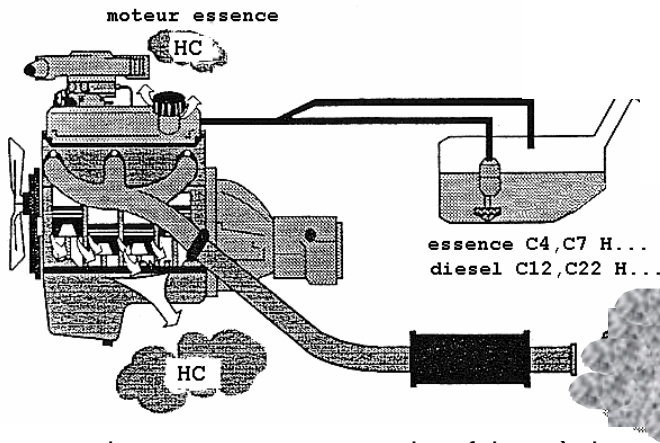


LA POLLUTION AUTOMOBILE



1 / LES PRINCIPALES SOURCES DE POLLUTION.

Pour les moteurs thermiques différentes sources de rejets de polluants sont possibles.



Les vapeurs d'essence qui s'évaporent du réservoir sont emprisonnées dans le canister. Source de pollution possible si les canalisations sont obstruées.

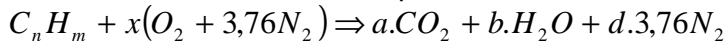
La composition des gaz d'échappement dépend:

- de l'architecture du moteur,
- de la combustion
- de la qualité et de la composition du mélange
(Richesse , homogénéité , carburant)

les gaz de carter, provenant des fuites à la segmentation, sont réaspirés, brûlés, et se retrouvent dans les gaz d'échappement. Ils dépendent de l'état d'usure du moteur et de l'état de l'huile moteur.

LES POLLUANTS PRODUITS PAR LA COMBUSTION.

➤ En théorie, la combustion est complète :



La combustion rejète du dioxyde de carbone, de l'eau et de l'azote.

➤ En réalité, cette combustion complète ne peut ne peut avoir lieu :

La présence de très fortes contraintes de température et de pression, d'additifs dans les carburants, d'anomalies d'homogénéité, de richesse, de vaporisation. . . entraînent des recombinaisons chimiques diverses :



- ♦ CO Monoxyde de carbone
- ♦ HC Hydrocarbures imbrulé
- ♦ N₂ Azote
- ♦ CO₂ Dioxyde de carbone
- ♦ O₂ Oxygène
- ♦ H₂O Eau
- ♦ SO₂ Dioxyde de soufre
- ♦ NO_x Oxyde d'azote
- ♦ Particules Carbones, suies

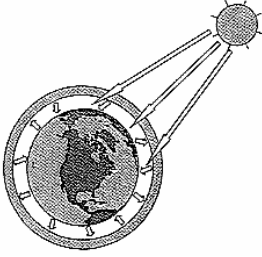
Rq :

- Le gazole riche en carbone, favorise la production de particules de carbone (suies)
- seule le gazole produit du dioxyde de soufre SO₂.

Certains gaz sont très toxiques et font l'objet d'une législation sévère. Ils sont considérés par la législation comme étant **les POLLUANTS**.

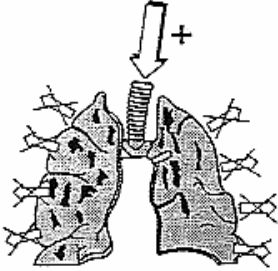
2 / LES POLLUANTS ET LEURS EFFETS PHYSIOLOGIQUES.

- ❖ Dioxyde de carbone **CO₂** : : incolore et inodore



Le dioxyde de carbone n'est pas nocif pour les êtres vivants. Par contre, il absorbe et ré émet une partie du rayonnement infrarouge émis par la terre vers le sol. Cet **EFFET DE SERRE** produit des dommages sur l'environnement car il participe au réchauffement de la surface de la Terre.
Incidence sur l'environnement : Effet de serre.

- ❖ Monoxyde de carbone **CO** : incolore, inodore et insipide. (imperceptible)



Le monoxyde de carbone bloque l'alimentation en oxygène du sang, au niveau pulmonaire, **provoquant l'asphyxie**.
Ce gaz est mortel en 30 min à partir d'une concentration de 0,3%, ; il peut causer des maux de tête, vertiges ou pertes de connaissances pour des doses plus faibles.

- ❖ Hydrocarbure **HC** :



Il existe différents types de HC (compositions). Selon leur composition, ils sont :
- inodores, d'un goût sucré, d'odeur piquante
- **irritants** pour les muqueuses, d'un effet narcotique ou **cancérogène**.
Incidence sur l'environnement : Provoque le Smog « Brouillard de fumée »

- ❖ Oxydes d'azote **Nox** :

Les oxydes d'azote sont sous forme de NO ou NO₂
Le NO est inodore, incolore et insipide, en se combinant avec l'hémoglobine du sang, **il provoque la paralysie**.
Le NO₂ est d'odeur forte et piquante. Il **détruit les cellules pulmonaires**.
Incidence sur l'environnement : Provoque des pluies acide et du Smog



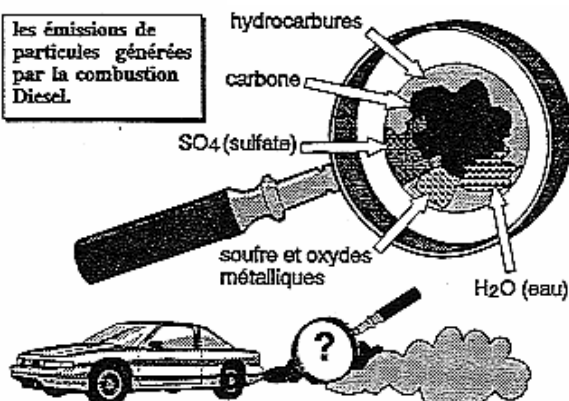
- ❖ SO₂ + Nox : Dioxyde de soufre **SO₂**

Le phénomène de pluies acides a pour origine les émissions en grandes quantités d'oxydes d'azote et d'oxydes de soufre qui, à travers un processus complexe sous l'action des rayons solaires, se transforment respectivement en acide nitrique et acide sulfurique.

Le SO₂ est incolore, d'odeur suffocante et piquante. Ce gaz est un produit **très irritant pour les voies respiratoires**.

Incidence sur l'environnement : Provoque des pluies acide

- ❖ Les particules carbonées, suies.

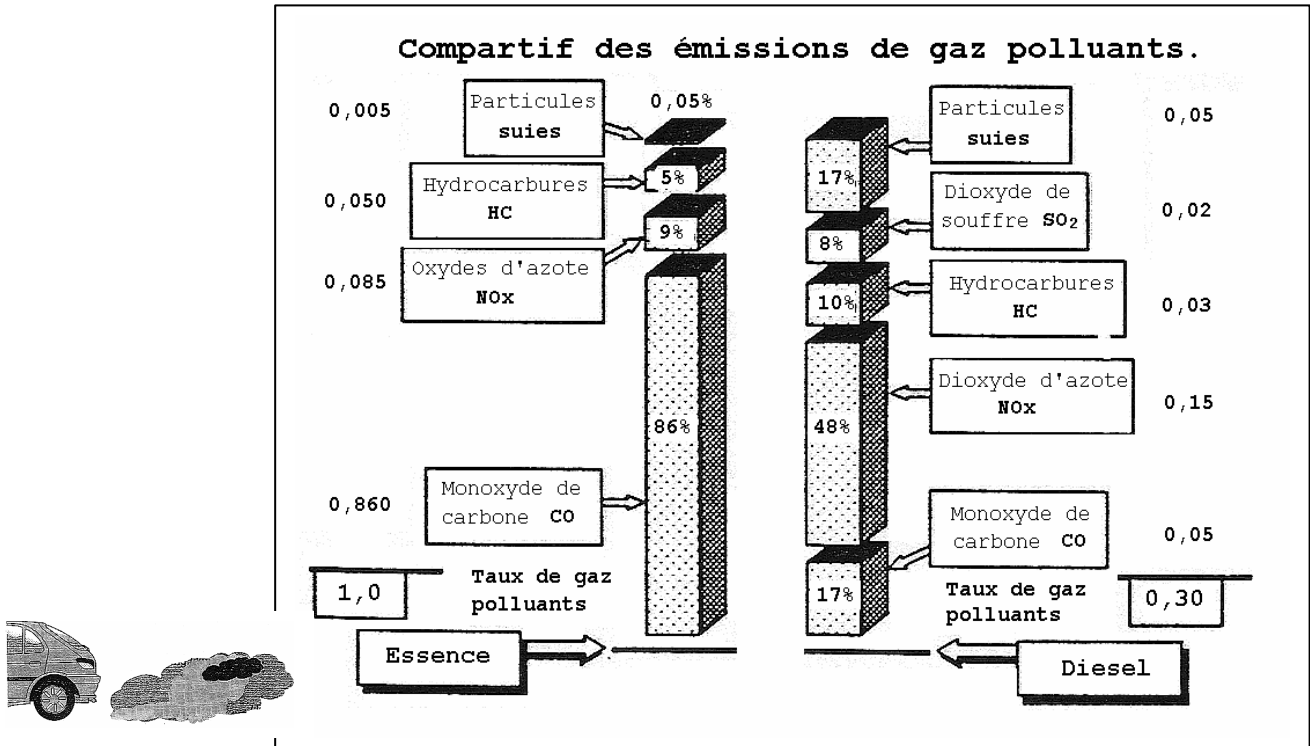


Les gaz d'échappement des moteurs essence et diesel contiennent des particules. Les particules émises par le moteur diesel (suies) sont en plus grand nombre.

Les particules "Diesel" contiennent :

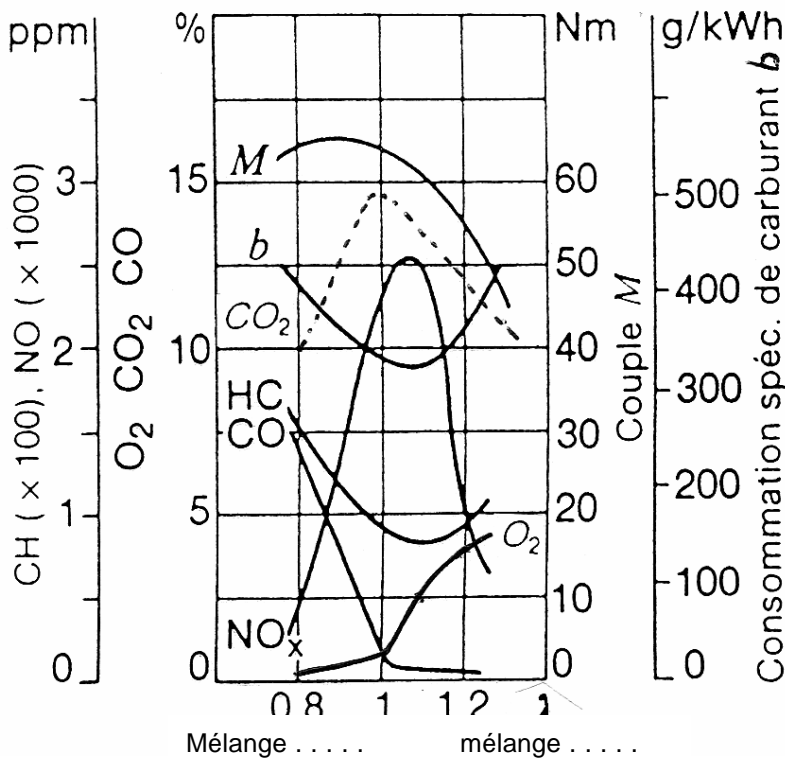
- Le noyau en carbone de couleur opaque, peu inoffensif pour la santé.
- Différents hydrocarbures nocifs **cancérogène** et d'odeur désagréable.

En l'absence de tout système de dépollution le moteur diesel est moins polluant que le moteur essence.



3 / PRINCIPALES EVOLUTIONS DES POLLUANTS A L 'ECHAPPEMENT.

La composition du mélange exerce une influence prépondérante sur la composition des gaz d'échappement.



Essai représentatif du fonctionnement moteur essence à charge partielle, régime et remplissage constant.

ppm	Volume en %
1 000 000	100 % vol
10 000	1 % vol
100	0,01 % vol

Echelle
 1 mm | %
 1 mm | ppm

Rq: Le CO et les HC évoluent de façon inverse / aux NOx.

Evolution des composants chimiques des gaz d'échappements.

le CO : Le monoxyde de carbone est produit par un **manque d'oxygène** (il se combine avec l'oxygène pour produire du CO₂ ($2 \text{ CO} + \text{O}_2 \Rightarrow 2 \text{ CO}_2$)
 Donc il diminue avec l'indice d'air λ (augmente avec la richesse).
 L'AA, N, le taux de remplissage n'influence pas le CO.

les HC : Tous les hydrocarbures partiellement oxydés ou non oxydés donnent des imbrûlés. Les principales causes sont : - manque d'oxygène ou d'homogénéité.
 - vitesse de combustion trop faible.

- quand la richesse "R" augmente. \Rightarrow Excès de carburant.
- quand la richesse R diminue. \Rightarrow La vitesse de propagation de la combustion diminue.
- quand il y a un faible taux de remplissage et N augmente. \Rightarrow La dispersion cyclique augmente
- quand l'AA est importante : Vitesse de combustion diminue.
- quand le taux de remplissage est important et N augmente : T° Ech importante, turbulence importante.

les NOx : La formation de NOx (réaction de l'azote et de l'oxygène) se produit à environs 2000 à 3000°C, lorsque la température est la plus élevée.

Maximum pour un indice d'air $\lambda = 1,06$ (R = 0,95) \Rightarrow T° maximale de combustion

- Avec le taux de remplissage, avec l'augmentation de l'AA. (T° élevé).
- Si la richesse augmente : par manque d'oxygène, par diminution de la T° de combustion.
- Si la richesse diminue : La vitesse de combustion diminue, ainsi que la T° de combustion.

Exploitation des courbes :

Polluant		HC	CO	NOx	O ₂	CO ₂
		(ppm)	(%)	(ppm)	(%)	(%)
Lambda						
0,9	Riche	125	3,9	1270	0,52	12,5
1,1	Pauvre	85	0,3	2500	2,6	13

En mélange légèrement pauvre :

- HC : **relativement faibles** \Rightarrow excès d'oxygène
- CO : **très faible** \Rightarrow excès d'oxygène
- NO : **élevé** car en mélange pauvre (la T° de comb est importante)

En mélange légèrement riche :

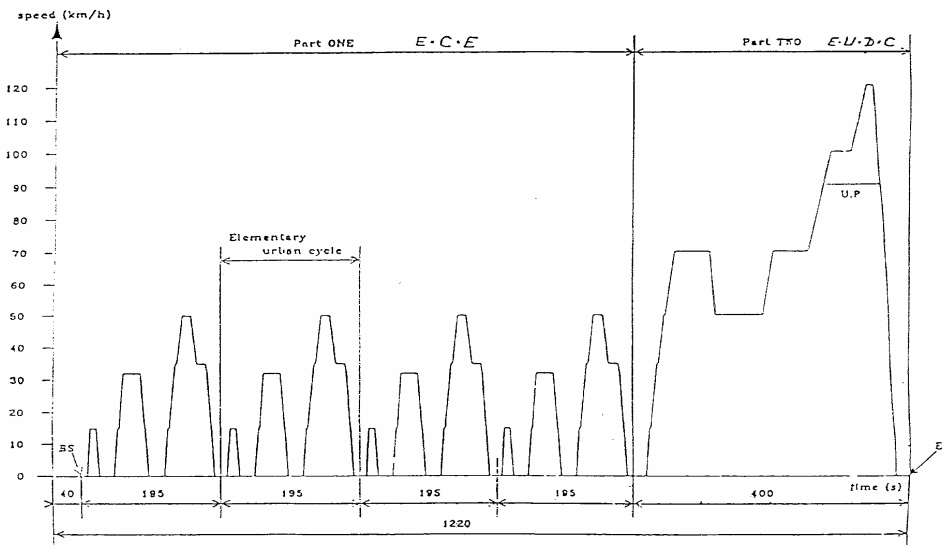
- HC et CO : **important** \Rightarrow pas assez d'oxygène
- NO : **faible**

4 / REGLEMENTATION DES POLLUANTS EN FRANCE.

Il existe **2 types de normes** : les normes d'homologation constructeur et les normes de contrôle.

- La norme d'homologation concerne le constructeur qui doit soumettre le véhicule à homologuer à un test spécifique appelé cycle Extra Urbain Drive Cycle (EUDC). Ce test permet de déterminer la teneur de certains gaz polluants émis par les gaz d'échappement.

Cycle d'homologation.



Evolution de la réglementation.

Limites des polluants pour les VP et VU inf à 3,5 tonnes

Moteur essence :

Norme	Limites des polluants en g/km				Date d'application
	CO	HC	NOX	HC+NOX	
Euro II	2.2			0.5	Janvier 96
Euro III	1.5	0.2	0.15	0.2	Janvier 00
Euro IV	1	0.1	0.08		Janvier 05

Moteur diesel

Norme	Limites des polluants en g/km				Date d'application
	CO	Particules	NOX	HC+NOX	
Euro II	1	0,08	0,7IND à 0,9DI	0,7IND à 0,9DI	Janvier 96
Euro III	0,64	0,05	0,5	0,56	Janvier 00
Euro IV	0,5	0,025	0,25	0,3	Janvier 05

CO, HC --> 80% des émissions sur cycle sont produites avant l'amorçage du catalyseur

Nox --> Une partie provient des émissions avant amorçage du catalyseur (ordre de grandeur 40%)

--> Le reste vient en particulier des points de fonctionnement pour lesquels la charge est importante.

- La norme de contrôle (moteur à essence) spécifie la valeur de contrôle de CO et de lambda, selon le véhicule et l'année, ainsi que les conditions d'essais et le matériel de contrôle.

Arrêté du 5 juillet 1994 (NOR : EQU5 9401 220A et 221 A)

Cet arrêté est issu de la directive européenne N°92/55/CEE du conseil du 22/06/92 relatif au contrôle des émissions d'échappement. Il s'appuie également sur le code de la route et notamment des articles R 69 etc 117-1 à R 122, pour les véhicules à moteur dont le poids n'excède pas 3,5t. Seule la partie concernant les véhicules à essence est ici mentionnée.

Type de véhicule	véhicules concernés date de la 1 ^{ère} M E C	date effective de l'application	Polluants et conditions
------------------	---	---------------------------------	-------------------------

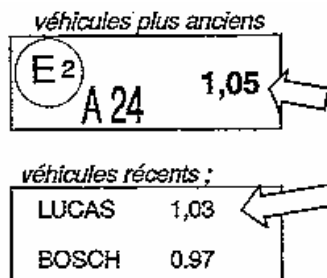
essence tous types sans catalyseur	01/10/72 ⇨ 30/09/86	1 ^{er} octobre 1994 qui nécessite une contre-visite lors du contrôle technique.	CO < 4,5 % au ralenti moteur chaud (80°C)
	01/10/86 ⇨		CO < 3,5 % au ralenti moteur chaud (80° C)
essence tous types avec catalyseur	Tous types avec catalyseur.	1 ^{er} janvier 1997 qui nécessite une contre-visite lors du contrôle technique.	CO ≤ 0,5 % au ralenti moteur chaud (80° C) et CO < 0,3 % à N ≥ 2000 tr/min avec λ = 1 +/- 3% moteur chaud (80° C)

➤ La norme de contrôle (moteur diesel).

A partir du 1^{er} janvier 1996 s'applique la norme française NF R 10-025. contrôle obligatoire de l'opacité lors du contrôle technique pour les véhicules routiers équipés d'un moteur diesel.

Type de véhicule	véhicules concernés date de la 1 ^{ère} M E C	date effective de l'application	Polluants et conditions
Diesel tous types Atmosphériques	01/01/80 ⇨	1 ^{er} janvier 1996 qui nécessite une contre-visite lors du contrôle technique.	Coef d'opacité ≤ 2,5m ⁻¹ (**) moteur chaud (80°C)
Diesel tous types Turbo-compressés			Coef d'opacité ≤ 3,0m ⁻¹ (**) moteur chaud (80°C)

(**) Si des valeurs plus strictes sont indiquées sur une plaque ou un autocollant à l'avant droit du véhicule, ce sont ces valeurs qui font référence :



La valeur mesurée peut alors être comparée à celle indiquée comme limite par le constructeur. Cette valeur (d'homologation) est habituellement mentionnée sur une étiquette collée dans l'habitacle moteur.