

COMMENT LA QUALITÉ DE L'AIR EST-ELLE CONTRÔLÉE ?

Lucien Ransinangue

Objectif Exprimer la composition de l'air sous forme de fractions molaires ou de pourcentages molaires et interpréter ces données.
Proposer des tests chimiques mettant en évidence la présence des gaz CO₂, H₂O et O₂.

T^{erm} ST2S **Thème 1** • Prévenir et sécuriser.
Partie • La sécurité chimique dans l'environnement.

Notions et contenus Fraction molaire et pourcentage molaire.
Composition de l'air.

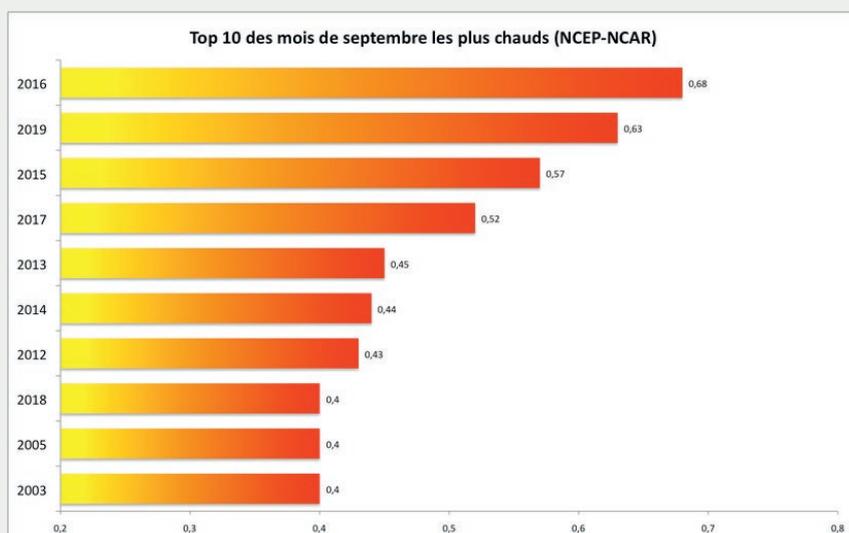
Compétences mobilisées S'approprier **APP**
Analyser **ANA**
Raisonnement **RAI**
Réaliser **REA**
Valider **VAL**
Communiquer **COM**

LE DIOXYDE DE CARBONE : AMI OU ENNEMI ?

Le réchauffement climatique ne fait désormais plus aucun doute.

Les climatologistes préfèrent maintenant discuter des causes. L'un de leur sujet de prédilection est le rôle supposé du dioxyde de carbone sur l'augmentation de la température sur Terre.

Pourquoi le rôle du dioxyde de carbone dans le réchauffement climatique est-il si controversé ?



L'abscisse représente l'augmentation de température en degré Celsius par rapport à la température moyenne. © Global Climat

POUR BIEN DÉMARRER!

Choisir la bonne réponse.

Questions	Réponse A	Réponse B	Réponse C
1. Le dioxyde de carbone a pour formule brute :	CO_3	CO_2	C_2O
2. Un volume $V = 1 \text{ m}^3$ vaut :	$V = 1 \times 10^{-3} \text{ L}$	$V = 1 \times 10^{-6} \text{ L}$	$V = 1 \times 10^3 \text{ L}$
3. Le préfixe milli (m) équivaut à :	10^{-2}	10^{-3}	10^3
4. La quantité de matière a pour unité :	mol	mol^{-1}	$\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$

POUR BIEN REVOIR VOS CONNAISSANCES!

Vous pouvez reprendre les bases vues en seconde grâce au dossier : « Un mélange : l'air ».

www.mediachimie.org/ressource/un-melange-lair



POUR BIEN S'EXPRIMER À L'ORAL!



Pour préparer au mieux le grand oral, vous pouvez consulter l'annexe 1 « Grille d'évaluation indicative de l'épreuve orale terminale » sur le site :

www.education.gouv.fr/bo/20/Special2/MENE2002780N.htm?cid_bo=149115

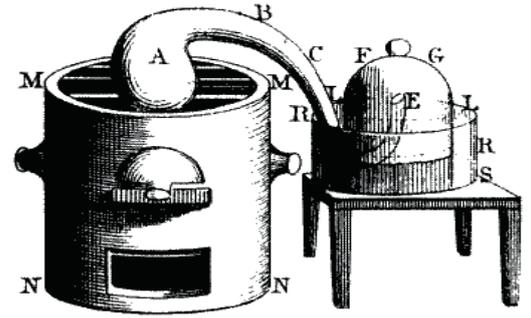
Partie A : Composition de l'air

Un des arguments souvent utilisés par les climatologistes concernant l'absence d'impact du dioxyde de carbone sur le réchauffement climatique est qu'il est naturellement présent dans l'air.

Quelle est la composition de l'air ?

Comment mettre en évidence certains de ses constituants ?

Un composé naturel est-il forcément « bon » ?



Gravure d'époque de l'expérience de Lavoisier sur la composition de l'air.
© Domaine public, <https://commons.wikimedia.org>

Document 1 : Les constituants de l'air



Vidéo de 1'32"

L'expérience de Lavoisier :
« Comment Lavoisier découvre l'oxygène grâce à une souris ! »

www.mediachimie.org/ressource/lexperience-de-lavoisier



1 APP Une fois le mercure chauffé, quel est le gaz qui « disparaît » ?
Qu'est-il devenu ?

.....

.....

2 ANA/RAI Justifier alors la citation de Lavoisier : « Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme. »

.....

.....

3 ANA/RAI Historiquement, Lavoisier donne l'appellation d'« azote » et d'« oxygène » aux deux gaz qui composent l'air.
D'après les formules chimiques données dans la vidéo, comment nomme-t-on actuellement ces gaz ?

.....

.....

.....

4 APP Donner la composition en pourcentage de l'air.

.....

.....

Document 2 : Informations diverses

Le sulfate de cuivre anhydre est une poudre blanche qui bleuit en présence d'eau.

Le dioxygène de l'air est un comburant.

L'eau de chaux est une solution saturée d'hydroxyde de calcium. En présence de dioxyde de carbone, elle se trouble avec la formation d'un précipité blanc.



Sulfate de cuivre
© www.wikipedia.org

5 ANA/RAI Qu'est-ce qu'un comburant ? Comment Lavoisier aurait pu mettre en évidence le dioxygène contenu dans l'air ?

.....

.....

6 ANA/RAI Proposer des expériences simples pour montrer que l'air contient d'autres constituants que le diazote et le dioxygène.

.....

.....

.....

Document 3 : Le naturel c'est forcément bien



Vidéo de 2'54" « Une peur verte de la chimie » Présentation des résultats d'une enquête scientifiquement bien documentée sur l'opposition entre le naturel et l'artificiel.

www.mediachimie.org/ressource/une-peur-verte-de-la-chimie



7 APP Dans l'imaginaire collectif, à quoi renvoie le terme « naturel » ?

.....

.....

8 APP Rechercher la définition du terme anglais « greenwashing » ?

.....

.....

9 COM Discuter de l'argument des climatosceptiques sur la présence naturelle du dioxyde de carbone dans l'air.

.....

.....

.....

Partie B : Rôles du dioxyde de carbone

Maxime Bernier, chef du parti populaire du Canada, qui ne se défend pas d'être étiqueté climatosceptique, s'est exprimé dans un tweet au sujet du dioxyde de carbone. Dans celui-ci, il affirme que « Le CO₂ n'est pas plus de la pollution que la nourriture » et que « ce gaz nourrit les plantes ».



Maxime Bernier © ETC

Quels sont les principaux rôles du dioxyde de carbone dans la biosphère ?

Qu'est-ce qu'un polluant ?

Document 4 : L'effet de serre

Le rayonnement solaire parvient à la surface de la Terre, mais la quantité d'énergie qui pénètre effectivement jusqu'au sol représente environ 75 % de l'énergie reçue. Une partie est en effet absorbée, notamment par l'ozone, ou diffusée. Réciproquement, la Terre émet des rayonnements infra-rouges vers l'espace mais ceci ne représente que 15 à 30 % de l'énergie émise au sol, car une partie de ce rayonnement est absorbée par les gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Sans la présence des gaz à effet de serre, la température de la Terre serait environ 30 °C plus basse que celle qui est observée. Ce sont donc ces absorptions par des constituants de l'atmosphère, les gaz à effet de serre (CO₂, vapeur d'eau, méthane, ozone) et les espèces chimiques comme les aérosols et les polluants, qui vont en grande partie déterminer l'équilibre entre l'énergie qui est absorbée par le système terrestre et celle qui est émise vers l'espace de manière directe ou indirecte.

Extrait de « Chimie, atmosphère, santé et climat, une histoire partagée »
www.mediachimie.org/ressource/chimie-atmosphère-santé-et-climat-une-histoire-partagée



10 APP Quels sont les principaux gaz à effet de serre ?

.....

.....

.....

11 APP Présenter la(es) conséquence(s) de l'effet de serre pour notre planète.

.....

.....

.....

12 APP Décrire le mécanisme de l'effet de serre subi par notre planète.

.....

.....

.....

Document 5 : Le CO₂, un pivot entre la nature et l'homme



Vidéo de 3'39 « Le CO₂ vu par Marc Fontecave, chimiste »

www.lumni.fr/video/le-co2-vu-par-marc-fontecave-chimiste



13 APP Qu'est-ce que la photosynthèse ?

.....

.....

14 APP Expliquer en quoi le dioxyde de carbone est le lien entre la nature et l'homme ?

.....

.....

15 APP Actuellement, quels sont les produits fabriqués par l'homme à partir du CO₂ ?

.....

.....

16 APP Quelle est la piste de réflexion qui anime les travaux de Marc Fontecave ?

.....

.....

Document 6 : Qu'est-ce qu'un polluant ?

On peut définir un polluant comme un composé chimique qui au-delà d'un certain seuil, et parfois dans certaines conditions, développe des impacts négatifs sur tout ou partie d'un écosystème ou de l'environnement en général. En chimie, un produit dangereux pour l'environnement est signalé par le pictogramme ci-contre.



17 COM Peut-on concevoir le dioxyde de carbone comme un polluant de l'air ? Justifier.

.....

.....

.....

.....

Document 7 : Les principaux polluants de l'air

L'Île-de-France est particulièrement bien fournie en capteurs spécialisés par polluant et dispersés de façon très intelligente pour gommer tous les aléas climatiques ou accidentels. Ce sont près de 110 stations qui traquent et mesurent SO₂, CO, O₃, NO_x, PM_{2,5}, PM₁₀, 24 heures par jour, et 365 jours par an.

Extrait de « Pollution à Paris : une expérience grandeur nature »
www.mediachimie.org/actualite/pollution-a-paris-une-experience-grandeur-nature



18 APP Rechercher la signification de NO_x, PM_{2,5} et PM₁₀ ?

.....

.....

.....

19 APP Quelle remarque peut-on faire sur cette liste des principaux polluants de l'air ?

.....

.....

Document 8 : Loi du gaz parfait et fraction molaire

Loi du gaz parfait :

$PV = nRT$	P : pression du gaz (pascal : Pa)	R : constante des gaz parfaits
	V : volume occupé par le gaz (m ³)	= 8,314 Pa.m ³ .k ⁻¹ .mol ⁻¹
	n : quantité de matière de gaz (mol)	T : température du gaz (kelvin : K)

Fraction molaire :

$x_i = \frac{n_i}{n_{tot}}$	x_i : fraction molaire du constituant i (sans unité)
	n_i : quantité de matière du constituant i (mol)
	n_{tot} : quantité de matière totale du mélange (mol)

20 ANA/RAI À l'aide de la loi du gaz parfait, déterminer la quantité de matière de l'air, notée n_{air} , pour un volume d'air $V = 1,0$ L à la température $T = 15^\circ\text{C}$ et pour une pression $P = 1,013$ bar.

Données : 1 bar = 10⁵ Pa; T(°K) = T(°C) + 273.

.....

.....

.....

21 ANA/RAI Le volume d'air V précédent contient une quantité de matière $n_D = 1,47 \cdot 10^{-2}$ mmol en dioxyde de carbone. Déterminer la fraction molaire en dioxyde de carbone notée x_D . L'exprimer en pourcentage.

.....

.....

.....

.....

22 VAL Le dioxyde de carbone peut être considéré comme toxique, pour une exposition de quinze minutes, si son pourcentage molaire atteint 3 %. Votre résultat précédent valide-t-il l'absence du dioxyde de carbone dans les polluants de l'air cités dans le Document 7 ?

.....

.....

.....

23 COM Proposer une réponse argumentée au tweet de Maxime Bernier.

.....

.....

.....

.....

POUR BIEN S'EXPRIMER À L'ORAL !

Préparer une présentation orale de cinq minutes permettant de répondre de manière détaillée à la problématique du dossier :

« Pourquoi le rôle du dioxyde de carbone dans le réchauffement climatique est-il si controversé ? »



Votre réponse doit reprendre les différentes connaissances apportées tout au long du dossier sur le dioxyde de carbone.

Pour aller plus loin



Secrets d'histoire de chimie

« Secrets d'histoires de chimie », une coproduction de la Fondation de la Maison de la Chimie et Sciencetips, vous propose des vidéos pédagogiques ludiques et apprenantes.

www.mediachimie.org/actualite/secrets-d-histoires-de-chimie



Airparif

Airparif est un organisme français agréé par le ministère de l'Environnement pour la surveillance de la qualité de l'air en région Île-de-France. Son site internet permet de suivre avec précision et détails la pollution de l'air.

www.airparif.asso.fr/



Réchauffement climatique : quelles conséquences ?

Une vidéo pédagogique permettant de faire une synthèse claire des conséquences actuelles du réchauffement climatique.

www.lumni.fr/video/rechauffement-climatique-queelles-consequences



Atmosphère! Atmosphère! Alerte!

Deux annonces ont fait « la une » des journaux en octobre 2016 l'une bonne et l'autre inquiétante pour l'évolution du climat sur Terre.

www.mediachimie.org/actualite/atmosphere-atmosphere-alerte



Pollution à Paris : une expérience grandeur nature

Un article permettant de faire le point sur l'influence du confinement imposé après le 15 mars sur la pollution à Paris.

www.mediachimie.org/actualite/pollution-a-paris-une-experience-grandeur-nature



Q.C.M.

1 : B ; 2 : C ; 3 : B ; 4 : A.

Partie A : Composition de l'air

1. Une fois le mercure chauffé, le gaz qui « disparaît » est le dioxygène. Il a réagi avec une partie du mercure pour donner le dépôt rouge à la surface du mercure.

2. L'oxygène du dioxygène n'a pas disparu. On le retrouve dans le dépôt rouge, issu de la transformation du dioxygène et du mercure.

3. Les formules chimiques des deux gaz sont O₂ pour le dioxygène et N₂ pour le diazote.

4. La composition en pourcentage de l'air est 80 % de diazote et 20 % de dioxygène.

5. Un comburant est indispensable à la combustion d'un combustible. Lavoisier aurait pu mettre sous cloche une bougie : au bout d'un certain temps la bougie se serait éteinte par manque de dioxygène.

6. En laissant une solution d'eau de chaux à l'air libre pendant quelques jours, on peut remarquer la formation d'un précipité blanc montrant ainsi la présence de dioxyde de carbone dans l'air. Dans une coupelle, on place un peu de sulfate de cuivre anhydre. Au bout d'un certain temps, il bleuit montrant ainsi la présence d'eau dans l'air.

7. Le terme « naturel » renvoie dans le langage courant à quelque chose de sain, de bénéfique pour la santé.

8. Le « greenwashing » est un procédé marketing utilisé par une organisation (entreprise, administration publique nationale ou territoriale, etc.) dans le but de se donner une image de responsabilité écologique trompeuse.

9. Le dioxyde de carbone est bien « naturellement » présent dans l'air. Les climatosceptiques jouent sur l'influence de cet adjectif sur la conscience collective. « Si c'est naturel c'est donc bon » essayent-ils de nous faire penser, mais le fait que ce soit « naturel » n'implique ni de prétendus bienfaits ni de dangerosité.

Partie B : Rôles du dioxyde de carbone

10. Les principaux gaz à effet de serre sont le dioxyde de carbone, la vapeur d'eau, le méthane ainsi que l'ozone.

11. L'effet de serre permet de retenir l'énergie solaire dans l'atmosphère et de maintenir ainsi une température sur Terre propice à la vie. Sans l'effet de serre, les températures sur Terre seraient beaucoup plus basses.

12. Une partie du rayonnement du soleil n'est pas reçue au niveau du sol. De la même manière une partie du rayonnement émis par la Terre ne se dissipe pas dans l'espace. Cette énergie est contenue dans l'air grâce aux gaz à effet de serre qui absorbent et diffusent une partie du rayonnement du soleil et de la Terre.

13. Des organismes, dont les plantes, grâce à l'énergie de la lumière du Soleil et à l'eau, sont capables de transformer le dioxyde de carbone de l'air en matière organique notamment en dioxygène. Ce phénomène se nomme la photosynthèse.

14. Le dioxyde de carbone est essentiel à la photosynthèse. Il permet donc aux plantes par exemple de croître, nourrissant ainsi des organismes plus développés tels que les humains qui, par la respiration, vont rejeter du dioxyde de carbone.

15. Le dioxyde de carbone est utilisé pour fabriquer de l'aspirine, de l'urée et du méthanol.

16. Marc Fontecave essaye de travailler sur la fabrication d'hydrocarbure à partir de dioxyde de carbone.

17. L'augmentation de la quantité de dioxyde de carbone accentue l'effet de serre et entraîne ainsi le réchauffement climatique ce qui perturbe de plus en plus d'écosystèmes. En ce sens il peut être perçu comme un polluant.

18. NO_x est la formule générique des oxydes d'azote. Parmi eux le monoxyde d'azote et le dioxyde d'azote sont des gaz hautement toxiques, classés comme polluants atmosphériques réglementés. Les particules en suspension (notées « PM » en anglais pour « Particulate matter ») sont d'une manière générale les fines particules solides portées par l'eau ou solides et/ou liquides portées par l'air. Les PM_{2,5} (diamètre inférieur à 2,5 µm) et les PM₁₀ (diamètre inférieur à 10 µm) sont très dangereuses pour la santé. Elles sont classées comme cancérigènes.

19. Le dioxyde de carbone n'est pas classé comme polluant.

$$\begin{aligned}
 P \times V &= n_{air} \times R \times T \\
 n_{air} &= \frac{P \times V}{R \times T} \\
 n_{air} &= \frac{1,013 \times 10^5 \times 1,0 \times 10^{-3}}{8,314 \times 288} \\
 n_{air} &= 4,2 \times 10^{-2} \text{ mol}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 x_D &= \frac{n_D}{n_{air}} \\
 x_D &= \frac{1,47 \times 10^{-5}}{4,2 \times 10^{-2}} \\
 x_D &= 3,5 \times 10^{-4} \\
 x_D &= 0,035\%
 \end{aligned}$$

22. Pour que le dioxyde de carbone devienne toxique, il faudrait que son taux soit environ 100 fois supérieur. En ce sens, il est normal qu'il ne soit pas cité comme polluant dans le **Document 7**.

23. Le dioxyde de carbone est essentiel à la vie sur Terre. Son rôle dans la photosynthèse et dans l'effet de serre permet à tous les organismes vivants d'exister sous des températures adéquates. Cependant on ne peut occulter que l'augmentation de l'effet de serre a des conséquences majeures sur toute la planète. Il est donc important de surveiller et de contrôler la quantité de dioxyde de carbone dans l'atmosphère.

Objectif : grand oral

« Pourquoi le rôle du dioxyde de carbone dans le réchauffement climatique est-il si controversé ? »

La respiration de nombreux organismes entretient la présence de dioxyde de carbone dans l'air. Celui-ci permet de jouer le rôle de serre pour l'atmosphère entraînant ainsi des températures adéquates pour la vie sur Terre.

Son taux annuel est maintenu constant car une partie du dioxyde de carbone est en permanence captée par les organismes utilisant la photosynthèse. Ce phénomène transforme le dioxyde de carbone et l'eau en molécule organique créant la biomasse mais aussi du dioxygène essentiel à la vie.

Cet équilibre est fragile. Le dioxyde de carbone est évidemment nécessaire mais l'augmentation rapide de sa quantité par l'activité humaine dérègle l'effet de serre entraînant un dérèglement planétaire des écosystèmes.

Le dioxyde de carbone est un des pivots vitaux pour notre planète mais parce qu'il est très important il peut également devenir son maillon faible.

Tout ceci fait du dioxyde de carbone un des sujets les plus controversés sur le réchauffement climatique.