

## LES OXYDES D'AZOTE (NO<sub>x</sub>)

Qu'appelle-t-on NO<sub>x</sub> ? Quel est le seuil d'alerte d'une pollution au NO<sub>2</sub> ? Où, quand et comment se forme-t-il ? Quels sont ses dangers ? Les émissions de NO<sub>2</sub> sont-elles réglementées ? Comment peut-on s'en débarrasser ? C'est à toutes ces questions que nous répondons dans ce dossier.

### Qu'appelle-t-on NO<sub>x</sub> ?

Nox est le terme générique qui désigne tantôt le monoxyde d'azote (NO), tantôt le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>). En réalité, peu importe l'appellation puisque le monoxyde d'azote (NO) formé dans les moteurs d'automobiles ou ailleurs n'a qu'une existence éphémère, il se transforme instantanément en dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) au contact de l'air.

NO<sub>2</sub> est le symbole chimique de la molécule de *dioxyde d'azote*. Cette molécule est constituée d'un atome d'azote (symbole chimique N) et de deux atomes d'oxygène (symbole chimique O), d'où son nom.

### Quelles sont les dangers du NO<sub>2</sub> ?

Il existe au moins quatre solides raisons de considérer le NO<sub>2</sub> comme un polluant redoutable :

- le NO<sub>2</sub> est un gaz toxique irritant et suffocant puissant qui présente un réel danger pour la population.
- le NO<sub>2</sub> est un gaz à effet de serre au pouvoir de réchauffement par unité de masse très supérieur à celui du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>).
- le NO<sub>2</sub> est un précurseur de l'ozone (O<sub>3</sub>), lui même irritant puissant qui se forme spontanément dans l'air en présence de NO<sub>2</sub> par mutation de l'oxygène atmosphérique (O<sub>2</sub>).
- le NO<sub>2</sub> n'est pas biodégradable ; une fois dans l'atmosphère, il se transforme en acide nitrique (HNO<sub>3</sub>) à l'origine des pluies acides qui rongent le béton et la végétation.

### Quel est le seuil de pollution au NO<sub>2</sub> ?

La qualité de l'air dans les grandes villes est devenue une préoccupation constante. En Ile-de-France (1<sup>ère</sup> région de France avec 11 millions d'habitants) cette qualité est contrôlée en permanence par une cinquantaine de capteurs dont une dizaine sont installés dans Paris intra-muros.

Ces capteurs mesurent la concentration dans l'air des principaux polluants tels que le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), l'ozone (O<sub>3</sub>), le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) et les particules (PM).

Il existe deux niveaux de pollution au dioxyde d'azote : un seuil de recommandation à partir d'un taux de concentration de 200 micro grammes ( $2 \times 10^{-7}$  kg) de NO<sub>2</sub> par mètre cube d'air ; un seuil d'alerte, fixé à 400 micro grammes ( $4 \times 10^{-7}$  kg) de NO<sub>2</sub> par mètre cube d'air.

À noter que le seuil de recommandation correspond à la présence d'un seul gramme de NO<sub>2</sub> dans un volume équivalent à celui d'un immeuble de 5 étages !...

La recommandation entraîne un abaissement systématique de 20 km/h des limitations de vitesse applicables en dehors des agglomérations.

L'alerte au dioxyde d'azote entraîne un abaissement de 30 km/h des limitations de vitesse applicables en dehors des agglomérations et, si ça ne suffit pas, des restrictions de circulation ou même carrément des interdictions totales peuvent être imposées en cas de pollution persistante.

### **Quel est le seuil de pollution à l'ozone ?**

Comme pour le dioxyde d'azote, il existe deux niveaux de pollution à l'ozone : un seuil de recommandation à partir d'un taux de concentration de 180 micro grammes ( $1,8 \times 10^{-7}$  kg) de O<sub>3</sub> par mètre cube d'air ; un seuil d'alerte, fixé à 360 micro grammes ( $3,6 \times 10^{-7}$  kg) de O<sub>3</sub> par mètre cube d'air.

Étant donnée la corrélation entre émissions de NO<sub>2</sub> et présence de O<sub>3</sub> dans l'atmosphère, le seuil d'alerte à l'ozone est généralement atteint le premier, d'où le nombre de pollutions à l'ozone alors qu'il s'agit très souvent de pollutions causées par la présence de dioxyde d'azote.

Recommandation ou alerte à l'ozone entraînent les mêmes mesures que celles prévues pour le dioxyde d'azote.

### **Comment se forme le NO<sub>2</sub> rejeté par les moteurs d'automobiles ?**

Le secteur des transports est responsable de plus de la moitié des émissions totales de NO<sub>2</sub> dans l'atmosphère. En effet, celui-ci se forme lors de la combustion d'un carburant quelconque dans des conditions de pression et de température élevées, par réaction des composants de l'air que sont l'oxygène (O<sub>2</sub>) et l'azote (N<sub>2</sub>).

Les quantités de NO<sub>2</sub> émises sont très variables, elles dépendent de nombreux facteurs : le style de conduite bien sûr, mais surtout le type de véhicule, les conditions de circulation et les conditions atmosphériques.

On admet que les moteurs diesel rejettent en moyenne 4 fois plus de dioxyde d'azote que les moteurs à essence de même catégorie, à cause de l'important volume d'air introduit dans les cylindres à l'admission (suralimentation) et du fort taux de compression inhérent à ce type de motorisation.

On a constaté également que, quelles que soient les motorisations, ces rejets augmentent sensiblement en circulation urbaine, notamment dans les embouteillages, et plus particulièrement aux périodes de grosse chaleur ou de fort ensoleillement.

### **Les émissions de NO<sub>2</sub> sont-elles réglementées ?**

Les premières réglementations anti-pollution édictées en France datent de 1972 et ne concernaient que les émissions de monoxyde de carbone (CO) mesurées au ralenti !

Depuis, les normes sont devenues européennes (normes EURO) et se sont adaptées aux caractéristiques du parc automobile comme aux exigences de l'environnement.

Mais contrairement à la législation américaine qui reste neutre en terme de carburant, la norme EURO applicable aux voitures fait la distinction entre essence et diesel, particulièrement en matière d'émissions de NO<sub>2</sub> :

voitures particulières	<b>EURO IV (2005)</b>	<b>EURO V (2009)</b>	<b>EURO VI (2014)</b>
<b>essence</b>	0,06 g/km	0,06 g/km	0,06 g/km
<b>diesel</b>	0,25 g/km	0,18 g/km	0,08 g/km

La norme EURO applicable aux véhicules industriels tient compte de l'énergie produite afin de ne pas pénaliser les gros camions :

véhicules industriels (camions, cars, bus...)	<b>EURO IV (2005)</b>	<b>EURO V (2009)</b>	<b>EURO VI (2014)</b>
	3,5 g/kWh	2 g/kWh	0,4 g/kWh

Comment interpréter cette norme ? Un camion maxi-code moderne<sup>(\*)</sup> qui circule à 90 km/h sur une route horizontale doit développer une puissance d'environ 115 kW et donc produire une énergie d'environ 115 kWh<sup>(\*\*)</sup> pour parcourir 90 kilomètres.

Dans de telles conditions, l'émission maximale tolérée, actuellement de 2,55 grammes de NO<sub>2</sub> par kilomètre, sera abaissée à 0,51 gramme de NO<sub>2</sub> par kilomètre à partir de 2014, soit tout de même de quoi polluer un volume équivalent à celui d'un immeuble de 5 étages en moins de 2 kilomètres et en moins de 2 minutes... Mais il s'agit-là de la limite admissible, on espère que les meilleurs feront mieux...

### **Comment peut-on se débarrasser du NO<sub>2</sub> ?**

Le NO<sub>2</sub> n'étant pas biodégradable, il faut en supprimer la source ou, quand ce n'est pas possible, travailler à le réduire, au sens chimique du terme.

Il existe actuellement deux procédés techniques capables de réduire les quantités de NO<sub>2</sub> émises par les véhicules en circulation :

- la vanne EGR (*Exhaust Gas Recirculation*), technique primitive qui consiste à réintroduire les gaz d'échappement à l'admission afin de réduire le dioxyde d'azote dans le processus de combustion.

- la technologie SCR (*Selective Catalyst Reduction*), technique actuellement la plus aboutie qui consiste à réduire le NO<sub>2</sub> présent dans les gaz d'échappement grâce à un catalyseur à réduction.

Outre son coût de fabrication nettement plus élevé, cette technologie présente l'inconvénient de devoir fonctionner avec un additif à base d'ammoniac (NH<sub>3</sub>) stocké dans un réservoir indépendant. Pour des raisons de commodité et de sécurité, cet additif n'est pas de l'ammoniac pur mais une préparation diluée (NH<sub>2</sub>COOH) incolore et inodore commercialisée sous le nom d'AdBlue<sup>®</sup>.

L'additif est injecté directement dans la ligne d'échappement, en amont du catalyseur. La réaction catalytique réduit le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) en azote atmosphérique (N<sub>2</sub>), vapeur d'eau (H<sub>2</sub>O) et dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) inoffensifs.

La proportion idéale pour traiter 1 gramme de dioxyde d'azote est 1,8 grammes d'additif. La réaction produit alors 0,7 gramme d'azote, 0,8 gramme de vapeur d'eau et 1,3 grammes de dioxyde de carbone.

Produire du dioxyde de carbone pour se débarrasser du dioxyde d'azote, n'est-ce pas un paradoxe ? Cela prouve la dangerosité du dioxyde d'azote, et entre deux maux, il faut choisir le moindre.

Les amateurs de diesel devront s'y faire. En effet, avec l'abaissement des seuils imposés, la technologie SCR pour l'instant réservée aux camions s'imposera dès 2014 aux voitures particulières destinées au marché européen. Des voitures ainsi équipées circulent déjà en Californie...

(\*) *Caractéristiques du camion : maître-couple 10 m<sup>2</sup>; Cx 0,9; ensemble monté sur 12 pneumatiques supportant chacun une charge moyenne de 3,3 tonnes et générant une résistance au roulement de 25 N/t.*

(\*\*) *Le kilowattheure (symbole kWh) est une unité d'énergie : 1 kWh = 3,6 MJ.*

association adilca

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

\* \* \*