

## LE DIOXYDE DE CARBONE (CO<sub>2</sub>)

Qu'appelle-t-on CO<sub>2</sub> ? Comment se forme-t-il ? Comment est-il recyclé ? Quels sont ses dangers ? Comment calcule-t-on les quantités de CO<sub>2</sub> rejetées par les moteurs d'automobiles ? Comment peut-on réduire les émissions de CO<sub>2</sub> liées à la circulation automobile ? C'est à toutes ces questions que nous répondons dans ce dossier.

### Qu'appelle-t-on CO<sub>2</sub> ?

CO<sub>2</sub> est le symbole chimique de la molécule de *dioxyde de carbone*, également appelée *anhydride de carbone* ou *gaz carbonique*. Cette molécule est constituée d'un atome de carbone (symbole chimique C) et de deux atomes d'oxygène (symbole chimique O), d'où son nom.

### Quelles sont les propriétés du CO<sub>2</sub> ?

Le CO<sub>2</sub> est un gaz incolore, inodore et non toxique qui se dissout facilement dans l'eau. Sa masse volumique est d'environ 2 grammes par litre, soit une densité 1,5 fois supérieure à celle de l'air. D'un point de vue chimique, le CO<sub>2</sub> appartient à la catégorie des gaz neutres, autrement dit il ne se combine qu'avec un tout petit nombre d'éléments.

L'ensemble de ses propriétés physico-chimiques ainsi que sa saveur aigrelette en font un produit indispensable dans l'industrie alimentaire : le CO<sub>2</sub> est utilisé pour la conservation de produits emballés sous atmosphère contrôlée (chips, cacahuètes...) ou pour la gazéification de boissons telles que les eaux de sources, la bière, les jus de fruits, etc...

### Comment se forme le CO<sub>2</sub> rejeté par les moteurs d'automobiles ?

Le CO<sub>2</sub> se forme lors de la combustion de bois, charbon, gaz ou hydrocarbure par réaction du carbone (C) qu'ils contiennent avec l'oxygène (O<sub>2</sub>) de l'air. L'essence automobile contient environ 84 % de carbone, le gazole environ 87 % et c'est justement cette réaction avec l'oxygène qui fournit l'énergie nécessaire pour faire tourner le moteur.

Les rejets de CO<sub>2</sub> sont toujours proportionnels à la quantité de carburant consommé et il est important de noter que les techniques modernes de dépollution (catalyseurs à oxydation ou à réduction) ne visent pas à réduire ces quantités.

### Que devient le CO<sub>2</sub> rejeté dans l'atmosphère ?

Le CO<sub>2</sub> est biodégradable, ce qui signifie qu'il est recyclé de façon naturelle. Ce sont les plantes vertes et en particulier les arbres qui, grâce à leurs feuilles, capturent le

CO<sub>2</sub> présent dans l'atmosphère pour en assimiler le carbone, principal constituant du bois, et en restituer l'oxygène (processus de *photosynthèse*).

Une partie du CO<sub>2</sub> dissous dans l'eau de mer suit le même processus : il est absorbé par les phytoplanctons qui ont besoin du carbone pour leur croissance. L'oxygène ainsi restitué entretient la vie sous-marine.

L'autre partie du CO<sub>2</sub> marin se combine avec l'oxyde de calcium pour former du carbonate de calcium, autrement dit du récif corallien, principal constituant des fonds marins.

### **Quel est le problème posé par le CO<sub>2</sub> atmosphérique ?**

Ni les arbres ni les phytoplanctons ne sont désormais assez nombreux sur terre ou dans les mers pour absorber les énormes quantités de CO<sub>2</sub> rejetées dans l'atmosphère à cause de la consommation massive d'énergie fossile (bois, charbon, gaz, pétrole).

Cette frénésie de consommation d'énergie a débuté au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle pour s'accroître brutalement à partir des années 50 avec le développement de l'automobile, des transports terrestres, fluviaux, maritimes et aériens.

Durant la même période, les surfaces boisées n'ont cessé de diminuer partout dans le monde, principalement à cause de l'exploitation outrancière des ressources forestières ou les déforestations massives pratiquées en Afrique, en Asie et en Amérique du sud. De fait, les analyses régulières de la concentration de l'atmosphère terrestre en CO<sub>2</sub> montrent que celle-ci augmente inexorablement.

Gaz plus massique que l'air, le CO<sub>2</sub> atmosphérique absorbe le rayonnement infra-rouge émis par la Terre, gênant ainsi son refroidissement, c'est ce qu'on appelle l'effet de serre. Le CO<sub>2</sub> présent dans l'atmosphère terrestre contribue donc au réchauffement du climat avec toutes les conséquences qui pourraient en résulter à moyen ou long terme : fonte des glaciers, élévation du niveau des océans, modifications climatiques, désertification...

### **Comment calcule-t-on les émissions de CO<sub>2</sub> d'une voiture ?**

Les émissions de CO<sub>2</sub> sont proportionnelles à la consommation de carburant et tous les constructeurs sont désormais tenus de publier ces valeurs pour l'information du public. C'est pour cette raison que, lors de son homologation, chaque voiture passe sur un banc d'essai en laboratoire pour y mesurer sa consommation selon un cycle normalisé d'une durée totale de 20 minutes. Ce cycle, piloté par un programme informatique, est identique pour toutes les voitures et restitue les conditions de roulage en ville (cycle urbain) et sur route (cycle extra-urbain).

La consommation totale ainsi mesurée, exprimée en *litres aux 100 kilomètres* (symbole l/100 km), est appelée *consommation mixte aux normes de la communauté*

européenne, à ne surtout pas confondre avec la *consommation moyenne* qui, elle, dépend à la fois du style de conduite du conducteur et des parcours empruntés.

L'intérêt de cette norme est de placer tous les modèles de voitures sur un pied d'égalité pour sensibiliser les acheteurs et leur permettre une comparaison objective.

La consommation mixte aux normes CE sert ensuite de base de calcul pour les émissions de CO<sub>2</sub> qui sont exprimés en *grammes par kilomètre parcouru* (symbole g/km). Une simple règle de trois suffit en effet pour faire ce calcul puisqu'un moteur à essence rejette environ 2400 grammes de CO<sub>2</sub> par litre d'essence consommé et un moteur diesel environ 2700 grammes par litre de gazole consommé.

Ainsi il suffit de multiplier par 24 la consommation mixte aux normes CE d'un moteur à essence et par 27 celle d'un moteur diesel pour calculer les émissions de CO<sub>2</sub> exprimées en grammes par kilomètre parcouru.

Exemples :

- un moteur essence dont la consommation mixte aux normes CE s'établit à 6 l/100 km émet théoriquement  $6 \times 24 = 144$  grammes de CO<sub>2</sub> par kilomètre parcouru ;

- un moteur diesel dont la consommation mixte aux normes CE s'établit à 5 l/100 km émet théoriquement  $5 \times 27 = 135$  grammes de CO<sub>2</sub> par kilomètre parcouru.

Ces émissions sont théoriques car elles sont basées sur la consommation mixte, valeur purement théorique ! Les quantités réelles dépendent évidemment de l'état de la voiture, de son chargement, du trajet emprunté, des conditions de circulation et surtout du style de conduite du conducteur. Elles sont parfois très supérieures mais peuvent aussi être nettement inférieures...

### Consommation et émissions de CO<sub>2</sub>...

Voici un tableau qui indique les quantités de CO<sub>2</sub> émises en fonction de la motorisation et de la consommation réelle de la voiture :

REJETS CO <sub>2</sub>	4 l/100 km	5 l/100 km	6 l/100 km	7 l/100 km	8 l/100 km	9 l/100 km	10 l/100 km
ESSENCE	96 g/km	120 g/km	144 g/km	168 g/km	192 g/km	216 g/km	240 g/km
DIESEL	108 g/km	135 g/km	162 g/km	189 g/km	216 g/km	243 g/km	270 g/km

[www.ifrance.com/adilca](http://www.ifrance.com/adilca)

### Bilan carbone annuel par pays...

Les pays qui ont signé le protocole de Kyoto sur l'environnement (1997) sont invités à faire leur bilan carbone annuel. Cette opération consiste à calculer les quantités de CO<sub>2</sub> émises dans l'atmosphère en se basant sur les volumes de bois, de charbon, de gaz et de pétrole consommés.

Rien n'empêche les automobilistes d'en faire autant à titre individuel. Pour cela, il suffit de noter sur un petit carnet la quantité de carburant versée dans le réservoir à chaque plein ainsi que le kilométrage correspondant.

Outre la consommation réelle, ce petit carnet permet de calculer le budget carburant et la quantité de CO<sub>2</sub> rejetée dans l'atmosphère.

Exemple : un conducteur qui a parcouru 100 000 kilomètres dans l'année avec 7500 litres de gazole a dépensé plus de 10 000 € en carburant, consommé en moyenne 7,5 litres aux 100 kilomètres et émis au total plus de 20 tonnes de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère.

### Bilan carbone annuel par conducteur...

Voici à quoi peut ressembler un bilan carbone annuel :

ESSENCE	4 l/100 km	5 l/100 km	6 l/100 km	7 l/100 km	8 l/100 km	9 l/100 km	10 l/100 km
15 000 km/an	1,4 T	1,8 T	2,2 T	2,5 T	2,9 T	3,24 T	3,6 T
30 000 km/an	2,9 T	3,6 T	4,3 T	5 T	5,8 T	6,5 T	7,2 T
60 000 km/an	5,8 T	7,2 T	8,6 T	10,1 T	11,5 T	13 T	14,4 T
100 000 km/an	9,6 T	12 T	14,4 T	16,8 T	19,2 T	21,6 T	24 T

[www.ifrance.com/adilca](http://www.ifrance.com/adilca)

DIESEL	4 l/100 km	5 l/100 km	6 l/100 km	7 l/100 km	8 l/100 km	9 l/100 km	10 l/100 km
15 000 km/an	1,6 T	2 T	2,4 T	2,8 T	3,2 T	3,7 T	4 T
30 000 km/an	3,2 T	4 T	4,9 T	5,7 T	6,5 T	7,3 T	8,1 T
60 000 km/an	6,5 T	8,1 T	9,7 T	11,4 T	13 T	14,6 T	16,2 T
100 000 km/an	10,8 T	13,5 T	16,2 T	18,9 T	21,6 T	24,3 T	27 T

[www.ifrance.com/adilca](http://www.ifrance.com/adilca)

Et les camions ? Un maxi-code moderne consomme 33 litres de carburant aux 100 kilomètres. Prévu pour parcourir 150 000 kilomètres par an, il va rejeter environ 135 tonnes de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère chaque année, soit plus de 3 fois sa masse !...

### Taxer les émissions de carbone...

Les campagnes d'information et de prévention s'avérant souvent inefficaces, il n'est pas impossible que les gouvernements qui souhaitent réellement réduire les émissions de CO<sub>2</sub> (ils s'y sont engagés...) n'aient pas d'autre choix que certaines méthodes coercitives bien connues...

Parmi les plus souvent évoquées :

- bonus-malus carbone à l'achat d'une voiture neuve,
- vignette carbone,
- taxe carbone,
- quota d'émissions par voiture,
- etc.

## **Comment réduire les émissions de CO<sub>2</sub> liées à la circulation automobile ?**

C'est l'affaire de tous car, pour réduire les émissions de CO<sub>2</sub>, il faut utiliser des voitures moins gourmandes, réduire les kilométrages parcourus quand c'est possible, ou quand ce n'est pas possible, réduire la consommation de carburant liée au style de conduite. Mais comment y parvenir ?

Les constructeurs devront alléger les voitures, améliorer leurs performances aérodynamiques ainsi que le rendement des moteurs. Mais, s'agissant de ce dernier point, les plus gros progrès ont déjà été accomplis et il n'y a guère de miracle à attendre.

Les aménageurs de la voirie devront apprendre à réduire ou supprimer les causes de ralentissements inutiles (giratoires, stops, feux) car ce sont principalement les relances en agglomération qui sont gourmandes en carburant. La synchronisation des feux tricolores, par exemple, permet de substantielles économies d'énergie et de pollution. Et pourquoi pas un bilan carbone obligatoire pour tout nouvel aménagement de la voirie ?

Les automobilistes soucieux de leur portefeuille et de l'environnement devront apprendre à conduire avec modération, par exemple en évitant les démarrages puissants, les accélérations inutiles et les freinages tardifs.

La vitesse est une autre source de gaspillage d'énergie et donc d'émissions inutiles de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère :

- une voiture qui circule à 130 km/h au lieu de 110 km/h consomme au moins 20 % de carburant en plus<sup>(\*)</sup>, ce qui augmente d'autant les quantités de CO<sub>2</sub> émises.

- un camion maxi-code moderne qui circule à 90 km/h au lieu de 80 km/h consomme environ 4 l/100 km de carburant en plus<sup>(\*\*)</sup>, ce qui représente près de 11 kilogrammes de CO<sub>2</sub> inutilement émis dans l'atmosphère tous les 100 kilomètres...

Par conséquent, l'une des solutions les plus radicales pourrait consister à réduire les vitesses maximales autorisées sur autoroute, par exemple à 110 km/h pour les voitures et à 80 km/h pour les camions...

Mais on peut encore faire mieux ! D'autres gains sont encore possibles en adoptant la vitesse de croisière, confondue à tort avec la vitesse permise par la réglementation...

En effet, maintenir les 110 km/h, c'est trop demander aux petites voitures dont la motorisation n'est pas conçue pour soutenir une telle vitesse de croisière (voir dossier ADILCA "*vitesse*") !

Or, adopter la vitesse de croisière permet d'ores et déjà de réduire sensiblement le budget carburant et donc les rejets de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère.

Qu'on se le dise !

(\*) Tests effectués en situations réelles, mesures publiées dans la revue "AutoPlus" n°1086 et 1100.

(\*\*) Caractéristiques du camion : maître-couple 10 m<sup>2</sup>; Cx 0,9 ; masse 40 t ; ensemble monté sur 12 pneumatiques générant une résistance au roulement supposée indépendante de la vitesse ; rendement du bloc propulseur supposé égal à ½ et indépendant du régime moteur.

association adilca

[www.ifrance.com/adilca](http://www.ifrance.com/adilca)

\* \* \*