

## Les gaz à effet de serre démythifiés

Nous entendons de plus en plus parler des changements climatiques et des preuves croissantes mettant en cause l'activité humaine. On nous dit que si nous n'arrivons pas à réduire la production globale des gaz à effet de serre (GES) généralement considérés comme la cause principale du réchauffement de la planète, ce dernier compromettra non seulement notre qualité de vie, mais peut-être même notre survie. Les cris d'alarme s'intensifiant, des représentants de 192 pays se sont réunis à Copenhague en décembre dernier dans le but de parvenir à un accord limitant les émissions de GES.

Dans une société de plus en plus préoccupée par les changements climatiques et leurs répercussions, nous sommes tous appelés à analyser notre empreinte carbonique (surtout nous qui sommes adeptes de sports motorisés). Cependant, l'immensité et la complexité du sujet peuvent facilement prêter à confusion pour le non-initié. Voici donc un survol afin de vous permettre de mieux comprendre cette question de façon objective. Bonne lecture!



La fonte accélérée des glaciers et de la glace marine sur notre planète est censée être l'une des conséquences des changements climatiques liés à l'accroissement des émissions de gaz à effet de serre dans l'atmosphère.

### Qu'est-ce qu'un GES?

L'expression « gaz à effet de serre » fait référence à une famille de gaz dont les molécules ont la propriété d'absorber les radiations infrarouges provenant du soleil et de les emmagasiner sous forme de chaleur. Dégagés par plusieurs processus, dont certains sont naturels, les GES constituent un élément essentiel du mécanisme de contrôle du climat sur notre planète, grâce auquel la vie y est possible (sans ces gaz, la Terre ne serait qu'une boule glacée). Cependant, comme c'est souvent le cas, l'excès d'une bonne chose peut aussi devenir un problème et le phénomène des changements climatiques est généralement reconnu comme étant lié à l'augmentation des GES dans l'atmosphère, en particulier ceux résultant de l'activité humaine.

Le dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ), le méthane ( $\text{CH}_4$ ) et la vapeur d'eau ( $\text{H}_2\text{O}$ ) sont les principaux gaz à effet de serre, mais l'oxyde nitrique ( $\text{NO}$ ), l'ozone ( $\text{O}_3$ ) et les chlorurofluorocarbones (CFC) jouent aussi un rôle important malgré leur rareté relative. Notons que les divers GES n'emmagasinent pas tous la même quantité de chaleur. Par exemple, le méthane absorbe

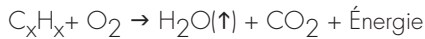
21 fois plus de chaleur par volume que le dioxyde de carbone tandis que l'oxyde nitrique ( $\text{N}_2\text{O}$ ) en absorbe 310 fois plus! L'effet net d'un gaz donné dépend donc de sa capacité d'absorption et de son abondance. Par ordre d'importance relative, les GES se classent ainsi : vapeur d'eau, dioxyde de carbone, méthane et ozone.



Les arbres sont des puits de carbone très efficaces, d'où la prolifération des campagnes de plantation d'arbres ces derniers temps, comme celle entreprise par la FCMQ en juin 2009.

## Les inconvénients de la combustion

Les combustibles fossiles (essence, carburant diesel, etc.) constituent le premier choix en matière de carburant depuis le début de l'ère de la motorisation et de l'industrialisation, et ce, pour une raison très simple : ils offrent un rapport énergie/masse incomparable. La réaction chimique qui se produit dans la chambre de combustion est la suivante :



Dans l'équation ci-dessus,  $C_xH_x$  est l'hydrocarbure et  $O_2$  est l'oxygène.

Malheureusement, bien que la combustion soit relativement efficace pour transformer l'énergie chimique potentielle contenue dans les molécules en énergie cinétique (couple), ses deux sous-produits moléculaires sont les deux GES les plus importants. À titre d'information, la combustion d'un litre d'essence génère 2,3 kg de dioxyde de carbone.



L'industrie de l'aviation est responsable de la combustion de quantités énormes de combustibles fossiles. Les GES produits sont relâchés à haute altitude, où leurs effets néfastes sont pratiquement doublés. Au Canada, les émanations de GES de l'industrie aérienne ont augmenté de 23 % depuis 1990.

## Pas seulement les moteurs



On estime que la production de dioxyde de carbone provenant des cimenteries pourrait bientôt représenter 10 % de la production mondiale de ce GES.

Bien qu'on attribue une partie importante de la production de dioxyde de carbone à l'utilisation répandue des moteurs à combustion interne, les véhicules à moteur ne sont pas les seuls responsables de la surproduction de GES. En effet, tout ce qui fait appel au processus de combustion ou en dépend (des barbecues aux appareils de chauffage au gaz naturel en passant par le soudage à la flamme oxyacétylénique) contribue au problème, du moins en ce qui a trait à la vapeur d'eau et au dioxyde de carbone. La production de  $CO_2$  n'est pas non plus limitée à la combustion, car plusieurs industries et processus de production génèrent aussi d'énormes quantités de ce gaz.

## Et la pollution?

Bien que la pollution de l'air et les GES constituent tous deux des problèmes pour diverses raisons, la plupart des scientifiques et des organismes de réglementation les ont jusqu'à présent traités comme deux questions distinctes. En ce qui concerne les véhicules, le terme « pollution » est généralement utilisé comme substitut pour l'expression « émissions d'échappement ». Dans le cas des véhicules routiers, on parle en général de trois principaux types de gaz et de particules nocifs : les hydrocarbures (HC), le monoxyde de carbone (CO) et l'oxyde d'azote ( $NO_x$ ). Pour les motoneiges, les normes d'émissions d'échappement s'appliquent seulement aux hydrocarbures et au monoxyde de carbone, les composés d'oxyde d'azote constituant une préoccupation surtout en été, quand la température élevée agit comme un catalyseur dans la création du smog. Pour en savoir davantage sur le cadre de réglementation et les exigences en matière d'émissions d'échappement, veuillez visiter le [www.fcmq.qc.ca/Portals/0/setenirinforme/atelier/0000412\\_Techsept2005](http://www.fcmq.qc.ca/Portals/0/setenirinforme/atelier/0000412_Techsept2005).

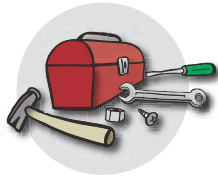
## Réglementation des GES

Censées être à l'origine d'environ un cinquième des émissions de dioxyde de carbone produites par l'ensemble des pays membres, l'Union européenne s'est récemment tournée vers la diminution des émanations provenant des véhicules routiers. À cet effet, la Commission européenne a mis en place un cadre de réglementation visant à réduire les émanations de dioxyde de carbone à une moyenne de 120 g/km pour toutes les voitures neuves d'ici 2015. À plus long terme, on vise des émissions moyennes de 95 g/km en 2020.

Si les réglementations américaines et canadiennes actuelles sur les émissions des véhicules ne ciblent pas les GES, la situation devrait changer à la suite de deux décisions importantes récentes rendues aux États-Unis. La première, une décision de la Cour suprême américaine, décréta que les GES sont des polluants et tombent donc sous la coupe du *Clean Air Act* (la loi gouvernant les normes sur la qualité de l'air). Celle-ci a incité l'EPA tout récemment à émettre un avis indiquant qu'elle considère désormais les GES comme une menace pour la santé publique, l'autorisant ainsi à faire « des efforts raisonnables » pour limiter leurs émissions, ouvrant la voie pour la première fois à une réglementation des émissions de GES, prévue pour prendre effet en 2012. Étant donné que le Canada a tendance à adopter les normes américaines en matière d'émissions et compte tenu des propos récents du gouvernement canadien visant à intégrer la gestion des GES dans un plan nord-américain, il est évident que toutes les démarches relatives à ce dossier seront suivies de près par les autorités canadiennes.

Si les gouvernements nationaux nord-américains ont traîné les pieds en introduisant des normes sur les émanations de GES des véhicules, certains gouvernements ont plutôt choisi d'agir dans ce dossier. La Californie, le leader mondial incontesté dans la réglementation des émissions de véhicules, travaille depuis 2002 à cette fin (allant à l'encontre de l'administration Bush). Maintenant en application, cette réglementation fut ultérieurement adoptée par une quinzaine d'États et quelques provinces canadiennes (notamment la Colombie-Britannique et, tout récemment, le Québec). Pour en savoir davantage sur la nouvelle réglementation

# L'atelier (suite)



adoptée par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, veuillez visiter le [www.mddep.gov.qc.ca/changements/ges/reg-ges-vehicule](http://www.mddep.gov.qc.ca/changements/ges/reg-ges-vehicule).



Les nombreuses innovations technologiques en matière de motorisation diesel ont considérablement amélioré ces moteurs en ce qui a trait à la consommation et aux émissions de carbone. Par exemple, la nouvelle Volkswagen Golf TDI BlueMotion ne consomme que 3,8 l/100 km (74 mi/gal) tout en n'émettant que 99 g/km de dioxyde de carbone.

## Le Protocole de Kyoto

Le Protocole de Kyoto, destiné à limiter la production mondiale des GES d'origine humaine, a établi des lignes directrices pour la production des gaz suivants : le dioxyde de carbone, le méthane, l'oxyde nitrique et trois groupes de gaz fluorés (l'hexafluorure de soufre, les hydrofluorocarbures et les hydrocarbures perfluorés). Le protocole, entré en vigueur en février 2005, a été ratifié à ce jour par 183 pays, à l'exception notable des États-Unis. Il comporte des engagements absolus de réduction des émissions pour 38 pays industrialisés, avec une réduction globale de 5,2 % des émissions de dioxyde de carbone d'ici 2012 par rapport aux émissions de 1990. Ironiquement, le protocole n'impose aucune restriction sur les émanations produites par la Chine et l'Inde, qui sont non seulement les deux pays les plus peuplés de la planète, mais encore des géants économiques en pleine croissance. Signataire du protocole, le Canada devait réduire sa production de GES de 6 % comparativement aux niveaux de 1990. Cependant, les émissions canadiennes ont augmenté de 21,7 % entre 1990 et 2006.



La Chine est le plus grand consommateur de charbon au monde, utilisant principalement ce combustible dans ses nombreuses centrales thermiques. Le pays est déjà un producteur majeur de GES, et ses besoins considérables et croissants en énergie afin d'alimenter son économie seront satisfaits par la construction d'une nouvelle centrale par semaine durant la prochaine décennie.

## Des solutions multidimensionnelles

Si la majorité de notre discussion porta sur le CO<sub>2</sub>, c'est en partie car ce dernier est, sans aucun doute, le GES le plus ciblé par les scientifiques et médias et le plus souvent pointé du doigt comme étant responsable du changement climatique. Cependant, comme nous l'avons mentionné plus tôt, le dioxyde de carbone n'est pas le seul GES produit par l'activité humaine qui contribue au problème. Par conséquent, à plus long terme, tout projet de réduction des émissions de GES irait bien au-delà des véhicules routiers et toucherait à peu près tous les aspects de la vie quotidienne.

## L'hydrogène : carburant de l'avenir?

L'hydrogène (H<sub>2</sub>), l'élément le plus abondant dans l'univers, présente un potentiel considérable comme carburant grâce à sa disponibilité et au fait que le seul produit de sa combustion est la vapeur d'eau. Il est intéressant de noter que contrairement aux carburants traditionnels (hydrocarbures) qui sont des sources d'énergie, l'hydrogène est plutôt un porteur d'énergie, tout comme l'électricité. C'est-à-dire que l'hydrogène sert à transporter l'énergie d'une source primaire jusqu'à son lieu d'utilisation où elle est ensuite relâchée. Si cette caractéristique est pratique et attrayante à certains égards, elle constitue également (avec les problèmes de stockage sécuritaire que pose ce gaz explosif) le plus grand défi à relever avant de pouvoir parvenir à une utilisation plus répandue de l'hydrogène. En effet, le problème n'est pas l'hydrogène même, mais plutôt les sources d'énergie primaire, car si ces dernières sont polluantes ou émettent beaucoup de GES, aucun gain véritable n'est obtenu afin de résoudre le problème environnemental sous-jacent. Le défi est donc de mettre au point des sources d'énergie réellement vertes pour profiter pleinement du potentiel qu'offre l'hydrogène comme carburant. En ce qui concerne les véhicules, il existe deux possibilités principales :

- i) le moteur à hydrogène, qui est en fait un moteur à explosion classique, mais qui utilise l'hydrogène comme carburant au lieu d'un hydrocarbure
- ii) la pile à combustible, qui produit dans un premier temps de l'énergie électrique qui sert ensuite à alimenter un moteur électrique.



L'explosion du dirigeable allemand Hindenburg en 1937 est demeurée gravée dans notre conscience collective comme un exemple des dangers potentiels liés au stockage de l'hydrogène.

## Le saviez-vous?

- Le vol aérien est censé émettre pratiquement la même quantité de dioxyde de carbone par personne et par kilomètre qu'un trajet identique parcouru seul en automobile. Par exemple, un vol aller-retour entre New York et Sydney en Australie produit en moyenne 3 tonnes de CO<sub>2</sub> par personne. Pour calculer l'empreinte carbonique d'un vol, rendez-vous au [www2.icao.int/en/carbonoffset/Pages/default.aspx](http://www2.icao.int/en/carbonoffset/Pages/default.aspx) (disponible uniquement en anglais malheureusement).
- Le taux de dioxyde de carbone dans l'air est passé de 280 à 383 parties par million (ppm) entre 1751 et 2007 pour atteindre son plus haut niveau depuis 2,1 millions d'années. Selon les scientifiques, le taux maximal acceptable que peut supporter notre atmosphère est de 350 ppm (0,035 %).
- Un puits de carbone est un réservoir (naturel ou artificiel) qui absorbe le carbone de l'atmosphère et contribue ainsi à diminuer la quantité de CO<sub>2</sub> atmosphérique. Les principaux puits sont aujourd'hui les océans et les forêts. On estime que le défrichement intensif des forêts tropicales est responsable d'approximativement 25 % des émissions globales de CO<sub>2</sub> en raison du relâchement du carbone stocké par les forêts dans l'atmosphère.
- La séquestration du carbone (parfois appelée piégeage ou emprisonnement du carbone) est le stockage à long terme du CO<sub>2</sub> hors de l'atmosphère. Cette possibilité est actuellement explorée par divers chercheurs, entreprises et pays pour atténuer les effets du réchauffement climatique.
- Les centrales nucléaires, si elles ne produisent aucun GES, génèrent néanmoins des produits secondaires qui demeurent extrêmement toxiques durant des milliers d'années et dont l'entreposage est une science imparfaite.
- Certains scientifiques commencent à se tourner vers la géo-ingénierie afin de résoudre le problème des changements climatiques. L'injection de soufre dans la haute atmosphère pour bloquer les rayons solaires et la fertilisation des océans à l'aide de fer afin de stimuler la croissance d'algues qui pourraient absorber le carbone figurent notamment parmi les solutions proposées.
- Le méthane est un GES qu'on ne peut ignorer dans la guerre contre les changements climatiques, surtout compte tenu de sa production croissante (directement liée à l'activité humaine) ensemble avec sa très forte capacité d'emmagasiner la chaleur. Ce GES, issu de la fermentation de matières organiques animales ou végétales, se dégage des zones humides peu oxygénées comme les marais ou terres inondées, ou encore des sites d'enfouissement de déchets. L'extraction des produits pétroliers contribue aussi à sa production de façon importante, le méthane étant un élément principal du gaz naturel. Même l'élevage du bétail produit ce GES, le gaz se formant dans l'estomac des vaches.

## Pour en finir avec les mythes

### **Mythe n° 1 : Les automobiles hybrides sont moins polluantes que les voitures traditionnelles.**

Une étude approfondie menée par la firme CNW Marketing Research Inc. et intitulée *Dust to Dust : The Energy Cost of New Vehicles From Concept to Disposal* (« De la poussière à la poussière : coût énergétique des nouveaux véhicules de la conception à la mise au rebut ») a examiné la consommation d'énergie de la grande majorité des nouvelles voitures (et des VUS) disponibles sur le marché durant toute leur vie, de l'extraction des ressources primaires jusqu'à la récupération. Présentée en 2006, l'étude a conclu qu'en prenant en compte et en évaluant correctement tous les aspects de la consommation d'énergie, plusieurs voitures hybrides consommaient plus d'énergie (et émettaient donc plus de GES) durant leur vie que certaines automobiles fonctionnant à l'essence seulement.

### **Mythe n° 2 : L'éthanol est un carburant « vert ».**

Certains font la promotion de l'éthanol comme carburant « vert » puisque le produit brut utilisé dans sa production (le maïs étant la source la plus répandue) absorbe le dioxyde de carbone durant sa croissance, agissant ainsi comme un puits de carbone. Bien que cela soit vrai, la production d'éthanol est très énergivore. En effet, diverses études menées par des universités réputées ont estimé que la production d'éthanol à partir de maïs exigeait 1,4 fois plus d'énergie que celui-ci n'en contient, l'énergie en question provenant majoritairement de combustibles fossiles. Les autres sources utilisées, par exemple les biomasses cellulose, s'en tiraient encore moins bien.

### **Mythe n° 3 : Les moteurs à deux temps émettent plus de gaz à effet de serre que les moteurs à quatre temps.**

La production de dioxyde de carbone d'un moteur dépend de sa consommation *nette* de carburant, soit la quantité consommée moins les pertes qui s'échappent sans être brûlées (hydrocarbures imbrûlés). Le type de moteur à combustion interne n'a pratiquement aucune importance à cet égard au-delà de son impact sur la consommation nette de carburant.

### **Mythe n° 4 : Les véhicules électriques constituent la solution aux problèmes des changements climatiques.**

Étant donné que les véhicules électriques sont couramment appelés « véhicules à zéro émission », il n'est pas surprenant que bon nombre de gens les considèrent comme une solution miracle. Cependant, les apparences peuvent être trompeuses et cette conclusion se révèle simpliste. En effet, si les véhicules électriques sont très prometteurs à certains égards et ne génèrent pas d'émissions en roulant, il n'en va pas de même pour la production de l'électricité qui les alimente, notamment dans les deux plus grands marchés au monde, soit les États-Unis et la Chine, où l'approvisionnement en électricité est fourni par des centrales thermiques au charbon dans des proportions respectives de 50 et 80 % qui continuent d'ailleurs de croître. En fin de compte, la production des GES est transférée du tuyau d'échappement du véhicule à la cheminée de la centrale en amont sans pour autant être réduite.