

Chapitre 04 :

Formation de polluants

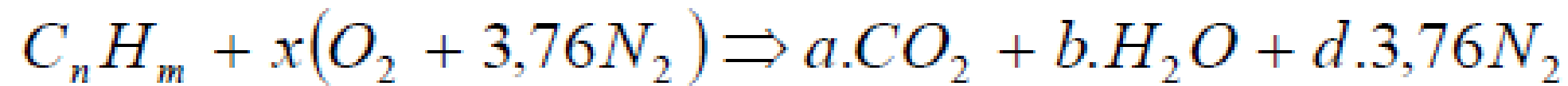
4-1 Monoxyde de Carbone

4-2 Hydrocarbures imbrulés

4-3 Formation des aromatiques

4-4 Formation des suies

4-5 Formation des NO_x



LES POLLUANTS PRODUITS PAR LA COMBUSTION.

➤ En théorie, la combustion est complète :



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

Les émissions polluantes de l'automobile sont des gaz ou vapeurs relâchés dans l'atmosphère à la suite de la combustion incomplète du moteur à essence. La combustion complète du mélange air-essence ne peut être obtenue avec le carburant essence à cause des zones froides de la chambre de combustion, du changement continu du rapport air/essence, de la température de l'air d'admission pour le mélange et celle du moteur qui ne sont pas constantes et des conditions de conduite variables :

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

Remarque :

- 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. Ils sont considérés par la législation comme étant **les POLLUANTS**.

4-1 Monoxyde de carbone .CO

Gaz incolore, inodore et insipide

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.

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 augmente avec la richesse).

Dans le cas d'un mélange riche (trop de carburant, pas assez d'air), certains atomes qui constituent la molécule d'hydrocarbure ne trouvent pas de "partenaire oxygène" en nombre suffisant puisque l'air manque, ils ne sont donc pas oxydés complètement et se retrouvent dans les gaz d'échappement sous forme de particules carbonées, d'hydrocarbures imbrûlés (symbole chimique HC) ou de monoxyde de carbone (symbole chimique CO),

4-2 Hydrocarbures imbrûlés: HC

L'essence liquide est constituée d'un mélange d'hydrocarbures (HC) différents.

Ceux qui se retrouvent dans les gaz d'échappement sont appelés "imbrûlés": Cette combustion incomplète est typique des moteurs 2-temps dénués de système d'injection (petits scooters, tondeuses, engins de chantier, moteurs de bateau) et, dans une moindre mesure, des moteurs 4-temps.

Certains imbrûlés – tels le benzène C_6H_6 et le toluène C_7H_8 – sont très nocifs pour la santé humaine. Ils provoquent des maladies cardiovasculaires et même des crises cardiaques. Ils s'attaquent aussi au matériel génétique (ADN) contenu dans les cellules, augmentant les risques de cancer.

Les moteurs de voitures – essence ou diesel – produisent peu d'imbrûlés, grâce au pot catalytique qui en élimine plus de 90%.

Les voitures sont responsables de 58 % des émissions des hydrocarbures imbrûlés dans l'air.

4-3 Formation des aromatiques

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) Sont dangereux pour la santé car cancéroogènes, ils sont des hydrocarbures aromatiques constitués de plusieurs cycles benzéniques

" Les HAP sont la plupart du temps dans les gaz d'échappement des moteurs à essence ; il s'agit dans ce cas des HAP de masse moléculaire la plus faible qu'on appelle HAP légers.

" Parmi les HAP, le benzo(a)pyrène $C_{20}H_{12}$ (BaP) est le plus dangereux pour la santé, il est émis pratiquement au même taux par un véhicule essence ou Diesel

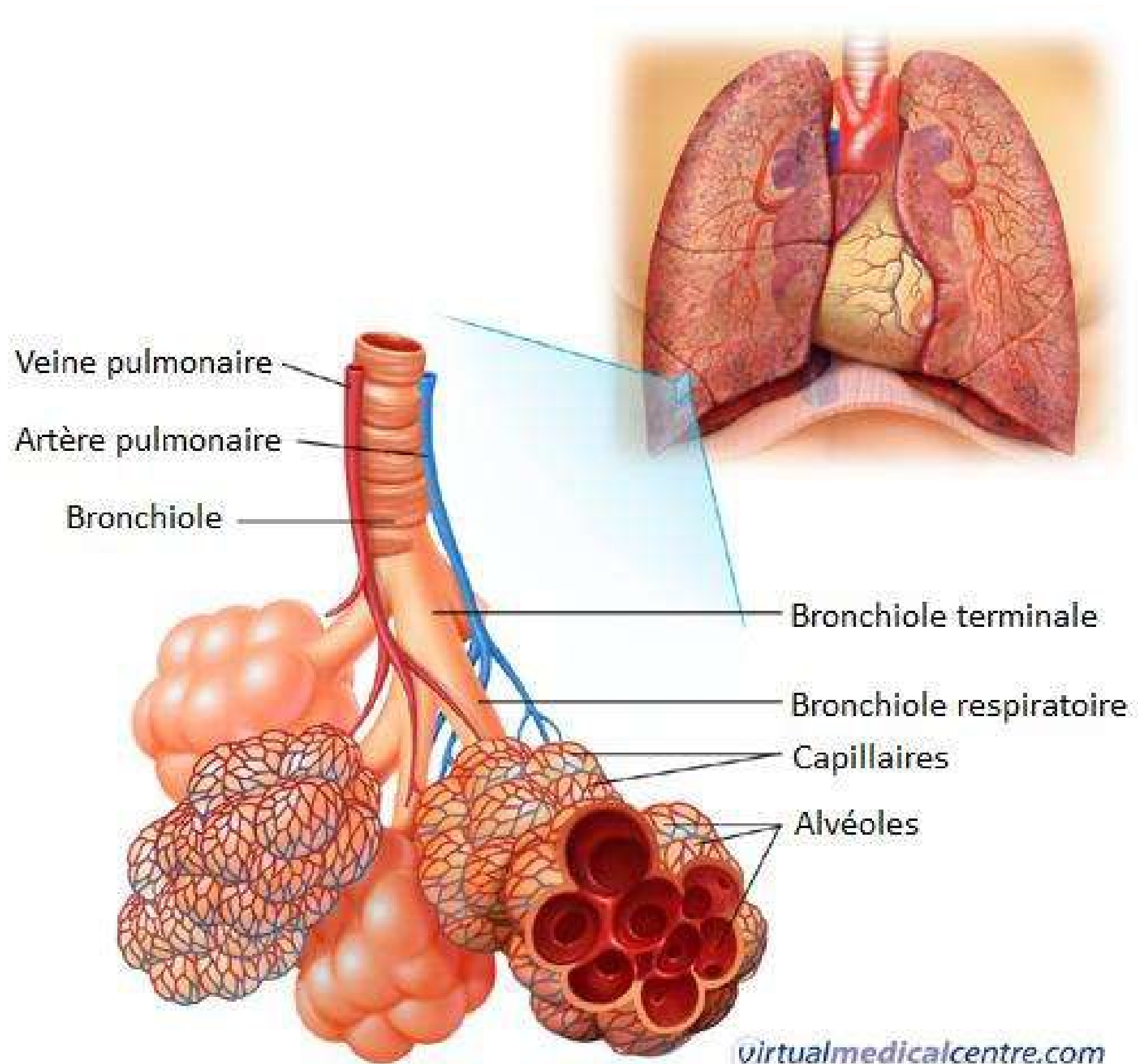
4-4 Formation des suies

Il s'agit de particules de suie microscopiques, produites en grandes quantités par les moteurs diesel, les feux de cheminée, la fumée de cigarette, la friture, etc. Elles sont généralement abrégées PM10, ce qui signifie "particule de matière (particulate matter, en anglais) de moins de 10 microns de diamètre". Il existe des particules encore plus fines: des PM2.5, des PM1 ou même des PM0.1

Plus une particule est fine, plus elle a la capacité d'être aspirée jusqu'au fond des poumons, où elle restera collée contre la paroi de l'alvéole. Avec pour conséquences une réduction de la capacité respiratoire, et un risque accru de cancer du poumon.. Dans le milieu humide de l'alvéole pulmonaire, elles vont se dissoudre et passer dans le sang. C'est pourquoi les poussières fines sont impliquées non seulement dans le cancer du poumon mais aussi dans les crises cardiaques.

Depuis quelques années, l'apparition du filtre à particules permet de réduire le nombre de PM10 rejetées par les moteurs diesel.

CHAPITRE 4 FORMATION DE POLLUANTS



4-5 Formation des NO_x

Il s'agit de deux gaz – NO et NO₂ – qui sont souvent réunis sous l'appellation NO_x (le "NO_x", lui, n'existe pas).

Ils sont produits principalement par les moteurs fonctionnant à l'essence et – surtout – au diesel. Ils ont grosso modo les mêmes propriétés (d'autant plus que le NO se transforme spontanément en NO₂): ils créent un acide dès qu'ils entrent en contact avec de l'eau.

Voilà pourquoi la pollution automobile agresse les voies respiratoires des humains et des animaux, ainsi que les plantes.

L'introduction du catalyseur a permis de réduire les émissions de

CHAPITRE 4 FORMATION DE POLLUANTS

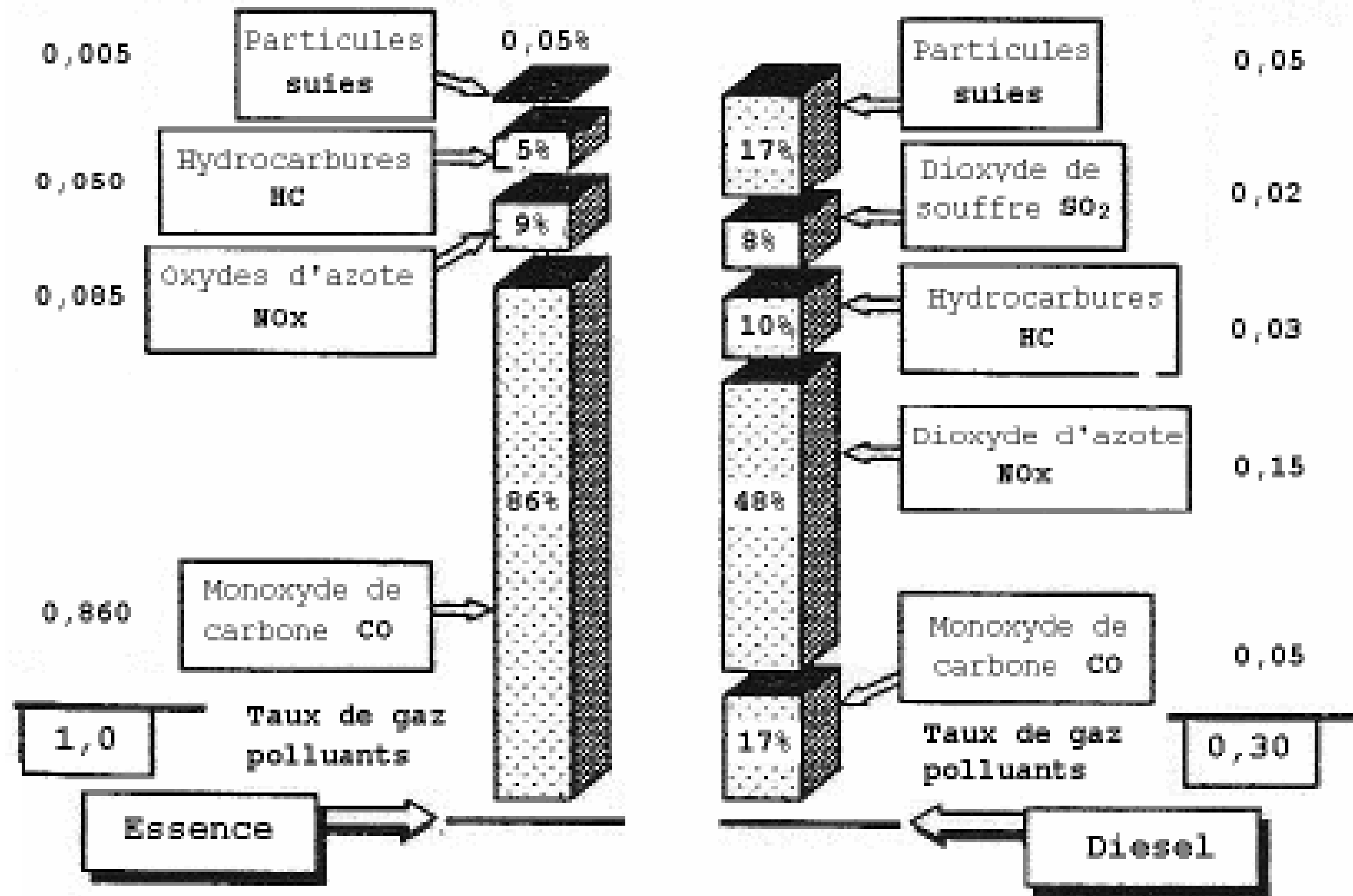
- Normes européennes à l'émission pour homologation des véhicules neufs (Mesures sur bancs et cycles d'essai normalisés)

Type de véhicule		Rejets de NO _x	Rejets de HC	Rejets de CO	Rejets de particules
Véhicules particuliers masse < 2,5 t moins de 7 places (depuis le 01/01/1997)	Essence*	0,6 g/km		2,2 g/km	Pas de normes
	Diesel**	0,8 g/km		1 g/km	1 g/km
Véhicules utilitaires légers masse < 3,5 t ou nombre de places (depuis le 01/10/1994)	< 1,25 t	0,97 g/km		2,72 g/km	0,14 g/km
	< 1,7 t	1,4 g/km		5,17 g/km	0,19 g/km
	> 1,7 t	1,7 g/km		6,9 g/km	0,25 g/km
Poids lourds (depuis le 01/01/1997)		7 g/kWh	1,1 g/kWh	4 g/kWh	0,15 g/kWh
2 roues (depuis le 01/01/1996)		3 g/km		6 g/km	Pas de normes
3 roues (depuis le 01/01/1996)		1,2 g/km		Pas de normes	

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

FORMATION DE POLLUANTS

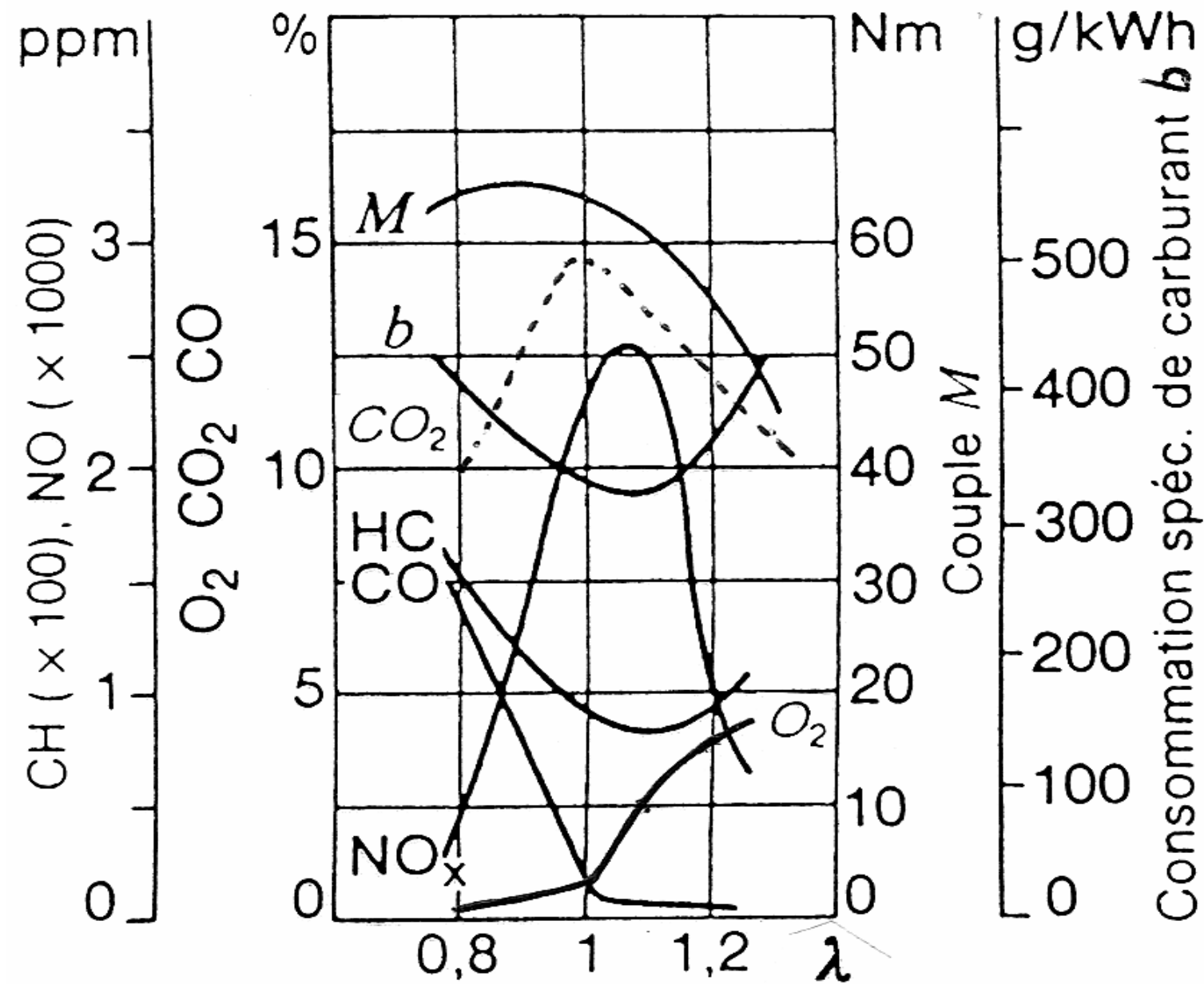
Compartif des émissions de gaz polluants.



CHAPITRE 4 FORMATION DE POLLUANTS

PRINCIPALES EVOLUTIONS DES POLLUANTS A L 'ECHAPPEMENT.

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



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

CHAPITRE 4 FORMATION DE POLLUANTS

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

FONCTIONNEMENT DU CATALYSEUR



Les gaz d'échappement traversent les minuscules pores du nid d'abeille qui ressemble fortement à un filtre (le but est qu'un maximum de surface "traitante" soit en contact avec les gaz). Les molécules toxiques sont mises en contact (dans les pores) avec des métaux rares par exemple le platine. En contact avec ces éléments, la réaction chimique fait que les molécules toxiques des gaz sont transformés en d'autres éléments beaucoup moins dangereux.

Monoxyde de carbone est transformé en **dioxyde de carbone**

Oxydes d'azote transformés en **dioxyde de carbone** et **diazote**

Hydrocarbures transformés en **eau** et **dioxyde de carbone**

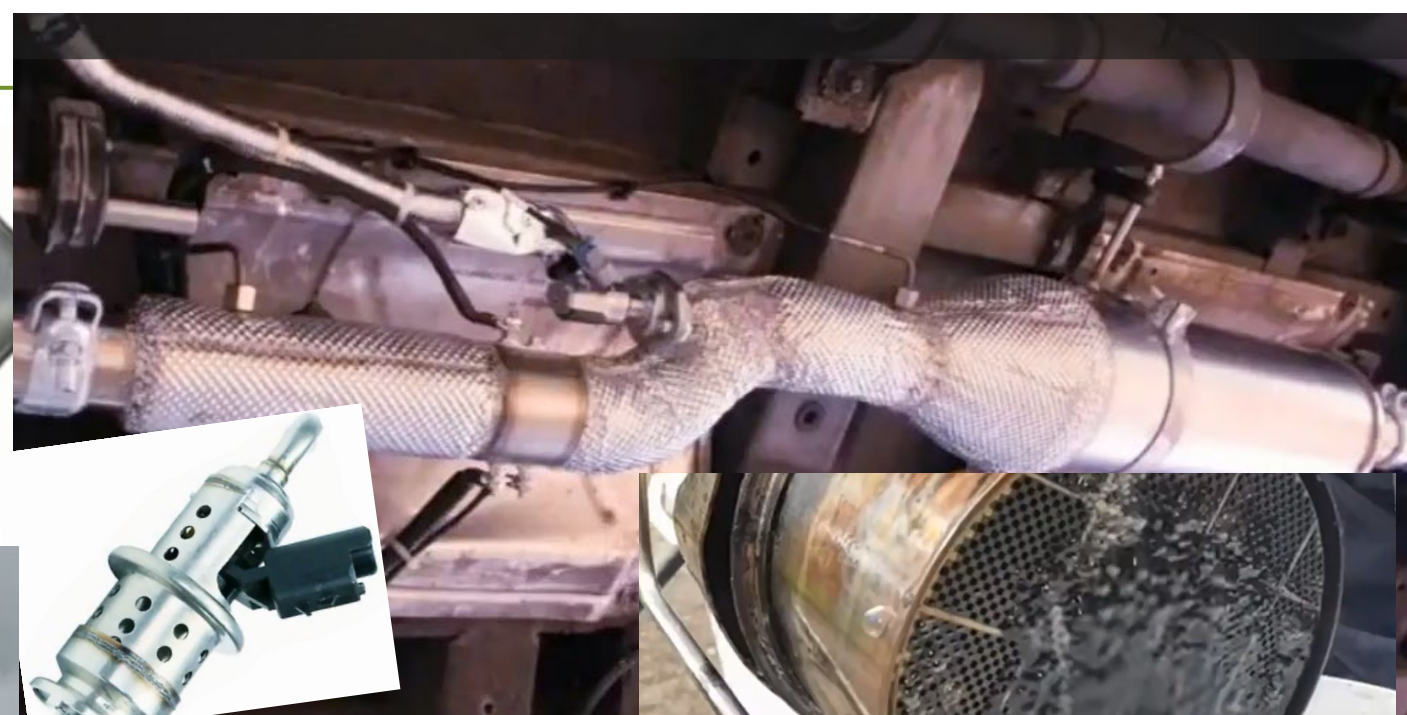
CHAPITRE 4 FORMATION DE POLLUANTS



**DI
EN**



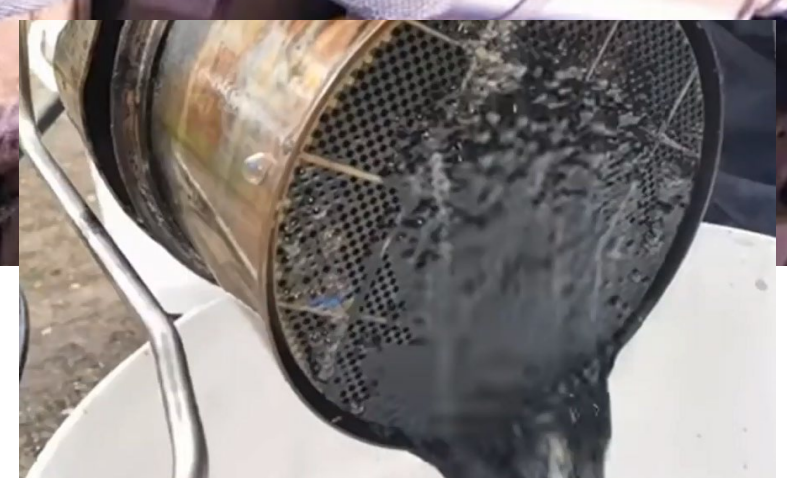
CO
HC
NO_x
Partic



CO
HC
NO_x
Particules







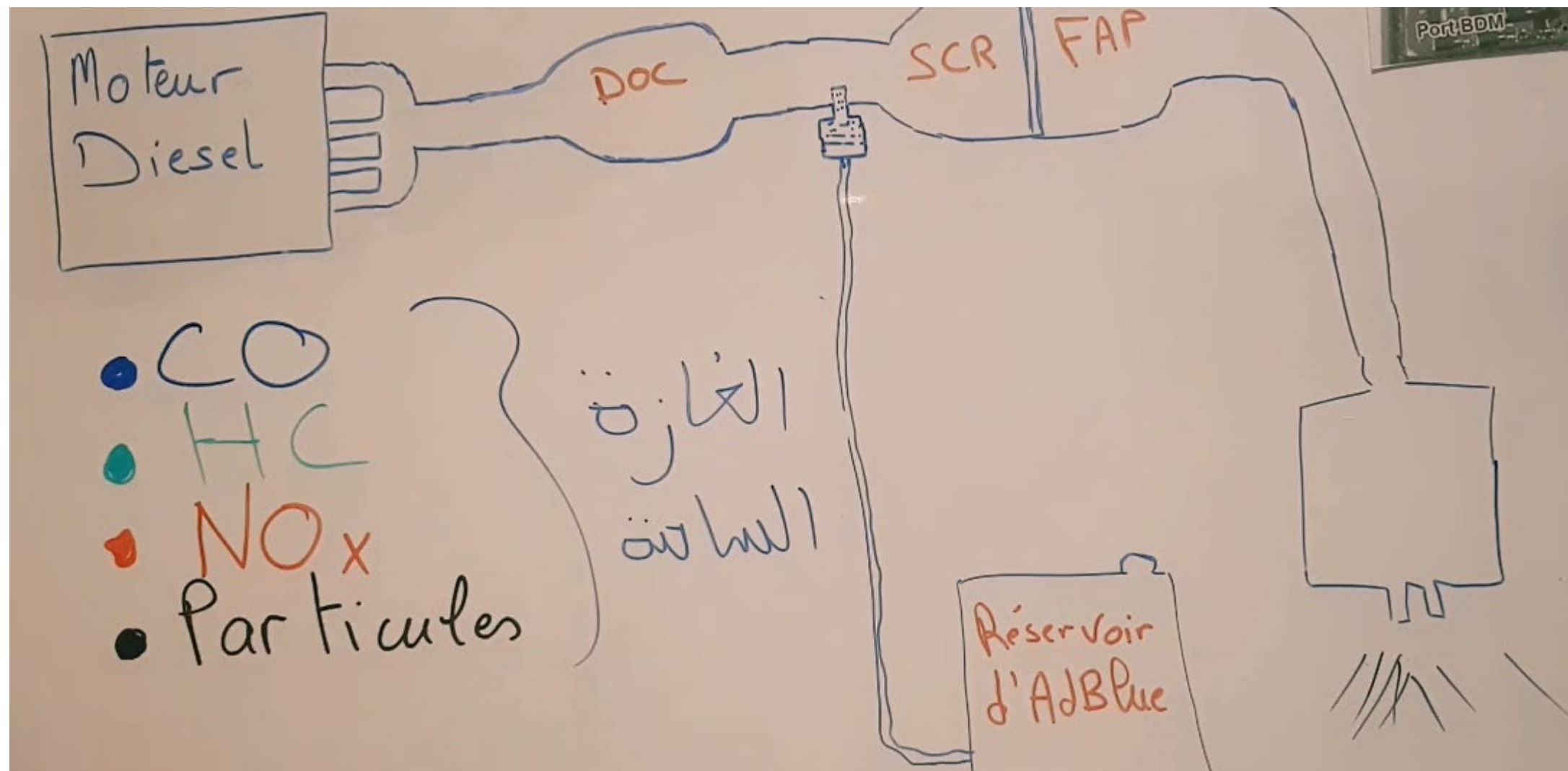
DOC : Diesel Oxydation Catalyst
SCR : Selective Catalytic reduction
FAP : Filtre à Particules



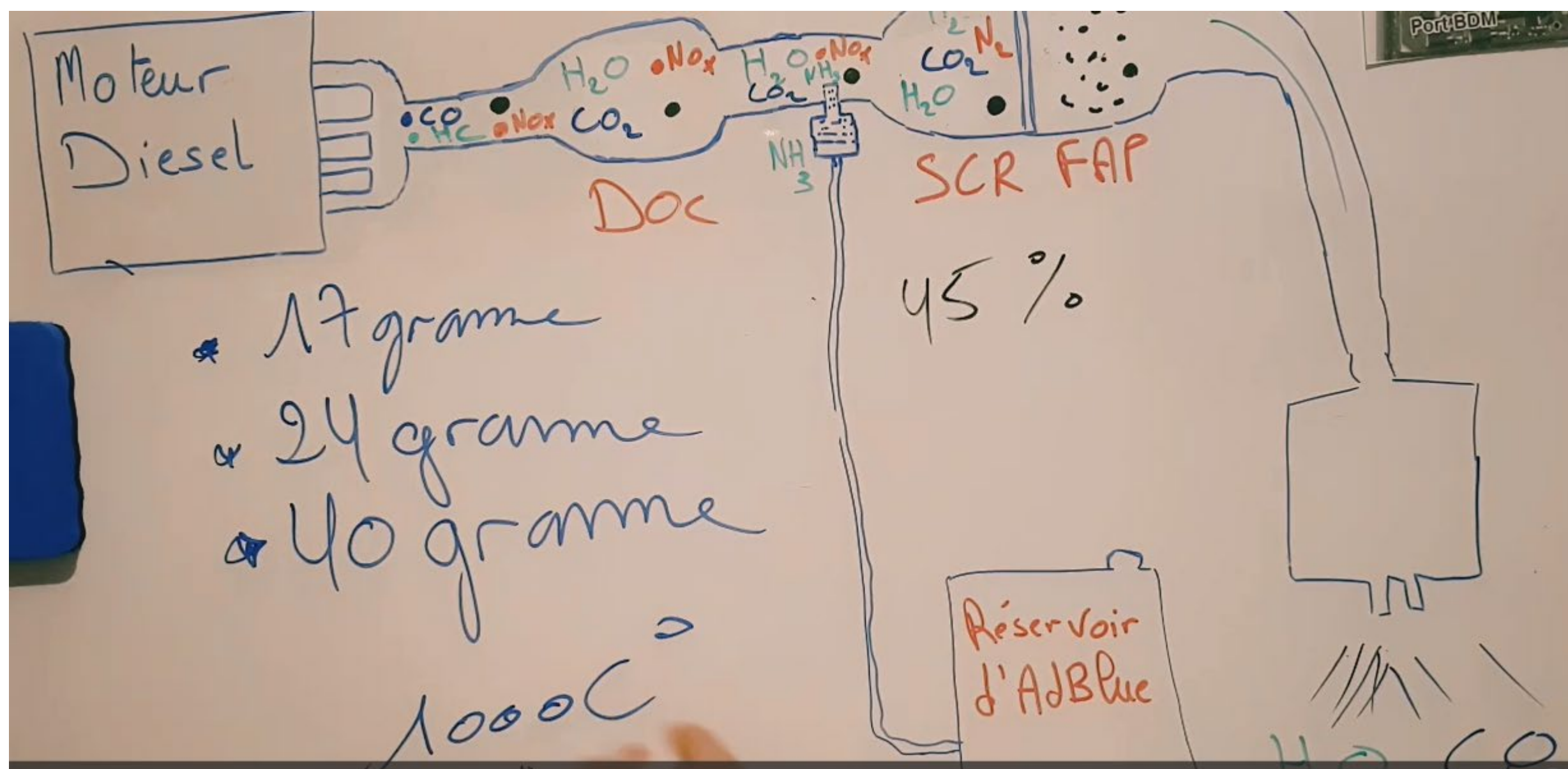


20

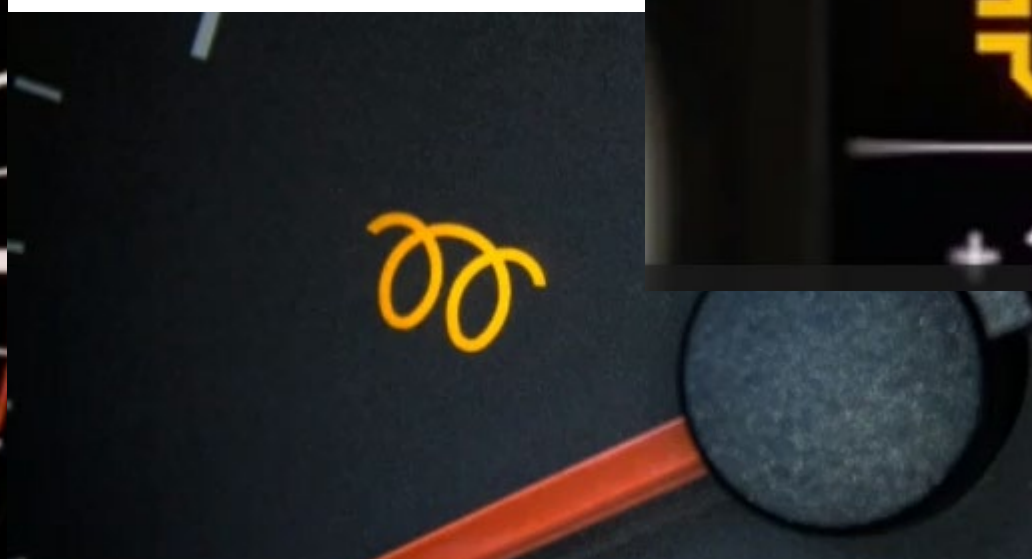
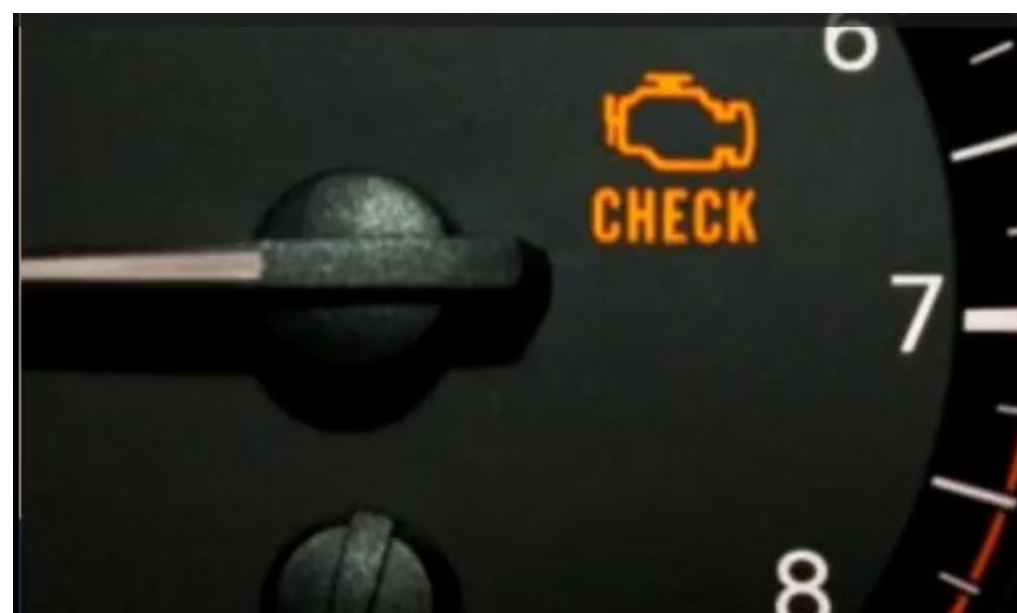
CHAPITRE 4 FORMATION DE POLLUANTS



CHAPITRE 4 FORMATION DE POLLUANTS



CHAPITRE 4 FORMATION DE POLLUANTS



CHAPITRE 4 FORMATION DE POLLUANTS

