop faible ou occulté par du brouillard ; il se produit un « couvercle » et les polluants ne peuvent pas se disperser. C'est souvent le cas lors de situations anticycloniques qui favorisent des masses d'air stable.</i> 	2 courbes des températures en fonction de l'altitude : linéaire et avec inversion
Le rôle du vent	<ul style="list-style-type: none"> - Faire brûler un bâton d'encens et étudier la dispersion des fumées en fonction de l'intensité du souffle délivrée par le sèche cheveux. Observer. - Même expérience mais intercaler des objets gênant la circulation de l'air. Observer. <p><i>Le vent disperse les polluants, la dispersion est fonction de l'intensité et du relief local. Ainsi, le vent peut provoquer des accumulations ponctuelles de polluants pouvant être dangereuses pour les riverains.</i></p>	Bâtons d'encens Sèche cheveux Objets divers
La météo globale	<ul style="list-style-type: none"> - Construire sa propre station météo et observer à partir de mesures quotidiennes les conditions de dispersion ou d'accumulation optimales des polluants. <i>Ainsi on constate que la pollution augmente surtout lors de conditions anticycloniques hivernales (forte pression, vents faibles, et températures très froides).</i> 	Annexe 6 : construire une mini-station météo

Pour en savoir plus :

Station météo : p 123, 125, 126, 127 — La science—Guide pratique jeunesse Seuil - 1991

Guide pédagogique « L'air » - SFFERE - Novembre 2002

Les effets de la pollution: Trou dans la couche d'ozone

Objectifs pédagogiques :

- Appréhender les risques liés à une dégradation de la couche d'ozone
- Comprendre l'influence des CFC sur l'ozone atmosphérique

Activités	Déroulement	Matériel
Étude documentaire	<ul style="list-style-type: none"> - A partir de documents, relever les différences entre l'ozone troposphérique et l'ozone stratosphérique. - Qu'est-ce qu'un CFC: à partir de bombes aérosols vides repérer les différents sigles utilisés. - A partir d'exemple : coups de soleil, plantes d'appartement mise en plein soleil, observer puis interpréter les effet des UV. - Citer les différentes mesures prises pour limiter l'émission de CFC. Bien insister sur la fabrication d'ozone très antérieure à l'émission de polluants . 	Documents, articles de presse, Bombes aérosols vides

Pour en savoir plus :

TDC : L'ozone N°540 CNDP Février 1990

Affiche : couche d'ozone ...et parasol! Affiche couleur 63x90 APPA Franche-Comté 1995

Guide pédagogique « L'air » - SFFERE - Novembre 2002

Objectifs pédagogiques :

- Définir l'acidité le pH
- Comprendre les effets de certaines pollutions sur les végétaux, le sols, l'eau des lacs et des rivières

Expériences	Déroulement	Matériel
Mesurer l'acidité	A l'aide des bandes de papier pH, faire mesurer l'acidité de certains produits (citron, vinaigre, pluie, eau du robinet, soude, solution de craie) et la placer ensuite sur l'échelle des pH. <i>Préciser le fonctionnement logarithmique de l'échelle (1 unité correspond à une acidité 10 fois plus importante)</i>	Différents produits Du papier pH ou pH-mètre ⌚ Durée : 30min
Fabriquer de la pluie acide	<ul style="list-style-type: none"> - Dans un récipient mettre de l'eau distillée et mesurer son PH. Faites brûler 4 allumettes à l'intérieur du pot en maintenant le pot légèrement ouvert pour l'apport d'oxygène nécessaire à la combustion. Laisser les allumettes s'éteindre puis retirer-les du récipient. Refermer le, puis secouer pour que l'eau absorbe l'ensemble de la fumée. Ouvrir et mesurer de nouveau le pH. Constater une acidification du pH après la combustion. <i>Ceci se produit à grande échelle sur la planète lors de toute combustion, il y a production de chaleur accompagnée de dégagement gazeux de dioxyde de soufre et d'oxyde d'azote qui se transforment en acide sulfurique et acide nitrique dans l'atmosphère.</i> - Ajouter dans le récipient un peu de craie pilée, secouer et mesurer de nouveau le pH. Celui-ci augmente car la craie alcaline neutralise l'acidité de la solution. <i>La méthode de chauffage est employée en Europe du Nord pour inverser l'acidité de certains lacs et permettre à la vie de recoloniser progressivement ces milieux.</i> 	Un pot avec couvercle 4 allumettes Eau distillée Du papier pH De la craie ⌚ Durée : 30 min
L'effet des pluies acides sur les sols	<ul style="list-style-type: none"> - Demander aux élèves de ramener différents échantillons de terre provenant de différents endroits (sols calcaires, granitiques, ...) - Mesurer le pH initial de la terre en faisant un mélange eau distillée et terre, - Réaliser une solution acide d'eau et de vinaigre (environ pH 4). Mettre dans un filtre de la terre et faire couler la solution acide dessus. Récupérez l'eau qui s'égoutte et mesurer son pH. Répéter l'opération avec les différents échantillons afin d'observer comment chaque terre absorbe l'acidité de la solution. <i>La nature des sols est un facteur prédominant aux effets des pluies acides. Ainsi sur sols alcalins, l'acidité est en partie neutralisée et les effets sont réduits. En revanche sur sols granitiques, l'acidité sature rapidement, provoquant la libération de nouvelles substances, elles aussi peu favorable à la vie.</i> 	Échantillons de terre 1 entonnoir (bouteille coupée) Des filtres Papier pH ⌚ Durée : 45 min
La croissance des plantes et pluies acides	<ul style="list-style-type: none"> - Remplir les gobelets de terreau, planter les graines par série de douze. Puis arroser les avec respectivement de l'eau distillée, la solution de vinaigre (pH 4), la solution de craie (pH 8). - Comparer la croissance des plantes sur une durée de plusieurs semaines. <p>⌚ Durée : 45 min puis 2 min/jour puis 20 min</p>	Trois pots, des graines, du terreau Eau distillée, craie, vinaigre Papier pH

Pour en savoir plus :

Atmosphère, Atmosph'air, Dossier n°12 : Action du SO₂ sur les végétaux (expérience pour le secondaire, avec hotte)

Guide pédagogique « L'air » - SEFFERE - Novembre 2002

Objectifs pédagogiques :

- comprendre l'influence de certains polluants dans l'augmentation de l'effet de serre
- Envisager les conséquences d'un tel réchauffement

Expériences	Déroulement	Matériel
Les gaz et le réchauffement	<p>- Dans différentes bouteilles en plastique transparent contenant</p> <ul style="list-style-type: none"> • de l'air, • du CO₂ (introduire un tuyau au fond de la bouteille et souffler fort ou chasser en grande partie l'air, ou récupérer au-dessus d'un récipient contenant de l'eau et des cachets effervescents le gaz qui s'échappe) et • du méthane (obtenu par fermentation de matière organiques, voir expérience les différentes sources de pollution) <p>mettre un thermomètre puis boucher.</p> <p>Placer les bouteilles 1 heures au soleil puis faire des relevés de température.</p> <p><i>Les principaux gaz responsables de cette augmentation sont le CO₂, les CFC, le méthane et le protoxyde d'azote</i></p>	3 bouteilles plastiques avec bouchons 3 thermomètres 1 tuyau ou des cachets effervescents ① Durée : 10 min quand on a tous les gaz Puis 10 min, 1 heure après
La fonte de la banquise	<p>- Dans une éprouvette ou un récipient transparent mettre de l'eau avec des glaçons. Mesurer de façon précise ou à l'aide d'un stylo indélébile le niveau de l'eau sur le verre. Laisser fondre les glaçons et mesurer la hauteur.</p> <p><i>Résultat : Le niveau n'a pas changé (attention aux idées reçues!) selon le principe d'Archimède. Aussi la fonte de la banquise en soi n'entraînerait pas une augmentation du niveau des océans. Cependant cette élévation pourrait être provoquée par la fonte des glaciers continentaux et par l'augmentation du nombre d'icebergs provenant de la rupture de ces glaciers à la suite du réchauffement (et aussi par la dilatation de l'eau des océans).</i></p>	Une éprouvette graduée ou un récipient en verre, des glaçons ② Durée : 10 min puis 20 min après le temps de fonte.

Guide pédagogique « L'air » - SFFERE - Novembre 2002

Objectifs pédagogiques :

- Connaître les principaux effets de la pollution de l'air sur la santé
- Identifier les différents paramètres impliqués dans ces effets



Activités	Déroulement	Matériel
Les effets sur la santé, représentations initiales	- Avec les élèves lister l'ensemble des effets de la pollution de l'air sur la santé à l'aide de documents, de publicités, d'articles de presse.	Articles de presse, documents ⌚ Durée : 30 min
Suivre un polluant : depuis son émission, ses voies de contamination et ses effets	<ul style="list-style-type: none"> - A partir d'un polluant (ex : le plomb), rechercher les différentes origines de cette pollution, puis les classer en fonction de leur source (aliments : soudure des boîtes de conserve, poisson ou viande via la chaîne alimentaire; eau : conduites d'eau, dépôts atmosphériques; air : essence au plomb, émissions d'usine) - Demander aux élèves d'expliquer le trajets des polluants dans la chaîne alimentaire, puis compléter en précisant qu'à chaque étape la concentration en plomb augmente. - Identifier les différents modes de contamination chez l'homme : <ul style="list-style-type: none"> • par inhalation (maladies ORL, et broncho-pulmonaires), • par ingestion (retombée de métaux lourds sur le sol, les végétaux et dans l'eau, le plus souvent ayant des effets sur les os, le système nerveux, les reins), et • par contact direct (irritation, allergie de la peau). 	Annexe 7 : action des polluants sur la santé ⌚ Durée : 30 min
Identifier certaines polluantes proches et leur effets.	A partir du trajet que les élèves ont effectué le matin ou un déplacement en agglomération et l'aide de la fiche annexe, identifier les sources de pollution, les polluants et leurs effets sur la santé.	Annexe 7 : action des polluants sur la santé ⌚ Durée : 20 min
L'action des polluants est fonction de plusieurs paramètres	<ul style="list-style-type: none"> - A l'aide de la fiche annexe, articles de presse, documents, observations personnelles, essayer d'identifier les différents paramètres responsables des atteintes à notre santé : <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Le polluant lui-même : le type de polluant qui a des organes cibles particulier en fonction de son mode d'action, et de sa concentration dans le milieu, dans l'air principalement. ⇒ Le type d'exposition : la durée de l'exposition et la présence simultanée de plusieurs polluants ⇒ L'état de santé de l'homme : l'âge, les conditions de vie, les asthmatiques ou déficients respiratoires,... 	Articles de presse, documents Annexe 7 : action des polluants sur la santé ⌚ Durée : 30 min
Les normes de qualité de l'air	<ul style="list-style-type: none"> - Analyser la fiche annexe: Quels sont les polluants soumis à des normes aujourd'hui? Quelles sont les différences entre les normes dans l'environnement et celles sur le lieu de travail? 	Annexe 3 : les normes de qualité de l'air ⌚ Durée : 20 min

Pour en savoir plus :

Atmosphère, atmosph'air, cahier documentaire APPA

dossier N°13 : L'air sous surveillance: où, quand, comment et pourquoi cette surveillance.

Guide pédagogique « L'air » - SFFERE - Novembre 2002

Objectifs pédagogiques :

- Étudier les effets du tabac sur la santé
- Expliquer pourquoi on fume



Activités	Déroulement	Matériel
Mettre en évidence les substances inhalées	<p>Mettre une cigarette à l'extrémité d'une pompe à air avec entre les deux un filtre. L'expérience doit être réalisée sous une hotte. Puis la pompe aspire l'air.</p> <p>Étudier différents types de cigarettes (forte, légères, avec ou sans filtre). Si l'appareil le permet faire varier l'intensité de la pompe. Puis comparer l'ensemble des filtres ainsi obtenus.</p> <p>Conclure : rôle du filtre, concentration de certaines cigarettes, façon de fumer.</p>	Des cigarettes, Une hotte, Une pompe à air Des filtres ◎ Durée : 40 min
Étudier les substances toxiques de la fumée et les maladies associées au tabac	<ul style="list-style-type: none"> - réaliser un sondage ou un remue-méninges sur les connaissances des élèves par rapport aux substances inhalées et les maladies encourues. - Compléter les connaissances en faisant lire la fiche (effet direct ou indirect sur la santé), insister sur le tabagisme passif et la dépendance au tabac . - S'interroger individuellement puis collectivement sur les raisons de fumer 	Annexe 8 : Tabac et santé ◎ Durée : 10 min/questions
Les médias et la réglementation	<ul style="list-style-type: none"> - Demander aux élèves de trouver des publicités « masquées » sur le tabac (vidéo et papier), puis commenter ensemble, les méthodes utilisées pour détourner la réglementation, les cibles visées. - Faire réaliser par petits groupes des publicités « pour ou contre le tabac ». 	Publicités ◎ Durée : 90 min
La notion de risque	<p>Mettre dans un bocal opaque 100 dragées dont 10 seront au poivre. Ensuite chaque élève est invité à prendre une dragée chacun son tour. Observer les comportements puis commenter.</p> <p>Terminer, en soulignant que chaque fois que l'on prend une cigarette, on prend un risque. Chaque individu a le droit d'encourir un risque pour sa santé, en revanche il n'a pas le droit de faire courir ce risque à d'autres. C'est le cas du tabagisme passif.</p>	1 bocal opaque 100 dragées dont 10 au poivre ◎ Durée : 30 min

Pour en savoir plus :

Comité National Contre le Tabagisme - 66 rue des Binelles - BP 13. 92310 SEVRES
 Comité Français d'Education pour la Santé – 2 rue Auguste Compte – 92170 VANVES

Guide pédagogique « L'air » - SFFERE - Novembre 2002

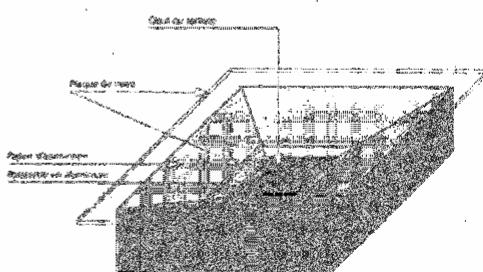
Objectifs pédagogiques :

- Définir les sources et les besoins énergétiques actuels
- des énergies renouvelables actuellement

Activités	Déroulement	Matériel
Les différentes sources d'énergie	A l'aide de documents, d'articles de presse et d'observations, chaque élève va rechercher différentes sources d'énergie, et noter leurs utilisations, leurs origines et proposer des solutions pouvant permettre de réaliser des économies d'énergie.	Articles de presse, documents ⌚ Durée : 40 min
La consommation d'énergie de certains appareil	Chaque élève choisit un appareil électrique et un autre objet (voiture, chaudière) utilisant une autre énergie afin d'effectuer un calcul de consommation en estimant le temps moyen d'utilisation de chaque appareil. Ensuite estime le coût en fonction des tarifs énergétiques en vigueur. <ul style="list-style-type: none"> • Faire un relevé quotidien du compteur d'électricité et calculer le coût moyen à la journée. • Insister sur la maîtrise de l'énergie 	Notice d'appareil, facture d'EDF et GDF ⌚ Durée : 30 min
Les énergies renouvelables	- Construire un four solaire ou un chauffe-eau solaire - Aller visiter un barrage hydroélectrique, un moulin, une maison équipée en énergie solaire thermique et photovoltaïques, ...	

**Réalisation d'un four solaire**

Disposer le papier aluminium dans la caisse de façon à ce que la feuille déborde largement. Placer la barquette au fond de la caisse et tendre le papier aluminium de façon à former une pyramide renversée. Introduire les aliments à cuire (oeuf, tomate) dans la barquette. Recouvrir celle-ci d'une plaque de verre d'une surface très légèrement supérieure à celle de la barquette. Fermer le four avec la grande plaque de verre. Exposer l'ensemble au soleil de façon à ce que les rayons du soleil soient perpendiculaires à la vitre (changer l'orientation si nécessaire). La cuisson commence.

**Pour en savoir plus :**

ADEME dans chaque région et sur son site

Guide pédagogique « L'air » - SFFERE - Novembre 2002

Objectifs pédagogiques :

- Découvrir quelques moyens de prévention des pollutions
- Mettre en évidence les responsabilités individuelles et collectives dans la lutte anti-pollution
- S'exprimer, argumenter et débattre sur le sujet pour trouver des solutions

Activités	Déroulement	Matériel
Quels moyens d'action?	<ul style="list-style-type: none"> - Trouver et lister des moyens collectifs et individuels de prévention de la pollution (économie d'énergie, transport en commun, énergie renouvelable, déplacement en vélo, produire moins de déchets, utiliser moins sa voiture, ne pas acheter de produit contenant des CFC, ...) 	Articles de presse documents ⌚ Durée : 30 min
Débat sur l'air, journée de l'air	<ul style="list-style-type: none"> - Une journée idéale dans l'air : Lister quelques catégories d'acteurs de la commune : commerçants, résidents, industriels, touristes, agriculteurs, pour chaque groupe quelques élèves devront établir une carte d'identité représentative. Ensuite les élèves devront imaginer leur acteur dans leur vie quotidienne et faire découvrir aux autres sous différentes formes (théâtre, mimes, ...) les moments clés de leur journée. Les caricatures sont les bienvenues. - Simuler un conseil municipal : chaque élève joue un rôle bien défini, il s'agit de résoudre un problème lié à l'air et proposer un plan d'action. Chacun expose ses opinions, son projet éventuel. A quoi seriez-vous près à renoncer pour améliorer la qualité de l'air? Après discussion, réaliser une charte conciliant les attentes de chacun. - Faire une affiche livrant un message contre la pollution. 	⌚ Durée : 20 min ⌚ Durée : 30 min ⌚ Durée : 60 min
La législation	<ul style="list-style-type: none"> - Rechercher les principales dispositions légales au niveau régional, national, européen et mondial concernant la qualité de l'air et noter les évolutions qui ont eu lieu en cette matière ces dernières années. Le sommet pour la Terre à Rio en 1992 : nommer les états signataires de la convention sur les changements climatiques. Après 10 ans quel bilan? - Demander à un représentant d'une entreprise locale d'exposer les réglementations et les dispositifs techniques appliqués à l'industrie pour réduire et prévenir la pollution atmosphérique. 	Documents ⌚ Durée : 60 min

Pour en savoir plus :

Jeu de ROLL' AIR, APIEU Montpellier- Mèze

Les énergies renouvelables : ADEME

Pour les plus petits : Ma petite planète chérie—Édition POLIMAGE

Guide pédagogique « L'air » - SFFERE - Novembre 2002

QUELLES RESSOURCES POUR LES PROJETS ?

- **Quels outils pédagogiques peut-on choisir ?**
- **Où s'adresser pour trouver de la documentation ?**
- **Qui contacter pour une intervention éventuelle ?**

4.1. LES OUTILS PEDAGOGIQUES

Mallettes,
livrets pédagogiques,
classeurs,
expositions,

autant d'outils différents et relativement méconnus.

nom	auteur	Type d'outil ou dispositif pédagogique Caractéristiques techniques	Objectifs	public	Coordonnées du diffuseur
Les secrets de l'air	Les Petits Débrouillards	Classeur avec 50 fiches en couleurs, 322 pages et un livret mode d'emploi en 4 chapitres Fiches d'expériences avec 3 niveaux de difficultés	Mettre en œuvre une démarche scientifique sur la qualité de l'air. Découvrir par l'expérimentation les propriétés physiques, chimiques et mécaniques de l'air et les relations entre les êtres vivants et l'élément air	Scolaire et jeunes en loisirs A partir de 6 ans	grandes surfaces et librairie
Air du temps	ASSEM Sciences Techniques Jeunesse	Cassette vidéo VHS 19 min et livret pédagogique Les fiches élèves proposent des QCM, des expériences, des recherches	Faire comprendre les propriétés de l'air, de l'atmosphère et les relations avec le vivant. Aborder les problèmes de pollution et les enjeux de la qualité de l'air afin d'envisager les actions à entreprendre pour sa préservation. Favoriser l'acquisition de bases scientifiques	Tout public 9 à 15 ans	ASSEM 04 92 36 56 79 ou Mémorimages 04 42 55 15 93

Les secrets du bon air	Ariena	1 livret élève illustré et accompagné d'une bande dessinée servant de fil conducteur à la progression pédagogique. Fiches élèves sous forme de jeux, devinettes et interrogations 1 livret enseignant	Prendre conscience de la présence et de l'importance de l'air dans sa vie quotidienne Comprendre les problématiques liées à l'air Développer un comportement éco-citoyen	Scolaire 10 à 12 ans	FRAPNA service diffusion 04 78 85 98 98 ou ARIENA 03 88 58 38 48 ariena@wanadoo.fr
Atmosphère, atmosph'air	APPA, AROEVEN	Classeur comportant des fiches en dont des fiches enseignant, des fiches élèves et des fiches enseignant/élève et CD-Rom) Certaines fiches comportent des expériences à réaliser directement par l'élève ou par l'éducateur	Développer les connaissances relatives à la problématique de l'air et favoriser la réflexion sur le sujet Susciter le développement de comportements respectueux de la qualité de l'air	Scolaire 11 à 18 ans	APPA 01 42 11 15 00 secretariat@appa.asso.fr
L'air	Jeulin, Odile Jacob multimédia	Livret pédagogique de 44 pages et mallette optionnelle de 5 kg et de 30 cm de haut avec couvercle translucide et, à l'intérieur, du matériel pour 28 élèves	Développer la culture scientifique. Mettre en œuvre une démarche scientifique de découverte de l'air et de son importance dans la vie quotidienne	Scolaire et jeunes en loisirs 5 à 7 ans	Jeulin 02 32 29 40 00 ecole@jeulin.fr ou Odile Jacob Multimédia - 01 44 41 64 93 info@odilejacob.fr
Léa et l'air	Comité Français d'Education à la Santé	Coffret pédagogique contenant 1 livret pédagogique pour l'enseignant, 28 livrets et 28 carnets personnels pour les enfants, un jeu collectif, une frise de 5 panneaux et 8 fiches d'évaluation	Faire connaissance avec l'appareil respiratoire, les propriétés de l'air, la maladie chronique Prendre conscience de l'importance de la respiration humaine et de ce qui peut nuire à son bon fonctionnement	Scolaire et jeunes en loisirs 8 à 10 ans	INPES 01 41 33 33 01 – Site : www.cfes.sante.fr

Roll'air	APIEU Montpellier Mèze	Mallette contenant 1 livret pédagogique de 20 pages, 14 cartes de personnages, un plan de quartier imaginaire, un jeu de 16 cartes de relance, 14 chevalets aux noms des protagonistes	<p>Permettre aux participants</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ d'acquérir des connaissances générales sur l'air, ▪ de connaître quelques principes simples de mesures, ▪ de comprendre les liens entre la qualité de l'air et la santé de l'homme, ▪ de s'interroger sur les moyens de réduire la pollution de l'air ▪ et de réfléchir au rôle de chacun 	Scolaire et jeunes en loisirs à partir de 10 ans	APIEU Montpellier 04 67 02 11 22 apieumtp@educ-envir.org
Ce drôle d'air qui nous entoure	ORAMIP	Exposition divisée en 4 ensembles thématiques. (Surface d'exposition de 150 m2 et une hauteur maximale de 4 m)	Sensibiliser au problème de la qualité de l'air Favoriser les actions individuelles et collectives qu'il est possible de mettre en œuvre et/ou qui se mettent déjà en place	Tout public	Prêt gratuit sur toute la France ORAMIP 05 61 15 42 46 -
L'air aussi, c'est la vie	AIR COM	Exposition composée de 10 affiches de 60 x 80 cm, accompagnée d'un dépliant et d'un panneau supplémentaire sur la bio-indication avec le tabac	Sensibiliser à la problématique de la pollution atmosphérique	Tout public	Prêt gratuit. AIR C.O.M - 02 31 53 10 10
Ne prenons plus l'air à la légère	ATMO Picardie	Exposition composée de 10 panneaux thématiques, 6 panneaux spécifiques chiffrés et une brochure pédagogique pour les enseignants et une plaquette pour les élèves	Donner des informations relatives à la qualité de l'air afin de sensibiliser le public et l'inviter à s'en préoccuper et à agir concrètement pour sa préservation	Scolaire et jeunes en loisirs 11 à 18 ans	Prêt gratuit. ATMO Picardie 03 22 33 66 14 mail@atmo-picardie.com
Quel air as-tu ?	CCSTI Provence Méditerranée	Exposition de 180 m ² , 30 m3, durée de visite de 1h15 environ	Découvrir que les activités humaines ne sont pas sans effets sur l'équilibre atmosphérique ; Comprendre les répercussions sur la santé et sur l'équilibre écologique. Faire le point sur quelques idées reçues	Tout public A partir de 7 ans	CCSTI - Agora des sciences 04 91 59 88 00 Anne-Gaëlle LARDEAU ressourcesf@agora-sciences.org

La pollution de l'air	APPA	Exposition constituée de panneaux, repris sous forme de fiches pédagogiques	Sensibiliser et inciter à réfléchir sur la pollution de l'air. Susciter le développement d'actions concrètes pour préserver l'air	Tout public A partir de 14 ans	APPA Paris 01 42 11 15 00 - secretariat@appa.asso.fr
L'air, le souffle de la vie	UMINATE	Exposition composée de 21 panneaux, d'1 livret pédagogique de 135 pages, d'une malle contenant : 3 classeurs de compléments d'information, 4 jeux, des fiches, un classeur exposition, des dessins affichettes et un livre girafe ATMO	Faire découvrir l'importance vitale de l'air, cet élément sujet à de nombreuses pollutions qui ont des impacts sur notre planète et notre santé. Des solutions existent et s'imposent aussi bien dans le domaine des transports que de l'industrie ou de l'agriculture	Scolaire A partir de 6 ans	UMINATE 05 34 31 97 42, - uminate@wanadoo.fr
Maison de l'air	Mairie de Paris	Exposition permanente Bâtiment de 700 m ²	Répondre aux interrogations de tous ceux qui désirent s'instruire et s'informer sur l'air	Tout public	Maison de l'air 01 43 28 47 63
Un bon plant pour l'air	ANSTJ	Dispositif pédagogique Des plants de tabacs et un document technique d'accompagnement	Initier les jeunes à la pratique scientifique; les intégrer à une étude sur la qualité de l'air à partir de l'utilisation d'un bio-indicateur spécifique de l'ozone : le tabac Sensibiliser les participants à l'ensemble des problèmes liés à la pollution atmosphérique en général	Scolaire et jeunes en loisirs 8 à 17 ans	ANSTJ 01 69 02 76 10 www.anstj.org
Trans-portez-vous bien !	Association Régionale pour l'Initiation à l'Environnement et à la Nature en Alsace (ARIENA).	Cahier enfant (A4, couleur, 22 pages) Humour, bande dessinée, jeux et éléments de documentation Cahier éducateur (A4, 26 pages)	Sensibiliser à la problématique des transports. Inciter à la mise en projet. Développer l'esprit critique et l'initiative. Susciter le jeu et l'humour avec la question des transports	Scolaire et jeunes en loisirs 10-13 ans	FRAPNA service diffusion 04 78 85 98 98 ARIENA - 03 88 58 38 48 ariena@wanadoo.fr www.ariena.org
Déplacement urbain – en ville sans ma voiture	ADEME	Exposition composée de 12 affiches	Connaître les clés de la problématique. Inciter à modifier ses comportements.	A partir de 11 ans	Prêt gratuit ADEME 01 47 65 20 00 www.ademe.fr

L'air, j'en fais mon affaire	3 Suisses WAPITI	Cahier enfant de découvertes et de réalisations Cahier enseignant animateur	S'interroger sur la problématique : DECOUVRIR Rechercher des éléments de réponse aux questions soulevées : COMPRENDRE Proposer des actions pour faire évoluer la situation : AGIR	à partir de 8 ans	Demander le catalogue à 3 Suisses 59345 Croix Cedex
-------------------------------------	---------------------	--	---	-------------------	---

4.2. LES ORGANISMES ET LIEUX RESSOURCES

NOM	ADRESSE	TELEPHONE	Personnes ressources	
ADEME	10, Bd Carnot 21000 Dijon	03 80 76 89 73	William MEUNIER	Information et prêt d'outils pédagogiques et panneaux d'exposition
ATMOSF'air Bourgogne Nord	5, rue Pasteur 21000 DIJON	03.80.38.92.31 www.atmosfair-bourgogne.asso.fr atmosfair.dijon@online.fr	Julien PLION	Sensibilisation tout public sur le réseau de surveillance de la qualité de l'air <i>Laboratoire mobile de surveillance</i>
ATMOSF'air Bourgogne Sud	5, rue Dr Mauchamp 71100 CHALON SUR SAONE	03 85 90 01 40 www.atmosfair-bourgogne.asso.fr		Réseau de surveillance de la qualité de l'air
Comité régional APPA Franche-Comté	Service Hygiène et Santé 15, rue Mégévand 25000 BESANCON	www.appa.asso.fr sec.appa.asso@wanadoo.fr	Samuel DELON	Contribuer à la connaissance, à l'étude et à l'amélioration de la qualité de l'air
O.R.E.B.	30, Bd de Strasbourg 21000 Dijon	03 80 68 44 30 www.oreb.fr	Hélène GOULOU	Centre d'information et de documentation
DDASS	11, rue de l'Hôpital 21000 DIJON	03 80 44 30 00		Liens entre pollution et santé
CRDP 21	3, av. Alain Savary 21000 Dijon	03 80 73 85 22	Monique DESCHAMP	Emprunt outils pédagogique - documentation
DIREN	Rue Chancelier de l'Hôpital 21000 DIJON	03 80 68 02 49	Mme NIEUTIN	Fonds documentaire
FRAPNA	19, rue Jean Bourgey 69625 VILLEURBANNE Cédex	04 78 85 98 98	http://www.apna.org	Vente par correspondance d'outils, jeux, cédérom, ouvrages ... pédagogiques
Maison de l'eau d'Auxerre	1, place Lech Walesa 89000 AUXERRE	03 86 maison-eau.auxerre@wanadoo.fr	Karine LIMANTON	Animations autour de l'exposition « quel air as-tu » du 22 mars au 29 juin 2002 Fond documentaire technique et pédagogique
CNIID (Centre national d'information indépendante sur les déchets)		www.cniid.org		
Greenpeace		www.greenpeace.org		

BIBLIOGRAPHIE

Appa Association pour la prévention de la Pollution Atmosphérique – (dépliant de présentation) - 2000
Changement climatique : un défi majeur – Ademe/Mission interministérielle de l'Effet de Serre – dec 2000
Effet de serre – Observatoire régional de l'environnement - Repères n°21, mars 2001
En changeant d'ère changeons d'air – Plan régional pour la qualité de l'air – DRIRE/ATMOSF'air Bourgogne – dec 2001
Environnement et santé - Observatoire régional de l'environnement - Repères n°23, septembre 2001
La pollution de l'air Sources Effets Prévention – appa Association pour la prévention de la pollution atmosphérique - 1998
Pollutions atmosphériques et qualité de l'air - Observatoire régional de l'environnement – Repères n°24, décembre 2001
Santé et prévention Vivre c'est respirer La qualité de l'air – Ademe – Guide pratique – Oct 2001

http://home.nordnet.fr : Les différentes sources de polluants
http://nathalie.mercier.free.fr/pluies_acides.htm : Les pluies acides, les effets sur la santé et l'environnement, la lutte contre les pluies acides
http://perso.wanadoo.fr/ajena/enr.html : des énergies renouvelables ?
http://www.ac-grenoble.fr/risqmaj/realisations/38/pompidou/2001/3aatmo.htm : L'atmosphère terrestre
http://www.aria.fr/french/pollution/polluants/liste.html : Liste des polluants et leurs effets
http://www.atl.ec.gc.ca/msc/as/ozone_faq_f.html : tout sur l'ozone
http://www.bourgogne.drire.gouv.fr/energies/ssce.html : proposition Robertet : la situation actuelle des consommations et productions énergétiques en bourgogne, la maîtrise de la demande en énergie, la valorisation des ressources énergétiques locales, les réseaux et filières énergétiques
http://www.bourgogne.drire.gouv.fr/environnement/prqa : Le PRQA, Les polluants de l'air et leurs impacts, la situation actuelle en Bourgogne (le réseau atmosf'air), les recommandations du plan
http://www.ciele.org/filières : les énergies renouvelables
http://www.citepa.org/pollution : La pollution atmosphérique en bref
http://www.effet-de-serre.gouv.fr : la mission interministérielle de l'effet de serre : Ce qu'il faut savoir sur l'effet de serre, les gaz à effet de serre, les actions possibles, le contexte mondial et les accords internationaux
http://www.environnement.gouv.fr/actua/cominfos/dosdir/dirppr/air :
http://www.invs.sante.fr/publications/pics_pollu/dossier.html : pics de pollution atmosphérique et santé publique – La place de l'épidémiologie
http://www.santementalelaval.ca/cagraf/2002-05/energie.htm : L'énergie renouvelable ; une solution d'avenir
http://www.ulb.ac.be/infosciences/la_ville/8heures.html :
http://www.univers-nature.com/dossiers/air.html : Air et atmosphère, un bien précieux pour le climat , la santé
http://www.who.int/environnement_information/air/guidelines/resume.htm : la gestion de la qualité de l'air

POUR EN SAVOIR PLUS

http://www.ademe.fr : bulletin de l'air
http://www.hc-sc.gc.ca/hecs-sesc/qualite_air : Santé et qualité de l'air
http://www.drire.gouv.fr/national/environnement/prqa.html : le Plan régional de la qualité de l'air
http://www.go.to/fhair : la pollution de l'atmosphère : les différents polluants, la surveillance, les solutions, ...
http://www.geocities.com/pollution.geo : Un bol d'air frais : des informations sur la pollution de l'air, la couche d'ozone et l'effet de serre
http://www.fnh.org : dossier documentaire sur l'air
http://air-vent.citeweb.net : Expériences sur l'air d'un enseignant et de sa classe
http://www.inrp.fr/lamap/activites/air/accueil.html : site de l'opération "La main à la pâte". Des exemples d'activités
http://www.ac-lyon.fr/enseigne/biologie : Qualité de l'air et éducation à l'environnement
http://nb.ca/schools/1000f : le programme des écoles saines
http://netia59.ac-lille.fr/cac : WAPITI le cahier des enfants "comprendre et agir pour l'environnement"

Annexe 3 : Les normes de qualité de l'air

Dans l'environnement, certains de ces polluants sont soumis à des normes. Celles-ci sont fixées par l'Union Européenne (U.E.) et concernent à ce jour seulement 5 polluants (dioxyde de soufre, particules en suspension, dioxyde d'azote, ozone et plomb). D'autres sont en cours d'élaboration et devraient voir le jour assez rapidement (composés organiques volatils par exemple). L'Organisation Mondiale de la Santé publie des recommandations. Ces recommandations ne remplacent pas les normes mais elles peuvent servir de référence lorsque ces dernières n'existent pas (voir fiches «des polluants invisibles»).

Pour les locaux ou enceintes closes, il n'existe pas encore de normes. Un travail important est en cours de réalisation et devrait permettre d'établir des directives au sein de l'U.E.. On doit noter toutefois que des normes très strictes limitent l'utilisation de certains matériaux de construction (amiante, mousses urée-formol...) ou imposent des systèmes de renouvellement d'air.

Sur les lieux de travail, la prévention des maladies d'origine professionnelle impose que l'exposition des sujets aux produits toxiques atmosphériques soit maîtrisée. Depuis 1982, le Ministère du Travail publie régulièrement dans différentes circulaires plusieurs centaines de valeurs limites qui sont périodiquement revues et qui doivent être considérées comme des objectifs minimaux à atteindre.

De plus, des valeurs réglementaires font l'objet de décrets en Conseil d'Etat et correspondent à l'application de directives Européennes. Elles existent pour 5 produits : l'amiante, le benzène, le mono-chlorure de vinyle, le plomb métallique et ses composés et les poussières.

La valeur limite d'un composé chimique représente sa concentration dans l'air que peut respirer une personne pendant un temps déterminé sans risque d'altération pour sa santé, même si des modifications physiologiques réversibles sont parfois tolérées. Deux types de valeurs sont retenues :

- **des valeurs limites d'exposition à court terme (VLE)**, dont le respect permet d'éviter le risque d'effets toxiques immédiats ou à court terme. C'est une valeur plafond, mesurée sur une durée maximale de 15 minutes.
- **des valeurs limites de moyenne d'exposition (VME)**, destinée à protéger des effets à long terme. Elle sont mesurées ou estimées sur la durée d'un poste de travail de 8 heures par jour, 5 jours par semaine.

Les valeurs limites retenues pour le milieu professionnel sont en général très supérieures à celles que l'on rencontre habituellement dans l'environnement. Ce choix peut être expliqué par :

- la durée d'exposition limitée dans le temps (journée de travail)
- le fait que les personnes concernées ne devraient pas être des personnes prédisposées à des atteintes (asthmatiques, déficients respiratoires...), ni des enfants ou personnes âgées
- le suivi médical permanent (médecine du travail) des personnes concernées.

Valeurs comparées en milieu ambiant et en milieu professionnel ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) :

Polluant	Teneur moyenne en ville	VME
SO_2	10-50	5000
Particules en suspension	15-60	5000
NO_2	40-100	5000 (USA)
O_3	100-200	200

Source: Allergie respiratoire - Asthme - Environnement - Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (1994)

Document extrait de Atmosphère, Atmosph'air- APPA

Annexe 4 : Ta maison en 10 questions

		points
● Tes parents fument :	<input type="checkbox"/> en ta présence <input type="checkbox"/> quand tu n'es pas là..... <input type="checkbox"/> non.....	10 5 0
● As-tu un animal domestique ?	<input type="checkbox"/> oui .. <input type="checkbox"/> non.....	3 0
● Rentre-t-il dans ta chambre ?	<input type="checkbox"/> oui souvent..... <input type="checkbox"/> oui quelquefois .. <input type="checkbox"/> non jamais	2 1 0
● Ta chambre a-t-elle une moquette ?	<input type="checkbox"/> oui .. <input type="checkbox"/> non.....	2 0
● D'autres pièces ont-elles une moquette ?	<input type="checkbox"/> oui .. <input type="checkbox"/> non.....	1 0
● Les ventilations sont :	<input type="checkbox"/> bouchées .. <input type="checkbox"/> inexistantes..... <input type="checkbox"/> en bon état	4 4 0
● Ta maison est chauffée par :	<input type="checkbox"/> un chauffage collectif .. <input type="checkbox"/> un chauffage individuel avec une évacuation .. <input type="checkbox"/> un chauffage individuel sans évacuation	0 1 3
● L'eau chaude est produite par :	<input type="checkbox"/> eau chaude collective ou un cumulus électrique..... <input type="checkbox"/> un chauffe-eau individuel avec une évacuation .. <input type="checkbox"/> un chauffe-eau individuel sans évacuation.....	0 1 3
● Aères-tu ta chambre ?	<input type="checkbox"/> tous les jours (1/4 h) .. <input type="checkbox"/> souvent..... <input type="checkbox"/> pas souvent.....	0 1 2
● Total :		<input type="text"/>

Document extrait de Atmosphère, Atmosph'air- APPA

Guide pédagogique « L'air » - SFFERE » - Novembre 2002

Annexe 5 : Les règles à respecter

LE MONOXYDE DE CARBONE (CO)

Le monoxyde de carbone, à ne pas confondre avec le gaz carbonique (dioxyde de carbone, CO₂) est un gaz très毒ique, inodore et incolore donc difficilement décelable. Il est produit lors d'une combustion incomplète. Sa présence à l'intérieur des locaux résulte d'un mauvais fonctionnement (entretien non ou mal fait), d'une mauvaise installation (absence de ventilation, conduits d'évacuation obstrués...) ou d'une mauvaise utilisation (utilisation prolongée, « bricolage maison ») d'appareils de combustion utilisant notamment, le charbon, le gaz, le fioul ou le bois comme combustible (chauffage, chauffe-eau non raccordé...). Ce gaz se fixe sur les globules rouges du sang et prend la place de l'oxygène. Les globules rouges apportent alors beaucoup moins d'oxygène aux cellules des tissus qui souffrent et peuvent même mourir. Des quantités très petites de monoxyde de carbone (quelques millilitres par mètre cube d'air) sont suffisantes pour entraîner des lésions très graves.

8000 intoxications, plus de 400 morts par an en France dus au monoxyde de carbone

Pour tous les appareils de chauffage, de cuisson et de production d'eau chaude, 10 principes sont impérativement à respecter :

- Leur installation et leur entretien ne peuvent être confiés qu'à des professionnels qualifiés
- les ouvertures d'aération ne doivent jamais être obturées (journaux, plastiques...). Elles doivent être disposées de manière qu'il n'en résulte pas de gêne pour les occupants
- les conduits d'évacuation des fumées ne doivent pas être obstrués : ramonage périodique
- les appareils à charbon ne doivent pas être utilisés quand la température est clément
- tous les appareils doivent être utilisés selon les prescriptions des fabricants
- les chauffe-eau non raccordés à l'extérieur ne doivent pas être utilisés plus de 8 minutes à chaque fois
- les arrêts d'appareils pourvus d'un dispositif de sécurité nécessitent l'intervention d'un professionnel qualifié
- les appareils mobiles doivent être utilisés comme appoint et munis de dispositifs de sécurité « contrôleur d'atmosphère »
- tout appareil de chauffage non réglementaire doit être proscrit
- le fonctionnement d'un moteur de voiture ou d'un groupe électrogène dans un local fermé est à proscrire.

UNE MAISON QUI RESPIRE

La ventilation de toute habitation doit être générale et permanente même dans les périodes où la température extérieure impose de fermer les fenêtres. Cette aération demande une arrivée d'air neuf et une sortie d'air vicié. Plusieurs solutions existent pour établir cette circulation d'air (ventilation mécanique contrôlée, grilles d'aération hautes et basses...).

Dans le cas de présence dans une des pièces de la maison d'un appareil de combustion (production de chaleur ou eau chaude), des règles très strictes doivent être appliquées : interdiction dans une pièce non aérée, ne pas installer de dispositifs de ventilation supplémentaires (hotte, ventilateur de fenêtre...) sans l'avis d'un spécialiste.

ON NE DOIT JAMAIS :

- obturer les ouvertures prévues pour la bonne ventilation d'un logement
- arrêter les systèmes de ventilation existants (VMC...)
- calfeutrer complètement les ouvertures d'un logement s'il n'existe pas d'autre ventilation.

Cependant, en cas de courant d'air gênant, un spécialiste pourra vous conseiller et proposer un dispositif adéquat limitant le courant d'air.

Document extrait de Atmosphère, Atmosph'air- APPA

Annexe 5 (suite) : Les règles à respecter

BRICOLAGE - BRICOLAGE

Depuis plusieurs décennies, nous assistons à un développement considérable des activités de bricolage et de jardinage. Ce faisant, des produits de plus en plus actifs, véritables produits professionnels, sont à la disposition du grand public alors que celui-ci ne possède pas les compétences nécessaires pour une utilisation appropriée et n'est pas soumis à une surveillance médicale adéquate. La plupart d'entre eux sont loin d'être anodins et peuvent être à l'origine d'intoxications accidentelles, notamment par inhalation. Les plus fréquemment rencontrés sont les solvants qui entrent dans la composition de la plupart des produits (peintures, vernis, colles, produits ménagers ...). Les décapants (peintures, produits pour les fours ...) sont des acides ou des bases forts, doués d'un pouvoir caustique important très irritant pour l'appareil respiratoire. Les produits de jardinage qui possèdent leur toxicité propre due à leur principe actif (insecticides, fongicides, ...) contiennent des solvants souvent responsables des intoxications. Enfin, les poussières que l'on disperse dans l'air lors de travaux de ponçage (peintures, travail du bois, des métaux...) représentent un double risque pour la santé. D'abord par les quantités inhalées et qui vont s'infiltrer au plus profond des poumons, mais aussi par leur composition (métaux, pigments de peintures ...).

On doit noter l'importance d'une utilisation rationnelle de ces produits que l'on rencontre souvent dans les milieux professionnels mais qui, dans ce cas, sont soumis à des réglementations très strictes (Médecine du travail).

JE BRICOLE ET JE RESPIRE :

- Lire les précautions d'emploi inscrites (souvent en très petit) sur les emballages
- Utiliser des protections adéquates (gants, masque poussière, lunettes ...)
- Aérer correctement les pièces dans lesquelles on effectue un travail de bricolage
- Stocker les produits dans leur emballage d'origine et dans une pièce aérée, hors de portée des enfants.

DU BALAI POUR LE BALAI

Tout comme les produits de bricolage, ceux utilisés pour le ménage de la maison peuvent présenter un risque important pour la santé. L'eau de Javel, que l'on utilise sans précaution, libère du chlore (très agressif pour les voies respiratoires), le produit pour nettoyer les fours est très caustique (combien de ménagères mettent leur tête dans le four pour l'appliquer), les aérosols (insecticides, produits pour les meubles, lavavitres...) libèrent des milliers de petites particules toutes chargées en produits chimiques.

L'utilisation si répandue du balai ne sert souvent qu'à dissiper une bonne partie de la poussière dans la maison. L'aspirateur quant à lui ne ramasse qu'environ 20% des poussières présentes. Il vaut mieux, dans ce cas utiliser une serpillière humide qui sera beaucoup plus efficace.

Les moquettes et tentures réalisent un milieu favorable à la prolifération des acariens. Leur présence dans une maison où vivent des personnes asthmatiques est très fortement déconseillée. La présence d'animaux domestiques (chiens, chats, oiseaux, hamsters...), de blattes, de moisissures peut entraîner des troubles très graves chez les asthmatiques.

Enfin, la fumée de tabac reste la principale nuisance dans les locaux.

- Aérer tous les jours sa literie et sa chambre (au moins 1/4 d'heure)
- Eviter moquettes et tapis
- Eviter les aérosols, utiliser les produits d'entretien à bon escient
- Interdire la présence d'animaux dans les chambres
- Interdire la présence de fumeurs

Document extrait de Atmosphère, Atmosph'air- APPA

Guide pédagogique « L'air » - SFFERE » - Novembre 2002

Annexe 6 : Construire une mini-station météo

Document extrait de Construire une station météo, Méga expériences – Nathan

Le baromètre

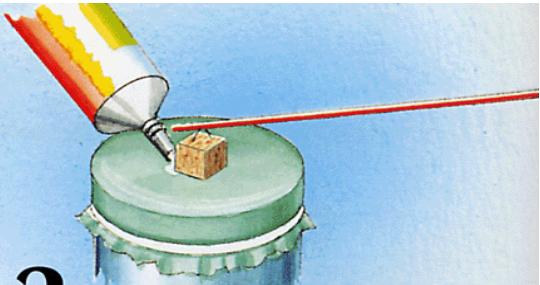


Il te faut :

- un rectangle de carton épais,
- un verre,
- un ballon de baudruche,
- un élastique,
- une paille,
- une aiguille à tricoter,
- un bouchon de liège,
- du bristol,
- de la colle,
- du fil.



- 1** Sur le verre, tends le ballon et maintiens-le avec l'élastique.



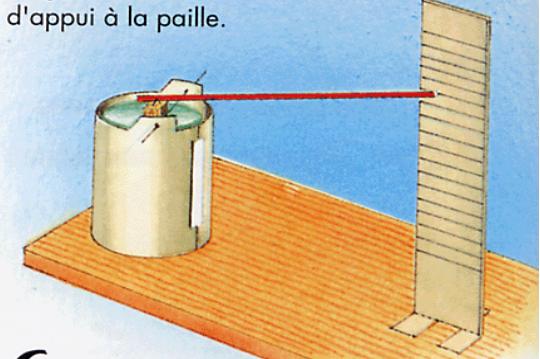
- 2** Attache un morceau de bouchon passé dans l'extrémité de la paille avec un fil. Puis colle-le au milieu du ballon.



- 3** Découpe le bristol, puis avec du ruban adhésif, fixe-le autour du verre.

- 4** Enfile l'aiguille : elle sert d'appui à la paille.

- 5** Prépare le cadran.



UN BAROMÈTRE NATUREL : LA POMME DE PIN



Ses écailles s'ouvrent : l'air est sec. Il va faire beau ! Elles se resserrent, il fait humide. Voilà la pluie !

- 6** Monte ton baromètre. Quand la pression atmosphérique augmente, elle appuie sur la membrane, la paille monte. Quand la pression diminue, l'air contenu dans le pot pousse le caoutchouc vers le haut et la paille descend.

Guide pédagogique « L'air » - SFFERE » - Novembre 2002

Annexe 6 (suite) : Construire une mini-station météo

Document extrait de Construire une station météo, Méga expériences – Nathan

Un hygromètre à cheveux



Il te faut :

- une planchette de bois,
- 2 clous et un marteau,
- une attache murale,
- un bouton et 2 perles,
- un long cheveu,
- une bobine évadée (ou une poulie),
- du carton.



1

Fixe un clou en haut, au milieu de la planchette. Sur l'envers, place l'attache.

L'HYGROMÈTRE

Pour savoir s'il va pleuvoir, il faut détecter la quantité d'humidité contenue dans l'air. Or, les cheveux ont la propriété de s'allonger quand l'air est humide et de se rétracter quand il s'assèche.

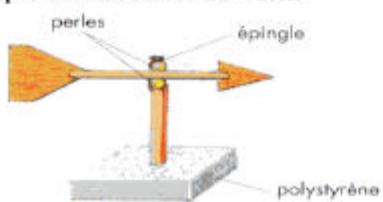
LE PLUVIOMÈTRE

Placé dehors, il sert à mesurer la quantité de pluie tombée en une journée.



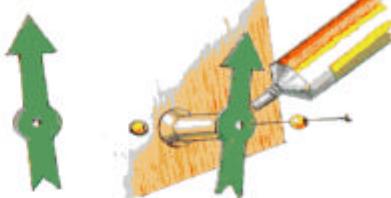
LA GIROUETTE

Au sommet d'une tour ou d'un clocher, elle indique la direction du vent.



2

Noue le cheveu au clou et leste-le avec le bouton.



3

Coupe une flèche en carton. Fixe le second clou en bas, après avoir enfilé une perle, la bobine, la flèche et l'autre perle.

4

Enroule le cheveu autour de la bobine.



5

Place ton hygromètre dans un lieu humide (cuisine, salle de bains), marque la position de l'aiguille en dessinant un nuage. Place-le au-dessus d'un radiateur, l'aiguille prend une autre position : dessine un soleil.

Annexe 7 : Action des polluants sur la santé

Les principaux polluants chimiques de l'air et leur action sur la santé :

POLLUANTS	ORIGINE - FORMATION	EFFETS SUR LA SANTE
ANHYDRIDE SULFUREUX (SO ₂)	Combustion du charbon et du gazole contenant du soufre	Irritation et spasmes des bronches
PARTICULES EN SUSPENSION	Combustions Industries Automobile (Diesel)	Irritation des voies respiratoires Atteintes cardiaques Cancérogène pour certaines
OXYDES D'AZOTE (NO, NO ₂ , NO _x)	Combustion de l'air à température élevée.	Irritation des bronches
OZONE (O ₃)	Action du soleil sur les oxydes d'azote, le monoxyde de carbone et les hydrocarbures	Irritation des yeux et des bronches Favorise l'asthme
MONOXYDE DE CARBONE (CO)	Combustion Transports	Intoxication selon la dose inhalée
HYDROCARBURES	Combustion, évaporation des carburants Industrie du pétrole	Irritation des muqueuses Mutagénies Cancérogènes
PLOMB (Pb)	Combustion de l'essence (antidétonant)	Saturnisme : atteinte des globules rouges, du foie et des reins.
AUTRES METAUX	Incineration Matériaux Peintures	Actions diverses (cerveau, reins,...)
ALDEHYDES	Oxydation des hydrocarbures Solvants, peintures, vernis, colles, isolation ...	Irritation des bronches Cancérogénie possible
RADON (Rn)	Naturelle dans les sols Matériaux de construction	Cancérogène
AMIANTE	Matériaux de construction	Cancérogène

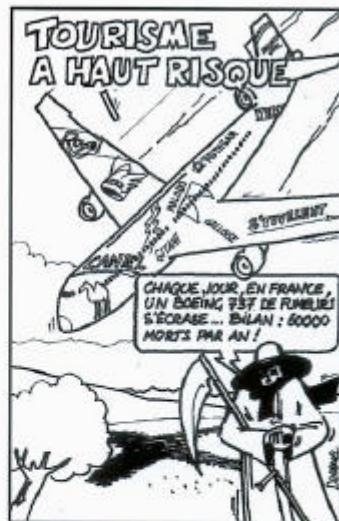
Document extrait de Atmosphère, Atmosph'air- APPA

Annexe 8 : Tabac et santé

TABAC ET SANTÉ :

Le tabac est un problème majeur de santé publique. En France, il est la cause de plus de 60 000 décès chaque année (rappelons que les accidents de la route tuent 8000 personnes par an).

D'une cigarette on tire environ 10 bouffées qui font pénétrer dans l'appareil respiratoire des gaz et des particules solides. Plus de 3000 substances sont recensées dans la fumée de tabac. Toxique à long terme pour l'organisme humain, la fumée de cigarette multiplie les risques de nombreuses maladies. Ce risque n'est pas le même pour chaque individu, il varie en fonction de l'âge où on a commencé à fumer (plus on commence tôt, plus le risque est grand), du nombre de cigarettes fumées, de la quantité de fumée inhalée. Ce risque d'atteinte à la santé sera d'autant plus grand qu'il sera associé à d'autres facteurs agressifs, pollution atmosphérique, alcool...



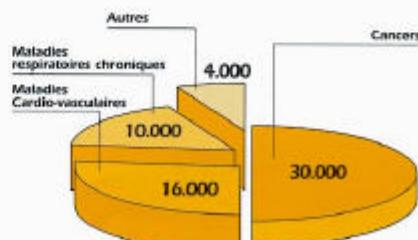
LES SUBSTANCES TOXIQUES DE LA FUMÉE :

- **La nicotine** est un poison qui aime particulièrement le système nerveux. Ses propriétés chimiques sont proches de celles de la caféine. C'est un produit très毒ique, mais sa toxicité est surtout en rapport à la dépendance qu'elle entraîne.
- **Les goudrons** sont des substances qui participent à la survenue des cancers.
- **L'oxyde de carbone** se fixe sur les globules rouges diminuant ainsi les capacités de transport d'oxygène du sang. La fumée de cigarette en contient 3,3%, à titre comparatif, les gaz d'échappement d'une voiture en contiennent 1,5%.
- **Les irritants**, plusieurs substances contenues dans la fumée de cigarette entravent ou bloquent l'action des systèmes de défense des bronches pulmonaires, favorisant l'apparition d'infections des voies respiratoires.

PRINCIPALES MALADIES ASSOCIÉES AU TABAC :

- **Cigarettes et cancer**, le tabac est responsable de 30 000 morts/an par cancer (poumon, larynx, pharynx, vessie...). Le cancer du poumon est de loin le plus fréquent. Entre les années 1970 et 1992 le nombre de cancers du poumon a augmenté de 40%.
- **Cigarettes et maladies cardio-vasculaires**, le tabac accroît les risques de maladies du cœur et des artères (infarctus, accidents vasculaires cérébraux, angine de poitrine,...). On estime que les risques de maladies cardio-vasculaires sont multipliés par trois chez un fumeur consommant 20 cigarettes par jour.
- **Bronchite chronique et insuffisance respiratoire**, en France, trois millions de personnes sont atteintes de bronchites chroniques, la moitié de ces cas concernent des fumeurs. Les lésions que provoque la fumée dans les poumons peuvent entraîner des insuffisances respiratoires graves.

L'exposition de non fumeurs à la fumée de cigarettes peut présenter des risques. Ces connaissances sont assez récentes. Dans au moins deux cas, les preuves sont fortes : **chez l'enfant**, lorsque les parents fument, les enfants souffrent plus souvent de bronchites, de pneumonies, d'angines, de sinusites..., **chez les femmes enceintes** l'usage de cigarettes entraîne une réduction du poids de naissance du foetus.



Document extrait de Atmosphère, Atmosph'air- APPA

Guide pédagogique « L'air » - SFFERE » - Novembre 2002