

L'air et les pollutions de l'air

Fiche établie d'après l'e-learning ForPorf CRPE Master Juin 2013, « Réussir les sciences expérimentales et la technologie »
Dunod, Paris 2012, et recherches internet à partir de Google

La Terre comme d'autres planètes est entourée d'une atmosphère gazeuse formée d'air (mélange gazeux contenant du dioxygène [O_2] qui permet à l'homme et de nombreux animaux de vivre). L'air atmosphérique est un mélange de différents types de molécules.

L'air

L'atmosphère

L'air est retenu par l'attraction gravitationnelle de la Terre. Même s'il est invisible et impalpable au repos l'air est constitué de particules de matière (atomes et molécules) et a donc une masse.

Un litre d'air sec à une masse d'environ 1,3 g à la température ambiante et au niveau de la mer.

Compte tenu du volume global de l'atmosphère cela représente une masse considérable qui exerce une force liée à son poids sur la surface de la Terre.

L'atmosphère s'élève jusqu'à environ 500km, on y distingue différentes couches

- ✚ La troposphère = 0 à 16km selon la latitude et la saison - représente le $\frac{3}{4}$ de la masse de l'atmosphère. C'est l'endroit où se produisent les phénomènes météorologiques. Elle a une composition relativement homogène.

La température diminue avec l'altitude (+/- $6^\circ C$ tous les 1 000m) $\approx -50^\circ C$ à sa limite supérieure (tropopause)

- ✚ La stratosphère = jusqu'à 45km - contient la couche d'ozone.

La température est stable jusqu'à 25-30km puis augmente avec l'altitude $\approx 0^\circ C$ à $10^\circ C$ à sa limite supérieure (stratopause)

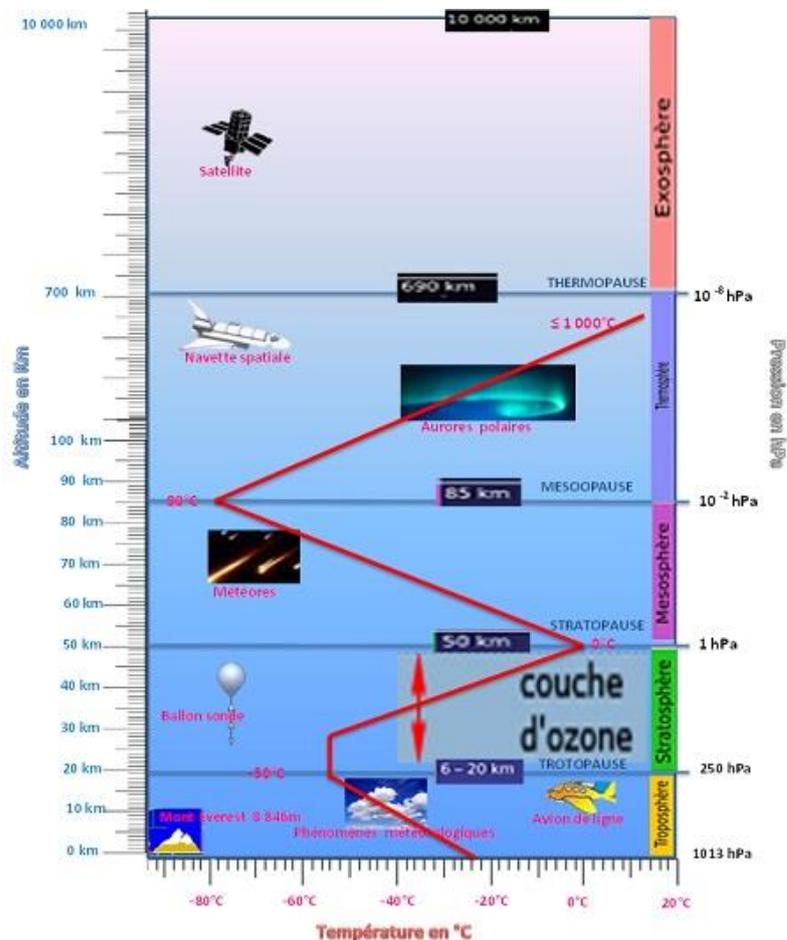
- ✚ La mésosphère = jusqu'à 80km - la pression décroît rapidement

La température diminue avec l'altitude, on y obtient les températures les plus basses de l'atmosphère $\approx -80^\circ C$ à sa limite supérieure (mésopause)

L'air et les pollutions de l'air

- ✚ La thermosphère = au-dessus de 80km - La densité atmosphérique est faible. La température croît constamment avec l'altitude peut aller jusqu'à $\approx 1\ 000^{\circ}\text{C}$ selon l'activité du Soleil.
- ✚ Exosphère = jusqu'à 10.000 kilomètres - la couche la plus élevée de l'atmosphère. C'est la limite supérieure de notre atmosphère. L'atmosphère ici fusionne avec l'espace. Les atomes et les molécules d'air s'en échappent constamment vers l'espace. Dans cette région de l'atmosphère, l'hydrogène et l'hélium sont les composants principaux et sont seulement présents à des densités extrêmement faibles. C'est la zone où beaucoup de satellites gravitent autour de la Terre.

On parle aussi souvent de l'ionosphère. Cette couche décrite par les astronomes et les radio-physiciens s'étend de 60 km à 750 km d'altitude. Elle s'étend de la mésosphère à la thermosphère. C'est la zone où la densité de particules ionisées est la plus élevée. C'est dans cette zone que se produisent les aurores polaires.



Couches Atmosphériques

L'air et les pollutions de l'air

Matière 3/9

Composition de l'air

L'air est un mélange de différents gaz, il est approximativement composé de

- + 78% de diazote (N_2)
- + 21% de dioxygène (O_2)
- + 1% d'autres gaz (Argon [Ar], Dioxyde de carbone/gaz carbonique [CO_2]; selon les conditions atmosphériques il peut y avoir de la vapeur d'eau [H_2O])

Comme tous les gaz l'air est compressible et expansible. Comprimer un gaz revient à diminuer l'espace disponible pour les molécules donc les rapprocher les unes des autres. Ceci va augmenter le nombre de chocs entre elles et par conséquent la pression au sein de l'enceinte contenant le gaz va augmenter.

La pression atmosphérique

Notion de pression

C'est lorsqu'une force s'exerce sur une surface (effet pouvant dépendre de l'aire de la surface). Pour pouvoir comparer les effets, il est nécessaire de définir une grandeur appelée « pression » qui correspond à l'intensité de la force par unité de surface

$$P = \frac{F}{S}$$

Dans le système international la force s'exprime en newtons (N) et la surface en mètre carré (m_2), la pression s'exprime donc en N.m_2 unité que l'on appelle pascal (Pa)

Dans la vie courante on utilise encore très souvent d'autres unités pour la pression

Unités vernaculaires et leur équivalent en pascal

Nom et symbole	Valeur en pascals
Bar (bar)	100 000 Pa
Millimètre de mercure (mmHg) ou torr (Torr) en hommage au v-physicien Torricelli	133.3 Pa
Atmosphère (atm)	101 325 Pa

L'air et les pollutions de l'air

Variation de la pression atmosphérique

La pression atmosphérique est due à la présence de l'air. Ses propriétés physiques sont variables (L'air chaud et sec est moins dense que l'air froid et humide) et elle se raréfie avec l'altitude. La pression varie donc avec le lieu et le temps.

Les molécules constitutives de l'air se déplacent aléatoirement dans tous les sens à très grande vitesse, ce mouvement désordonné est appelé mouvement brownien. Ce mouvement est responsable des chocs entre molécules et sur les parois d'un récipient ou d'un corps humain par exemple. Ces forces engendrent une force moyenne à la surface de la paroi d'environ 1kg/cm^2 . La pression atmosphérique est donc une force par unité de surface.

La pression atmosphérique normale = Afin de pouvoir mesurer ces variations de pression, on définit une pression atmosphérique de référence appelée pression atmosphérique normale. Elle correspond à **1013hPa** (1013 millibars, 760mmHg, 1atm).

En météorologie, lorsque la pression atmosphérique est supérieure à cette pression normale on dit que l'on a une haute pression (les anticyclones), si elle est inférieure on a une basse pression (dépressions)

L'air se raréfiant avec l'altitude, la pression atmosphérique diminue. Ainsi au sommet du mont Blanc la pression n'est plus que d'environ **600hPa** et au sommet de l'Everest **400hPa**

Les pollutions de l'air et leurs conséquences

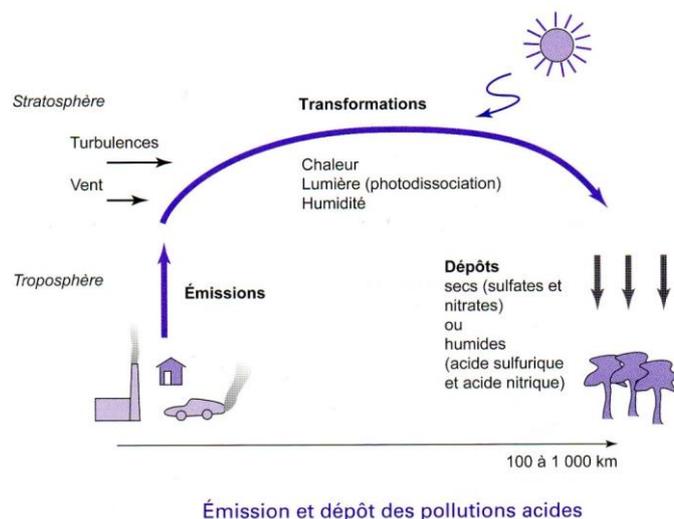
Principales pollutions de l'air

Les pollutions atmosphériques modifient la composition de l'air, celui-ci peut alors contenir différents éléments (microparticules, gaz, etc...) pouvant avoir un effet toxique sur l'homme ou sur l'écosystème.

L'air et les pollutions de l'air

Les pollutions atmosphériques sont classées selon quatre principaux types :

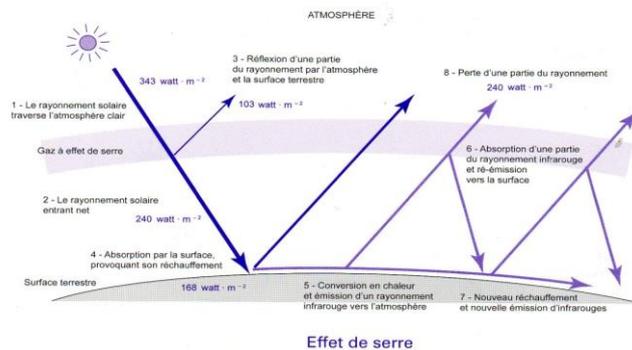
- ✚ L'acidification = est associée à la présence de différents polluants émis par les activités humaines ou par les volcans (SO_2 , NO , NO_2 , NH_3 , HCl , HF). Ces polluants émis dans l'atmosphère, retombent sous forme sèche ou humide, se transforment en sulfates et nitrates lorsque l'atmosphère est sèche et en acide sulfurique et acide nitrique lorsque l'atmosphère est humide. Ces pluies acides ont des effets destructeurs aussi bien sur les matériaux que sur les écosystèmes.



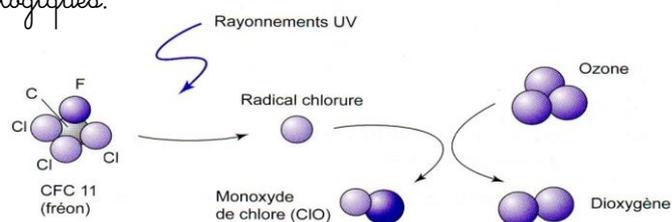
- ✚ La pollution photochimique = ou photo-oxydante, est constituée d'un ensemble de phénomènes complexes conduisant à la formation d'ozone, de peroxyde d'hydrogène, d'aldéhyde ou de peroxy acétyl nitrate (**PAN**). Ces composés sont issus de la transformation des polluants primaires, des oxydes d'azote et des composés organiques volatiles (**COV**) sous l'effet de rayonnements solaires, en particulier les rayons **UV**. Ces phénomènes se produisent dans les couches d'air proche du sol et dans la troposphère. L'ozone formé, plus proche de la surface terrestre a des effets néfastes sur la santé humaine et sur les végétaux.

L'air et les pollutions de l'air

- L'effet de serre = C'est un phénomène naturel, lié à l'absorption, par certains composés atmosphériques (CO_2 , CH_4 , H_2O , O_3 , N_2O , chlorofluorocarbures [CFC], etc...), des rayons infrarouges réfléchis par la surface terrestre. Ces rayons n'étant pas renvoyés vers l'espace, il y a absorption d'énergie qui est alors transformée en chaleur. Bien que ce phénomène soit indispensable à la vie (si l'effet de serre n'existait pas, la température à la surface de la Terre serait de -18°C), l'amplification de cet effet depuis l'ère industrielle à un effet « polluant » sur certains écosystèmes.



- L'appauvrissement de l'ozone stratosphérique = L'ozone est le principal composant de la haute atmosphère. Il absorbe les rayons **UV** provenant du soleil et limite leurs effets mutagènes et cancérigènes. Actuellement la concentration en ozone au niveau des pôles diminue de 40% à 60% dans les couches situées à 20-25km. Cette diminution est liée particulièrement à la présence de radicaux chlorure (**Cl**) et (**ClO**) dont une partie provient de l'émission naturelle de chlorure de méthylène par les océans, mais aussi de l'émission de chlorofluorocarbures (**CFC**) par les activités humaines. Les molécules de **CFC** sont en effet transformées dans la stratosphère où elles libèrent du chlore qui perturbe l'équilibre naturel. Cette baisse de concentration en ozone stratosphérique peut avoir des effets à la fois climatiques et biologiques.



Libération de radicaux chlorure par le CFC stratosphérique

L'air et les pollutions de l'air

Principales sources et principaux effets des pollutions atmosphériques

Le nombre de polluants atmosphériques est à la fois très important et en perpétuelle augmentation, suite aux nouvelles activités humaines. Ces polluants ont des effets variés sur la santé humaine et sur les écosystèmes.

Polluant	Principales sources	Quantité émise en 2009	Principaux effets
Particules solides	Processus industriels	-	Encombrement et irritation des voies respiratoires. Vecteur de substances cancérogènes
Dioxyde de soufre (SO_2)	Combustibles fossiles sulfurés (charbon, fuel, volcans, etc...)	303 Mkg	Inflammation des bronches
Oxydes d'azote ($\text{NO} + \text{NO}_2$)	Combustibles fossiles (charbon, fuel, feux de forêt, etc...)	1 117 Mkg	Oxydation photochimique augmentant l'effet de serre
Monoxyde de carbone (CO)	Combustions incomplètes, gaz d'échappement de voiture	3 951 Mkg	Se fixe de façon irréversible sur l'hémoglobine
Composés organiques volatiles (COV)	Procédés industriels utilisant des solvants, transports	878 Mkg	Irritation des yeux et des muqueuses, certains sont cancérogènes.
Dioxyde de carbone (CO_2)	Consommation d'énergie fossile, diminution du couvert forestier	292 Gkg	Augmentation de l'effet de serre
Méthane (CH_4)	Exploitation du charbon, ordures ménagères, élevage etc...	2 626 Mkg	Augmentation de l'effet de serre
Protoxyde d'azote (N_2O)	Consommation d'énergie fossile, véhicules automobiles, engrais azotés	205 Mkg	Augmentation de l'effet de serre
Chlorofluorocarbures (CFC)	Aérosols propulseurs, mousse, réfrigérants, etc...	Utilisation interdite	Augmentation de l'effet de serre
Hydrofluorocarbures (HCF)	Aérosols propulseurs, mousse, réfrigérants, etc...	15 101 Mkg CO_2e	Augmentation de l'effet de serre
Perfluorocarbures (PFC)	Production de semi-conducteurs	365 Mkg CO_2e	Augmentation de l'effet de serre
Hexafluorure de soufre (SF_6)	Équipement électriques, gaz protecteur pour l'extraction du magnésium	571 Mkg CO_2e	Augmentation de l'effet de serre

L'air et les pollutions de l'air

Polluant	Principales sources	Quantité émise en 2009	Principaux effets
Acide fluorhydrique (HF)	Fusion d'aluminium, briquette, fabrication de fibre de verre, etc...	-	Augmentation de l'effet de serre
Ozone troposphérique (O ₃)	Oxydant photochimiques	-	Santé humaine (irritation de la gorge et des yeux)
Sulfure d'hydrogène (H ₂ S)	Production de pâte à papier, raffineries de pétrole	-	Inflammation des bronches
Métaux lourds (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se, Zn)	Combustibles minéraux, fioul, production du verre, usure de caténaires, déchets ménagers, batteries, etc...	450 000 kg	Toxicité variable, pouvant être mortelle

L'air et les pollutions de l'air

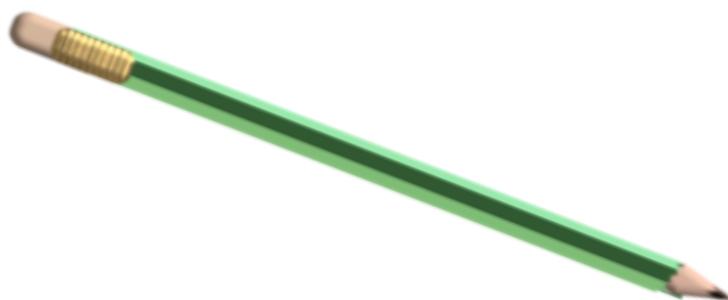
Matière 9/9



Programme de l'école primaire BO n°3 19 Juin 2008
Complété par le BO du 5 Janvier 2011

Cycle 1

Cycle 2



Cycle 3

	Cours élémentaire deuxième année	Cours moyen première année	Cours moyen deuxième année
Environnement et développement durable	<p>Les déchets : réduire, réutiliser, recycler.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Connaître le circuit des déchets (de son école, de sa commune). - Identifier et décrire différents circuits possibles pour les déchets (de son école, de sa commune). - Savoir que les possibilités de recyclage et de réutilisation dépendent notamment du circuit et du processus de tri et d'autre part des capacités industrielles de traitement. - Savoir trier. <p>Vocabulaire : matériau, recyclage, collecte, tri.</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ La matière ◆ Géographie - Activités économiques - Les déchets 	<p>L'eau : une ressource</p> <ul style="list-style-type: none"> - Connaître les modalités de traitement de l'eau et de maintien de sa qualité dans le réseau de distribution. - Identifier des actions de contrôle et de limitation de la consommation d'eau. <p>Vocabulaire : traitement, station d'épuration.</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ La matière ◆ Géographie - Activités économiques - L'eau dans la commune, besoins et traitement 	<p>L'air et les pollutions de l'air</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mobiliser ses connaissances dans les différents domaines et disciplines et rechercher des solutions alternatives pour agir sur la pollution de l'air. <p>Vocabulaire : réchauffement climatique, effet de serre.</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ La matière ◆ L'énergie
	<p>Durant les trois années du cycle, les séquences permettront aux élèves de :</p> <ul style="list-style-type: none"> - comprendre l'impact de l'activité humaine sur l'environnement ; - s'impliquer dans un projet individuel ou collectif en lien avec l'idée de gestion de l'environnement et de développement durable et contribuer activement à sa mise en œuvre. ◆ Les êtres vivants dans leur environnement ◆ Initiative et autonomie, compétence 7 du socle commun 		