

VRAI OU FAUX

Le CO₂ est-il le principal gaz à effet de serre ?

Oui, en ce qui concerne la contribution directe des activités humaines. Mais la vapeur d'eau, le méthane et d'autres gaz participent aussi à l'« échauffement global » de l'atmosphère.

Hervé LE TREUT

Effet de serre, dioxyde de carbone (CO₂), réchauffement climatique : voilà trois formules souvent associées dans les discussions, de sorte que l'on est tenté de croire que le CO₂ est le seul gaz à effet de serre. En fait, l'effet de serre – un chauffage radiatif du sol et des basses couches de l'atmosphère – résulte de l'action de plusieurs gaz. Il favorise la vie sur Terre en participant au réchauffement de la planète, et il intervient ainsi dans un équilibre climatique très précis qu'il modifierait de façon notable s'il augmentait. Comment comparer la part de chaque gaz à l'effet de serre global, et à son augmentation résultant des activités humaines ? Cela passe souvent par la définition d'un « pouvoir d'échauffement global » de chaque gaz, définition qui est plus compliquée qu'il n'y paraît.

Un gaz à effet de serre absorbe le rayonnement infrarouge émis par l'atmosphère ou la surface terrestre. Cet effet est d'autant plus marqué que les molécules sont plus complexes et qu'elles possèdent des raies d'absorption plus nombreuses. C'est ainsi que l'azote et l'oxygène, aux molécules très simples, n'ont presque aucun effet, et que ce sont la vapeur d'eau (quelques millièmes de la masse atmosphérique) et le CO₂ (dix fois moins) qui sont les gaz à effet de serre les plus absorbants. Les autres gaz à effet de serre naturellement présents dans l'atmosphère, tels le méthane, le protoxyde d'azote ou l'ozone, sont moins abondants.

Comment fonctionne l'effet de serre ? Une part importante du rayonnement solaire traverse l'atmosphère et réchauffe la surface terrestre. Pour maintenir son équilibre ther-

mique, celle-ci émet un rayonnement infrarouge qui lui permet de se refroidir. Ce rayonnement est absorbé par l'atmosphère, qui le réémet vers le sol et l'espace. L'émission atmosphérique vers l'espace est plus faible que ne le serait une émission directe du sol. Ce décalage, lié au fait que la température atmosphérique décroît avec l'altitude, crée l'effet de serre. Ces mécanismes affectent l'importance relative de la vapeur d'eau, dont la teneur diminue avec la température, et du CO₂.

Le calcul de l'impact radiatif des différents gaz à effet de serre est un problème généralement bien compris, car étudié pour de nombreuses applications scientifiques. Des bases de données détaillées répertorient l'ensemble des raies d'absorption de tous les gaz de l'atmosphère. Mais ce problème est difficile à résumer en un indice simple, car l'introduction dans l'atmosphère de l'un de ces gaz engendre un déséquilibre radiatif immédiat (moins de rayonnement infrarouge est émis vers l'espace), suivi d'un rééquilibrage, rapide sur les continents et lent sur les océans. Ce rééquilibrage s'accompagne en plus d'une augmentation de la vapeur d'eau et de changements de la couverture nuageuse.

Il est donc impossible de mesurer directement le rôle des différents gaz. Un diagnostic plus adapté, fondé sur des calculs, est nécessaire. Il est conçu pour répondre à une question précise : si l'on émet à un moment donné une même masse de deux gaz (par exemple du méthane et du CO₂), lequel aura le plus grand effet radiatif cumulé sur une période que l'on choisit le plus souvent égale à 100 ans ? En effet, cette période correspond non seulement à la durée approximative de

persistance du CO₂ dans l'atmosphère (contre dix ans environ pour le méthane et une à deux semaines pour la vapeur d'eau), mais aussi à une échéance de fin de siècle qui focalise l'attention en termes de risques climatiques.

Le méthane : 25 équivalents carbone

À masse équivalente, et juste après l'émission des gaz, le méthane est environ 100 fois plus absorbant que le CO₂, mais sa concentration atmosphérique diminue plus vite ; durant le siècle suivant l'émission, on estime que son rôle radiatif cumulé est 25 fois supérieur à celui du CO₂. Ce chiffre définit le « pouvoir d'échauffement global » du méthane et sa conversion en « équivalent carbone ».

Cette différence entre gaz plus ou moins absorbants et plus ou moins durables crée une difficulté importante, de sorte que certains scientifiques proposent même de ne pas les associer dans un même « marché carbone ». Elle trouve son paroxysme dans le cas de la vapeur d'eau : c'est le premier des gaz à effet de serre en termes d'action instantanée, mais sa durée de vie atmosphérique étant très courte, son effet cumulé dans le futur est négligeable. Une augmentation de la vapeur d'eau devrait bien amplifier le réchauffement futur, mais elle sera la conséquence indirecte des émissions anthropiques de gaz à effet de serre à durée de vie longue, en particulier le CO₂...

Hervé LE TREUT est climatologue et membre de l'Académie des sciences. Il dirige l'Institut Pierre-Simon Laplace (<http://www.ipsl.fr/>).

QUESTIONS OUVERTES

Le baclofène : un relaxant musculaire efficace contre la dépendance à l'alcool ?

D'un côté, les « résolument pour ». De l'autre, les « foncièrement sceptiques ». Pour dépasser les luttes d'opinions, des études scientifiques validées sont indispensables.

Jean-Pol TASSIN

L'alcool est source de convivialité, mais l'alcool est aussi un fléau social : bien avant la vitesse, c'est le premier responsable des accidents mortels sur la route. C'est un facteur important de morbidité et de mortalité dans les cancers, les maladies chroniques du foie telle la cirrhose, ou les troubles psychiques. Un Français sur dix aurait un problème avec l'alcool et environ deux millions seraient alcoolo-dépendants. Sur les quelque 850 000 décès dénombrés en France chaque année, 45 000 seraient dus à l'alcool. Comme pour la plupart des addictions, les traitements médicamenteux sont encore notoirement insuffisants et plusieurs équipes, tant cliniques que fondamentales, recherchent les molécules qui pourraient enfin soulager les patients de leur incapacité à diminuer ou à arrêter leur consommation.

En 2008, le cardiologue français Olivier Ameisen a publié *Le dernier verre*, un ouvrage où il raconte comment, pour se libérer d'une dépendance à l'alcool longue de plusieurs années et après plusieurs cures de désintoxication qui avaient échoué, il prend du baclofène. Cette molécule, mise sur le marché en 1974, administrée pour soulager les contractures musculaires d'origine neurologique, tel le torticolis, n'avait *a priori* rien à voir avec le sevrage alcoolique. Le dosage conseillé par le laboratoire est de l'ordre de 30 milligrammes par jour et O. Ameisen multiplie la dose par neuf ! Et son envie d'alcool disparaît ! Le livre connaît un vif succès

et, très vite, les personnes traitées pour dépendance à l'alcool demandent à leur médecin de leur prescrire cette molécule.

Là commencent les difficultés et la polémique, car le baclofène n'a pas été mis sur le marché dans le cadre du sevrage alcoolique, et les doses efficaces semblent être très élevées et donc susceptibles d'entraîner des effets secondaires notables. De surcroît, les rares expériences cliniques réalisées, concernant chacune au plus une quarantaine de sujets, avaient donné des résultats variables. Dès lors, les médecins hésitent à prescrire cette substance présentée par d'aucuns comme miraculeuse.

Le début de la médiatisation du baclofène

Puis la télévision s'en mêle. Une émission, assez maladroite, destinée à promouvoir le baclofène est programmée sur une chaîne publique à une heure de grande écoute en septembre 2009. Bien que les quelques patients « guéris » présentés à cette occasion aient été bien peu convaincant, l'émission a un impact suffisant pour que les addictologues se trouvent sollicités, et il semble que beaucoup d'entre eux n'aient pas résisté à cet appel : en trois ans, les ventes de baclofène ont augmenté de 50 pour cent, passant de 80 millions de comprimés en 2007 à 120 millions en 2010.

De quelle molécule s'agit-il ? Quelles sont les caractéristiques du baclofène ? Commercialisée sous le nom de *Lioresal*, cette molécule a un effet inhibiteur de l'activité cérébrale. Le baclofène agit comme le principal neuromédiateur inhibiteur, le GABA : il se fixe sur un type de récepteurs de ce neuromédiateur, le récepteur GABA-B. Le baclofène freine la libération des neuromédiateurs et diminue l'activité des neurones qui transmettent les signaux électriques d'un neurone à l'autre (voir l'encadré page 24).

C'est cette activité inhibitrice qui explique pourquoi le baclofène soulage les contractures musculaires. Ainsi, parmi les différents types de neurones, certains libèrent de l'acétylcholine, le neuromédiateur qui stimule l'activité musculaire. Une contraction correspond à une stimulation excessive des muscles. Or quand le baclofène se fixe sur les récepteurs GABA-B portés par les neurones à acétylcholine, ce neuromédiateur est libéré en moins grande quantité, et les muscles cessent d'être hyperexcités.

Mais pourquoi une substance myorelaxante agirait-elle sur l'addiction à l'alcool ? Car le récepteur GABA-B est porté par de nombreux types de neurones, notamment les neurones qui libèrent la noradrénaline, la sérotonine et la dopamine, neuromédiateurs impliqués dans le circuit de la récompense. Ce dernier est constitué de plusieurs structures cérébrales connectées qui reçoivent toutes des signaux contrôlés par la dopamine – parfois qualifiée de molécule du