

COMME UNE VITRE AUTOUR DU GLOBE

À la distance qui la sépare du Soleil, la Terre devrait être une planète de glace (-18°C). Pourtant, la température moyenne à la surface du globe est de +15°C. Pourquoi ? Parce que l'atmosphère qui nous enveloppe joue le rôle d'une vitre, à travers laquelle le Soleil réchauffe le sol et qui empêche cette chaleur de repartir dans l'espace. C'est cela, "l'effet de serre".

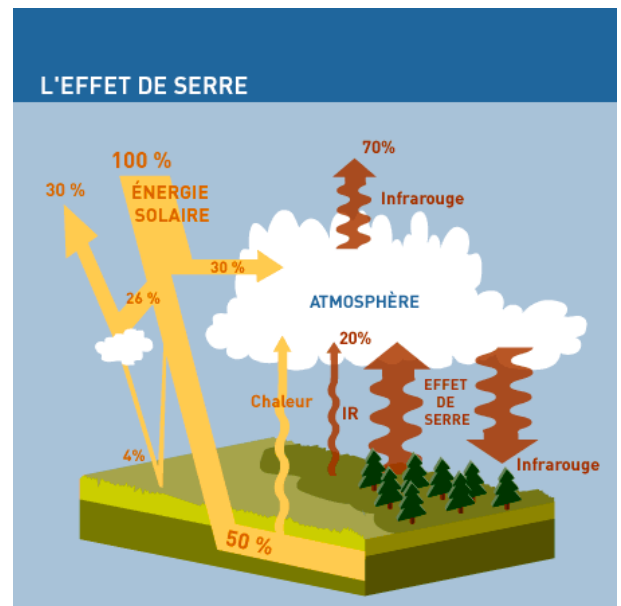


DES GAZ EN QUANTITÉ INFIME, MAIS ESSENTIELS

La vapeur d'eau contenue dans l'air est responsable des deux tiers de l'effet de serre. Mais certains gaz, même présents en très très faible quantité, participent aussi à cet effet. Ce sont surtout le CO₂ (dioxyde de carbone ou gaz carbonique), le méthane, le protoxyde d'azote, l'ozone de la basse atmosphère – une sorte de "super oxygène" – et les composés dits CFC.

UN CHAUFFAGE VIEUX COMME LE MONDE

Dès la formation du système solaire, il y a 4,6 milliards d'années, l'effet de serre a régné sur le climat de notre planète. Mais depuis sa composition primitive, l'atmosphère a beaucoup évolué. En particulier, la photosynthèse des premières plantes, en abaissant progressivement la teneur en CO₂, a aidé à maintenir sur la Terre une température favorable à la vie.



UN PHÉNOMÈNE AMPLIFIÉ PAR L'HOMME

À l'origine très naturel et précieux pour l'équilibre de la Terre, l'effet de serre peut être amplifié si les teneurs des gaz qui en sont responsables augmentent. Et c'est justement ce que produisent nos activités humaines. Cette augmentation de "l'effet de serre" due à nos rejets polluants est inquiétante pour l'avenir de notre climat.



LES PRINCIPAUX ACTEURS :

- > **La vapeur d'eau (H₂O)** est produite par l'évaporation des plantes, des sols, des cours d'eau et des océans. Une faible quantité est aussi libérée par les volcans (c'est ainsi que s'est formée l'atmosphère terrestre primitive).
- > **Le "gaz carbonique" (CO₂)**, d'origine naturelle provient de la respiration des êtres vivants (alors que la photosynthèse des plantes vertes en consomme), des combustions (incendies...) et des éruptions volcaniques. Cette présence de CO₂ dans l'air est régulée par l'Océan, capable d'en absorber de grandes quantités.
- > **Le méthane (CH₄)** d'origine naturelle est libéré par la décomposition des matières organiques en milieu privé d'oxygène : le pourrissement dans les marais, les mangroves, les sols dégelés des régions arctiques, ou encore la digestion les animaux. Il s'en échappe aussi lors des éruptions volcaniques.
- > **L'ozone (O₃)** de la basse atmosphère, d'origine naturelle, descend vraisemblablement de la stratosphère par le biais de "poches", percées par les courant-jets d'altitude. L'ozone est de l'oxygène, mais sa molécule ne comporte pas 2 atomes, comme le dioxygène utile à notre respiration (O₂), mais 3. Cet ozone de la basse atmosphère (troposphère), est un véritable poison pour les plantes, la peau et le système respiratoire (crises d'asthme). En altitude, vers 20 ou 30 km, l'ozone est au contraire très utile : il nous protège des rayons solaires ultraviolets, dangereux pour la vie ; c'est l'ozone du "trou" saisonnier – un manque d'ozone – repéré au-dessus de l'Antarctique et dont la formation inquiète les scientifiques, car sa diminution pourraient avoir des effets nocifs sur les êtres vivants.
- > **Le protoxyde d'azote (N₂O)** est un des produits de la transformation des nitrates par les bactéries du sol. Il s'échappe alors dans l'atmosphère et réagit pour produire du monoxyde d'azote (NO).
- > **Quant aux CFC , ou Chloro-Fluoro-Carbones**, ce sont tous des composés émis par les activités humaines. Ils sont ici cités pour être comparés aux autres gaz à effet de serre.

L'IMPORTANCE DES GAZ À EFFET DE SERRE :

Gaz	Concentration (ppm*)	Efficacité dans l'effet de serre	Contribution à l'effet de serre (Watt/m ²)
H ₂ O (vapeur)	3 000	1NBSP.	100
CO ₂	355	1	50
CH ₄	1.8	21	1.8
N ₂ O	0.3	310	1.3
O ₃	< 0.1	2 000	1.3
CFC	0.01	10 000	0.3

* 1 ppm (partie par million) = 1cm³ par m³ d'air



LE COIN DES PHYSICIENS

Dans l'atmosphère, les gaz "à effet de serre" sont en concentrations infimes et, en général, fluctuantes. Cependant, leurs molécules, formées de 2 ou plusieurs atomes, vibrent et s'agitent sous l'effet des rayons infrarouges renvoyés par le sol ou l'océan, ce qui réchauffe l'atmosphère. Un "piège de chaleur" colossal qui produit un flux de 340 Watts par m², soit beaucoup plus que l'énergie solaire arrivant directement au sol (158 w/m²) !

Lorsque les variations d'un phénomène s'auto-accentuent, on parle de "rétroaction positive" ; lorsqu'elles s'autolimitent, on parle de "rétroaction négative". Dans l'atmosphère, la vapeur d'eau amplifie les variations de l'effet de serre. En effet, d'après les lois de la physique (loi de Clausius-Clapeyron), plus l'air est froid, moins il peut contenir d'eau à l'état de vapeur (formation de brouillards par temps froid) : ce qui diminue l'effet de serre. À l'inverse, plus il fait chaud, plus l'air peut contenir d'eau (climats tropicaux chauds et humides) : ce qui renforce l'effet de serre.

Si, à une pression donnée et à -20°C, 1 kg d'air peut contenir 1g d'eau sous forme de vapeur, à -10°C, il peut en contenir 2g. Mais à +20°C, cette même quantité d'air peut emprisonner 15 g d'eau et 26 g à 30°C. Au-delà de ces valeurs, il y a saturation de l'humidité et il se forme gouttelettes ou cristaux de glace : brouillard, givre, nuages... ou encore, buée sur les objets.



JEAN-LOUIS ETIENNE ET LES MESURES DE GAZ DANS L'ATMOSPHÈRE

Lors de la mission EREBUS, Jean-Louis Etienne et ses collaborateurs ont effectué des prélèvements de gaz atmosphériques en traces (ozone, méthane...) tout au long de la "descente" de l'Antarctica vers le continent austral. Ces mesures ont été intégrées dans une étude visant à mieux connaître la chimie complexe des gaz en traces dans l'atmosphère. Cette photochimie – que l'on appelle ainsi car elle est placée sous l'influence du soleil – règle les équilibres délicats et encore mal connus de notre enveloppe gazeuse.



LE SAVIEZ-VOUS ?

La Lune est totalement privée d'atmosphère car sa masse est trop faible pour retenir des gaz. Elle ne connaît donc pas d'effet de serre. Vénus ou Mars en revanche, qui retiennent une atmosphère dense, subissent ce phénomène.





POUR ALLER PLUS LOIN ...

BIBLIOGRAPHIE

- L'effet de serre (Numéro spécial, La Recherche n° 243, 1992)
- Dossier pédagogique : L'Arctique et l'environnement boréal (P. Avérous CNDP, 1995)
- Expédition Erebus (J.-L. Etienne / P. Avérous- Arthaud-1994)
- Dossier pédagogique "EREBUS" : L'environnement polaire 2 (P. Avérous-Autrement dit, CNDP-1994)
- Encyclopédia Universalis
- La Terre... notre planète (P. Avérous-Nathan-1990)
- Atmosphère, Atmosphère (Science & Vie, Hors série n° 174-1991)
- Quel climat pour demain ? (S. Huet, Calmann-Levy, 2000)
- L'incertitude des climats (R. Kandel, Hachette, 1998)
- Le climat de la Terre (R. Sadourny, DOMINOS, Flammarion, 1994)