

L'air

La troposphère est la couche inférieure de l'atmosphère terrestre. Elle a une épaisseur comprise entre 8 km et 20 km. Lorsqu'on s'éloigne assez de la Terre les gaz disparaissent, il ne reste que du vide. Elle est constituée d'un mélange de plusieurs gaz. Ce mélange est appelé l'air. On ne comptabilise pas la vapeur d'eau dans ce mélange.

- Pour quelle raison il serait difficile de comptabiliser la quantité d'eau dans l'air précisément ?

.....

I L'air, une vieille histoire

Depuis les philosophes grecs jusqu'au [siècle des lumières](#) la chimie n'existait pas. L'air était considéré comme un des 4 éléments de la matière sans qu'aucune expérience ne vienne prouver ces affirmations...

L ₁	/2
----------------	----

Quels étaient ces 4 éléments ? (faire une recherche sur internet)

-
-
-
-

a. Joseph Priestley (analyse documentaire)

Une expérience importante faite par [Joseph Priestley](#) (film) a permis la production d'un gaz.

En arrêtant le film dès le départ on observe qu'une substance est chauffée dans le récipient en verre.

L ₁	/3
----------------	----

- Pourquoi peut-on penser que la substance est effectivement chauffée ?
- Quel instrument observe-t-on sur la droite pour chauffer la substance dans le récipient en verre ?
- En lisant la biographie de Joseph Priestley (ci-dessous) comment se nomme la substance chauffée?

.....

D'après l'encyclopédie Larousse en ligne

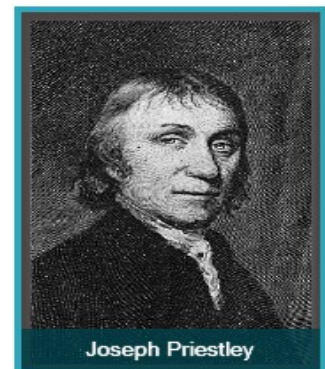


Joseph Priestley

Chimiste, philosophe et théologien britannique (Birstall Fieldhead, près de Leeds, 1733-Northumberland, Pennsylvanie, 1804).

Ex-prédicateur, calviniste puis arianiste, il accueillit avec enthousiasme la Révolution de 1789. Nommé citoyen français et membre de l'Assemblée nationale, il fut persécuté par le gouvernement anglais. Réfugié en Amérique, il passa le reste de ses jours sous la protection de Jefferson. Recueillant les gaz sur la cuve à mercure (1773), il put isoler un grand nombre d'entre eux : gaz chlorhydrique, gaz sulfureux, gaz carbonique, etc. Il étudia le gaz carbonique (« air fixe ») et découvrit la respiration des végétaux. Sa principale découverte fut celle de l'oxygène, qu'il obtint, en 1774, en chauffant au soleil, au moyen d'une lentille, l'oxyde de mercure.

En électrostatique, il vérifia que l'électrisation des conducteurs est superficielle, et en conclut que la loi d'action entre charges électriques est la même que pour la gravitation.



Joseph Priestley

b. Antoine de Lavoisier (analyse documentaire)

Le chimiste Lavoisier, au XVIII^e siècle fut le premier à montrer expérimentalement la composition quantitative de l'air avec une bonne approximation. Il s'inspira d'expériences antérieures mais sans mesure précise. Voici son expérience

Étape n°1



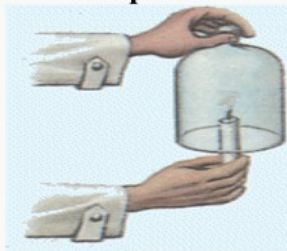
Lavoisier fait bouillir 122 g de mercure dans une cornue qui communique avec une cloche dans lequel se trouve 0,8 L d'air.

Étape n°2



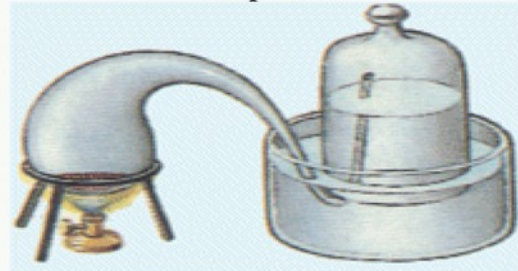
Douze jours plus tard, le mercure se recouvre d'une couche rouge (c'est de l'oxyde de mercure). Le volume d'air a diminué de 0,14 L sous la cloche.

Étape n°3



Le gaz qui reste sous la cloche de volume 0,66 L éteint la flamme d'une bougie : c'est de «l'air nitreux». Il ne permet pas la respiration.

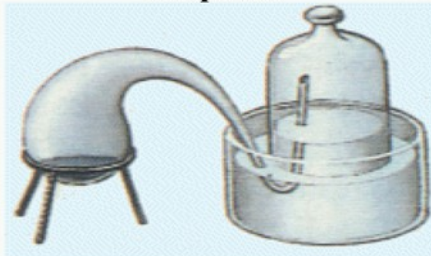
Étape n°4



Lavoisier émet alors une hypothèse : le gaz qui manquait sous la cloche s'est combiné au mercure pour donner de l'oxyde de mercure rouge.

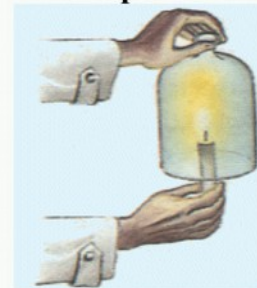
Il récupère ce dernier et le place dans la cornue chauffée modérément qu'il relie à nouveau avec le ballon qui contient toujours l'air nitreux.

Étape n°5



Il constate alors que l'oxyde de mercure disparaît et que le volume de gaz revient à sa valeur de départ (0,8 L).

Étape n°6



La flamme d'une bougie est avivée quand on la place sous la cloche. C'est donc les 0,14 L de ce gaz qui avaient disparu auparavant qui permettent cela. Ce gaz est de « l'air vital ».

Questions

L ₂	/4
----------------	----

- Comment s'appelle le récipient utilisé par Lavoisier pour y placer du mercure ?

.....

- Lorsque le mercure se recouvre de rouge, en quelle substance se transforme-t-il ?

.....

- Où a-t-on déjà vu cette substance ?

.....

• Quels sont les deux gaz principaux présents dans l'air en utilisant les termes de l'époque ?

➤ Gaz majoritaire :

➤ Gaz minoritaire :

• Quelles sont les proportions (en %) de ces deux gaz en utilisant les résultats du chimiste Lavoisier (en le justifiant) ?

➤ Gaz majoritaire :

.....

➤ Gaz minoritaire :

.....

• Quelles sont les propriétés des deux gaz en présence ?

➤ Gaz majoritaire :

.....

➤ Gaz minoritaire :

.....

c. Quelques expériences complémentaires

• [Combustion d'une bougie](#), [Rouille du Fer](#) (animation) et [la video \(anglais\) qui montre l'expérience réelle](#)

Lorsque le dioxygène (gaz) réagit avec le fer, il se forme un oxyde (solide) comme pour le mercure. L'eau monte ainsi d'une quantité correspondant au volume de gaz disparu (environ 20 %).

d. La composition de l'air aujourd'hui.

Couramment, on arrondit ces proportions. L'air sera donc composé :

- 80 % de diazote (4/5 d'un volume d'air).
- 20 % de dioxygène (1/5 d'un volume d'air).

Les autres gaz étant certes, en faibles quantités, mais certains ont une action très importante.

Exemple :

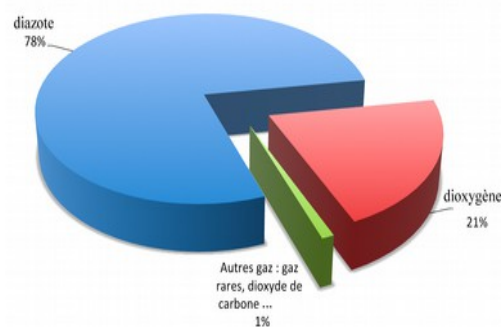
Dans 500 L d'air quel est le volume occupé par le diazote ? Par le dioxygène ?

.....

.....

.....

Composition de l'air



I ₅	/2
----------------	----

II L'effet de serre atmosphérique

L'ensemble de la couche d'air qui nous entoure est l'atmosphère. Comment fonctionne cette atmosphère ?

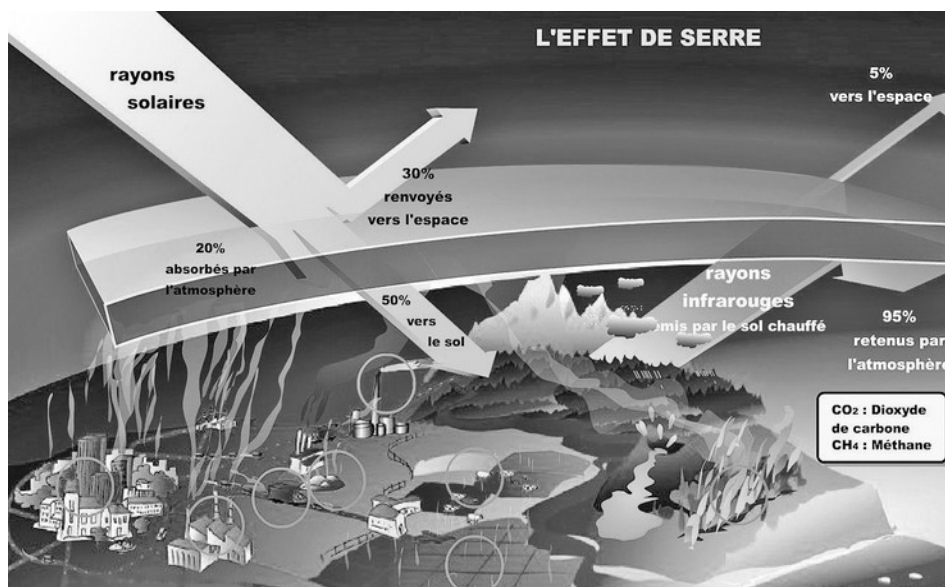
Étude de documents : L'effet de serre dans l'atmosphère et son augmentation

a. Description de l'effet de serre atmosphérique

[L'effet de serre \(video\)](#) doit son nom à l'analogie entre l'atmosphère terrestre et une serre destinée à abriter des plantes. Il y a ainsi une concentration d'énergie (mais pour des raisons différentes) et une augmentation de la température sur la Terre comme dans une serre. La température sur Terre est ainsi de 15°C en moyenne.

- Lorsque le rayonnement solaire atteint l'atmosphère terrestre, une partie est directement réfléchiée vers l'espace, par l'air, les nuages blancs et la surface claire de la Terre (en particulier les régions blanches et glacées comme l'Arctique et l'Antarctique), c'est l'albédo.
- Les rayons incidents qui n'ont pas été réfléchis vers l'espace sont absorbés par l'atmosphère ou la surface terrestre. Cette partie du rayonnement absorbée par la Terre lui apporte de la chaleur qu'elle restitue à son tour en direction de l'atmosphère sous forme de rayons infrarouges. Ce rayonnement est alors absorbé en partie par les gaz à effet de serre.
- Dans un troisième temps, cette chaleur est réémise dans toutes les directions puis réabsorbée réchauffe encore l'atmosphère. Sans ce phénomène, la température moyenne sur Terre chuterait d'abord à -18 °C. Puis, la glace (blanche) s'étendant sur le globe, l'albédo terrestre augmenterait et la température se stabiliserait vraisemblablement à -100°C.
- Si l'effet de serre était plus efficace pour retenir l'énergie (en fait ralentir la déperdition de l'énergie solaire) on assisterait à un réchauffement climatique. La température de la surface terrestre augmenterait et la vie que nous connaissons serait bouleversée (vague de chaleur ou de froid, tempêtes, précipitations intenses, hausse des océans, maladies...).

Extraits de Wikipédia



Contributions approximatives à l'effet de serre des principaux gaz

- Vapeur d'eau: 60 %
- Dioxyde de carbone: 26 %
- Ozone: 8 %
- Méthane et oxyde nitreux : 6 %

b. Questions sur l'effet de serre atmosphérique

- En l'absence d'effet de serre, quelle serait la température terrestre moyenne à court terme ? A plus long terme ?

Court terme : Long terme :

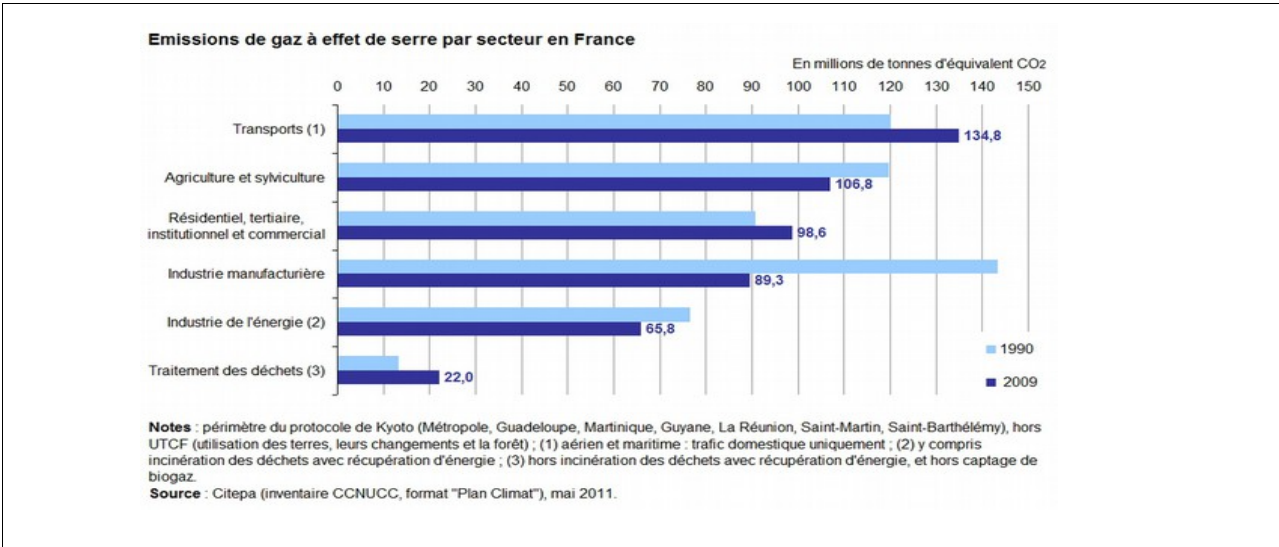
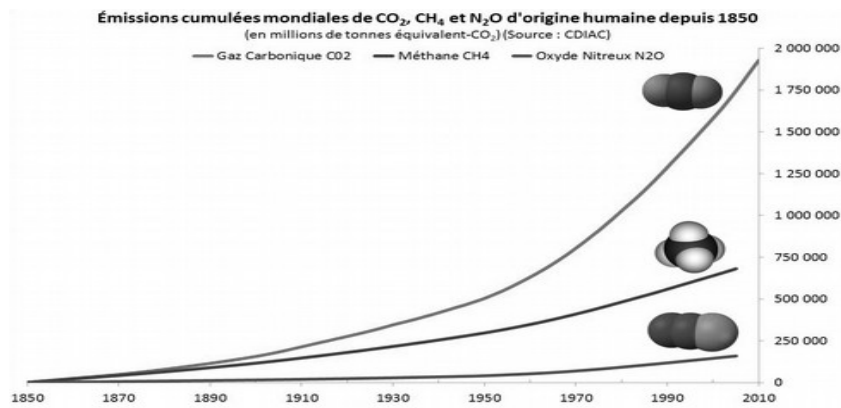
- Quel est le gaz qui a la part la plus importante dans l'effet de serre sur notre planète ?
.....
- Quels sont les deuxième et troisième gaz les plus importants dans l'effet de serre atmosphérique ?
.....

Expliquer l'effet bénéfique de l'effet de serre :
.....

c. L'augmentation de l'effet de serre atmosphérique

Les émissions de GES en France

- Chaque jour un humain par ses activités transforme l'atmosphère en produisant des gaz accentuant l'effet de serre atmosphérique. Ceux des pays «développés» y contribuent bien plus largement.



- Quelles sont les trois activités humaines les plus émissives de GES en France ?

.....

Transports

- Gaz principal émis participant à l'augmentation de l'effet de serre :

.....

- Émissions détaillées

.....

.....

Agriculture

- Gaz principal émis participant à l'augmentation de l'effet de serre :

.....

- Émissions détaillées :

.....

.....

Résidentiel et tertiaire

- Gaz principal émis participant à l'augmentation de l'effet de serre :

.....

- Émissions détaillées :

.....

.....

III L'effet de de serre dans une serre en verre

- Contrairement à une idée reçue, et comme le suggère ce nom, l'effet de serre, sous-entendu le mécanisme lié à l'absorption et à l'émission de radiations thermiques par le verre, n'est pas primordial dans le fonctionnement d'une serre. En 1909, Robert Williams Wood a réfuté par l'expérience cette explication. En remplaçant le verre qui recouvre une serre par du halite (sel gemme), un matériau totalement transparent aux infrarouges. Robert Wood mesure une augmentation similaire de température dans les deux cas.
- Aussi l'augmentation de température dans une serre ne s'explique pas par le fait que le verre réfléchit les infrarouges. L'expression «effet de serre» a néanmoins été conservée dans l'usage courant. Mais le terme scientifique, utilisé par la communauté scientifique pour décrire l'influence des composants de l'atmosphère bloquant le rayonnement infrarouge sur le bilan thermique de la Terre, est **le forçage radiatif**.
- Le fonctionnement d'une serre s'explique essentiellement par une analyse de la convection et non du rayonnement : la chaleur s'accumule à l'intérieur de la serre car les parois bloquent les échanges convectifs entre l'intérieur et l'extérieur.

- Citer deux phénomènes pour échanger de la chaleur dans de l'air ?
.....
- Quel phénomène est prépondérant dans une serre en verre ?
.....
- Quel phénomène est prépondérant dans l'atmosphère terrestre ?
.....

IV Étude de la masse de l'air

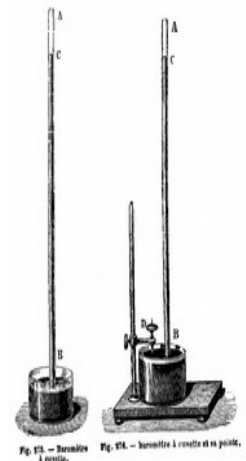
a. L'air est-il pesant ?

L'air a-t-il une masse ? Est-il attiré par la Terre ? Quels arguments peut-on avancer ?

– [Observer cette première vidéo](#) et [cette seconde vidéo](#)

Le baromètre à mercure (vidéo)

Torricelli succède à Galilée en reprenant les notes de son prédécesseur. Il fait des expériences pour prouver que **la pression atmosphérique** est responsable de la montée de l'eau dans un espace vide. Pour éviter d'utiliser des colonnes d'eau d'une dizaine de mètres de hauteur, il a l'idée de faire des essais avec du mercure (hydrargyre, vif-argent...) qui est 13,6 fois plus dense. Il en remplit un long tube de verre, le bouche avec le doigt et le retourne sur un bassin rempli, lui aussi, de mercure. Il observe que le tube ne se vide que partiellement dans le bassin et qu'il y reste toujours une colonne de mercure d'environ 76 cm de hauteur. Il en déduit que **la pression de l'air** sur la surface du bassin contrebalance **le poids de la colonne de mercure** et que c'est elle qui permet de faire monter l'eau dans les pompes d'une hauteur d'environ 10 m, mais pas davantage. C'est ainsi que Torricelli invente le **baromètre en 1643**.



Extrait de l'encyclopédie Wikipédia

Donnée : Sur la planète Krypton (celle de superman), la pression atmosphérique est deux fois plus importante que sur Terre.

b. Questions

- Faire un schéma sur votre cahier et expliquer le fonctionnement d'une pompe à vide pour faire remonter l'eau d'un puits.
.....
- Expliquer la raison pour laquelle sur Terre une pompe à vide aspirant l'eau d'un puits est limitée par la profondeur de celui-ci.
.....
- Quelle hauteur maximale une pompe **à vide** peut faire remonter de l'eau d'un puits, au maximum, sur Krypton et sur Terre ?
.....
.....

c. Peut-on mesurer la masse de l'air ?

- Proposer une expérience pour montrer par l'expérience que l'air est pesant avec une balance précise (précision au dixième de gramme) et une bouteille souple d'eau minérale.

.....
.....

- Réaliser celle-ci et critiquer le résultat obtenu.

.....
.....

♠ Un récipient souple comme un ballon de baudruche ou une bouteille écrasée ne permet pas de peser de l'air dans des conditions simples. L'air a un effet sur le récipient qui annule en apparence sa variation de masse (c'est la poussée d'Archimède). Le visible n'est pas toujours le réel.

La seule expérience facile pour peser de l'air ne peut se faire qu'avec un récipient rigide dont le volume ne varie pas durant l'expérience (bouteille rigide, ballon de football...).

On ajoute de l'air dans un récipient dont le volume est constant.

d. Mesurer la masse de 1 litre d'air

[film support](#)

Objectif : Mesurer la masse d'un litre d'air à température ambiante

• Matériel

- x Une balance électronique précise (0,1g près).
- x Une bouteille de soda sèche de 1,5 L capable de supporter une surpression sans se déformer.
- x Une bouteille d'eau minérale de 1 L pour mesurer le dégagement d'air.
- x Une cuvette en plastique.
- x Un kit de tuyaux et d'adaptateurs.
- x Une pompe à vélo.

• Protocole

- x Prendre les adaptateurs avec tuyaux relier la bouteille et la pompe.
- x Utiliser la pompe pour sur-gonfler la bouteille (environ 40 coups de pompe). A la fin refermer le robinet pour que l'air ajouté dans la bouteille y reste.
- x Mesurer la masse de la bouteille en surpression sur la balance.
- x Dégazer un litre d'air avec une montage adapté
- x Mesurer à nouveau la masse de la bouteille
- x Déduire la masse d'un litre d'air atmosphérique.



• Réalisation

I ₂	/1
----------------	----

Masse initiale de la bouteille avec de l'air comprimé = 52 g

=> Extraire 1L d'air de la bouteille de soda.

On utilise un montage récupérateur de gaz comme ci-contre en se servant doucement du robinet. On utilisera le tuyau long sur l'adaptateur pour éviter de mouiller la bouteille de soda. La bouteille d'eau minérale sera remplie préalablement d'eau. La cuvette sera à moitié pleine d'eau pour que le goulot de la bouteille d'eau minérale plonge dedans.



=> **Mesurer à nouveau la masse de la bouteille de soda**

Après extraction de 1L d'air, on mesure à nouveau la masse d'air contenu dans la bouteille.

I₂	/1
----------------------	----

Masse finale de la bouteille = (mettre les unités)

I₄	/2
----------------------	----

• **Conclusion sur la masse d'un litre d'air atmosphérique à température ambiante.**

.....

.....

.....

V Pression

• Observer [le simulateur expliquant la pression](#) atmosphérique et compléter les schémas suivants. On placera trois molécules dans chaque seringue et on commentera l'effet du volume pour chacun des cas avec le mouvement des particules.

I₅	/2
----------------------	----

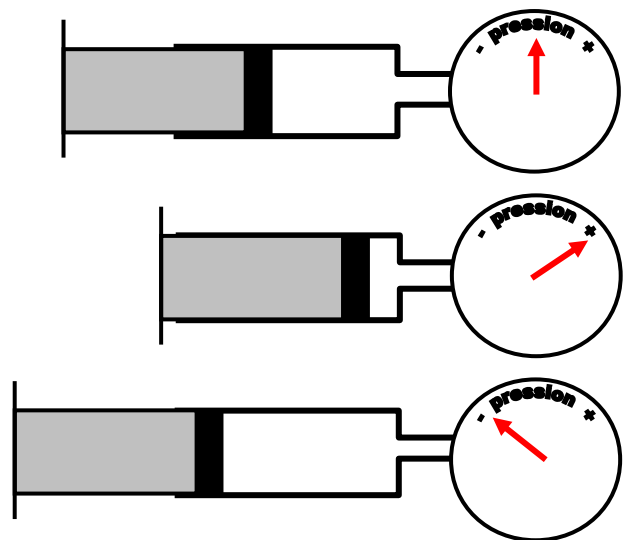
.....

.....

.....

.....

.....



• Quel sera l'effet de l'augmentation de la température sur la pression pour un même volume ?

.....

.....