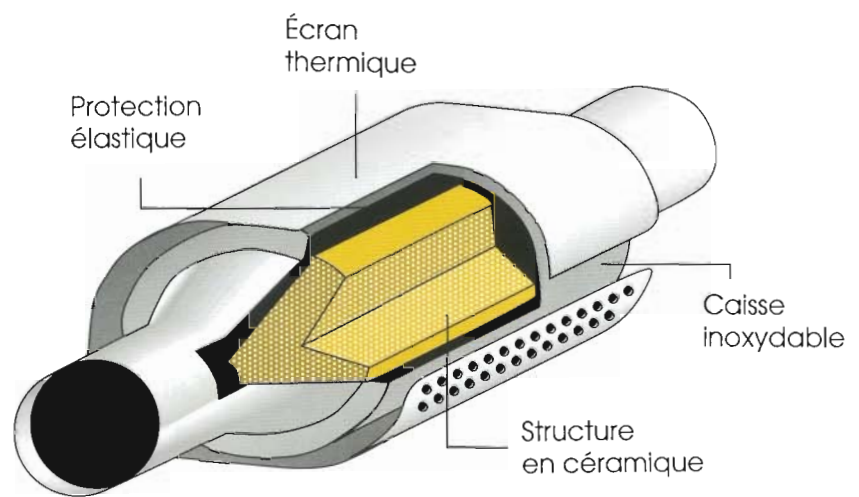




En quoi consiste le catalyseur

Le catalyseur a pour mission de diminuer les éléments polluants contenus dans les gaz d'échappement d'un véhicule à travers la technique de la catalyse. Il s'agit d'un dispositif installé sur le tube d'échappement, près du moteur, au niveau où les gaz se maintiennent à une température élevée. Cette énergie calorifique passe par le catalyseur et élève sa propre température, circonstance indispensable pour que le dispositif possède un rendement optimum, qui se situe entre 400 et 700 degrés centigrades.

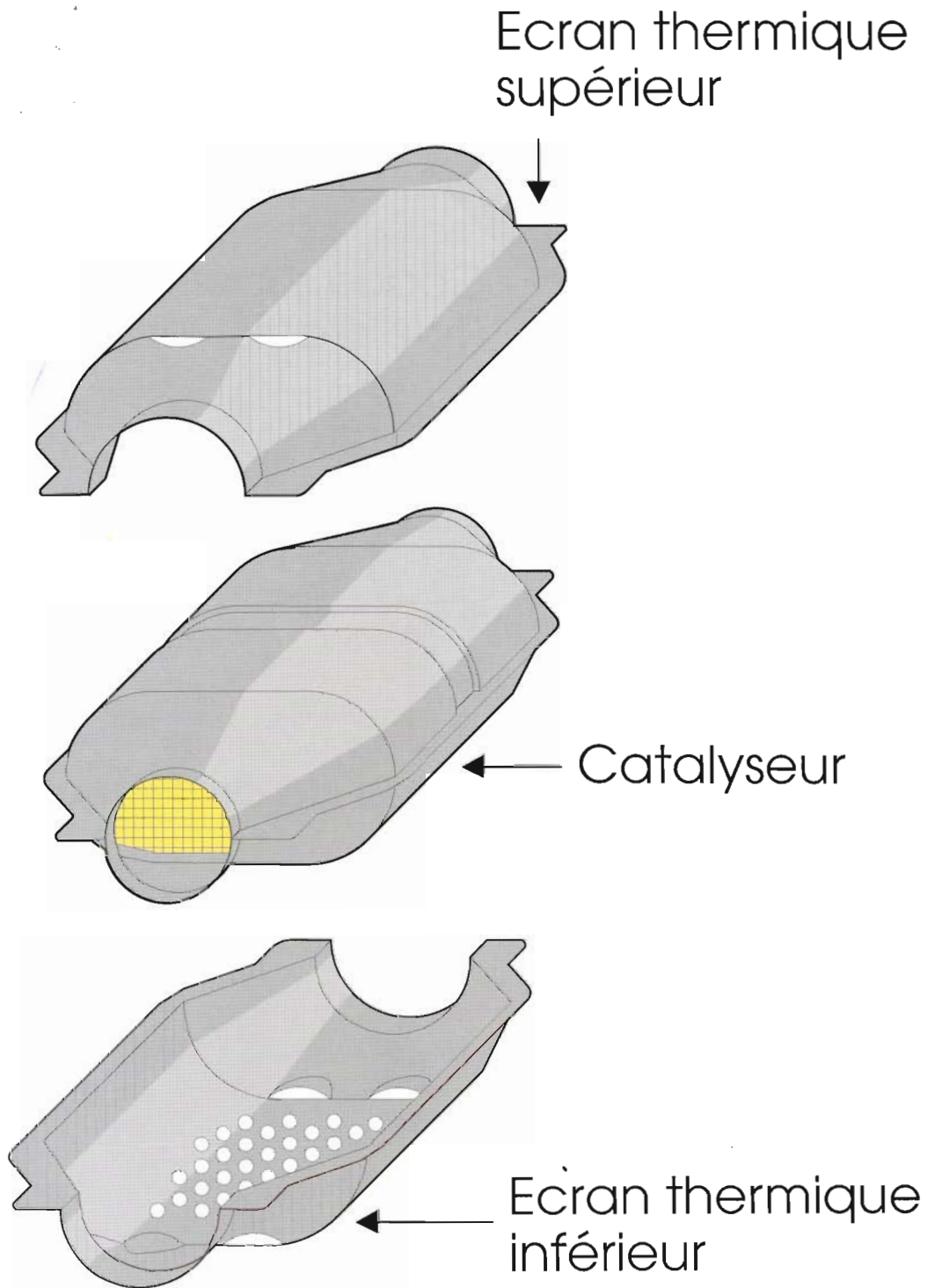


Extérieurement le catalyseur est un récipient d'acier inoxydable, souvent entouré par un carcasse-écran métallique anti-thermique, également inoxydable, qui protège les dessous du véhicule des hautes températures.

À l'intérieur se trouve un support céramique ou monolithe, de forme ovale ou cylindrique, avec une structure cellulaire en forme de rayonnage dont la densité atteint 450 cellules par pouces carrés (à peu près 70 par centimètres carrés). La surface de ces cellules est imprégnée d'une résine qui contient des métaux rares, comme le platine (Pt) et le palladium (Pd), qui permettent la fonction d'oxydation, et le Rhodium (Rh), qui intervient dans la réduction. Ces métaux précieux jouent le rôle d'éléments actifs catalyseurs; c'est à dire qu'ils initient et accélèrent les réactions chimiques entre les substances avec lesquels ils entrent en contact, sans participer eux mêmes à ces réactions. Les gaz d'échappement polluants produits par le moteur, en entrant en contact avec la surface active du catalyseur sont partiellement transformés en éléments inoffensifs et non polluants.

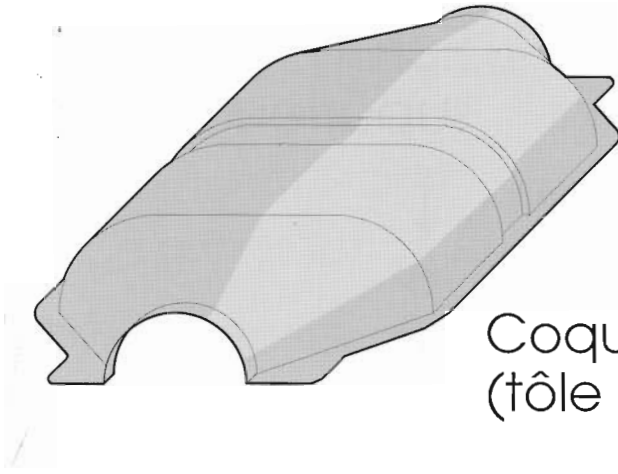


Catalyseur et éléments optionnels



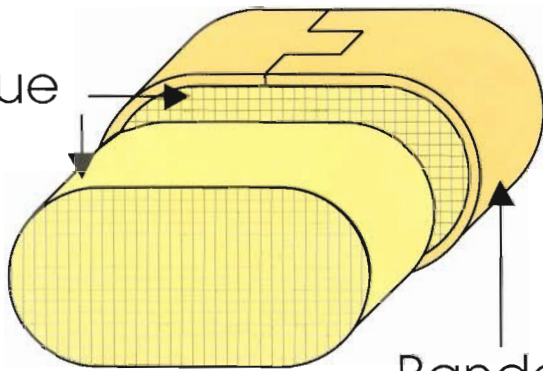


Composants principaux de la chambre du catalyseur

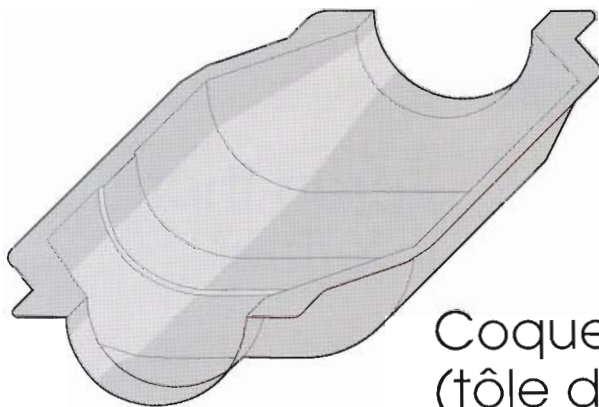


Coque supérieure
(tôle d'acier inoxydable)

Monolithe
de céramique



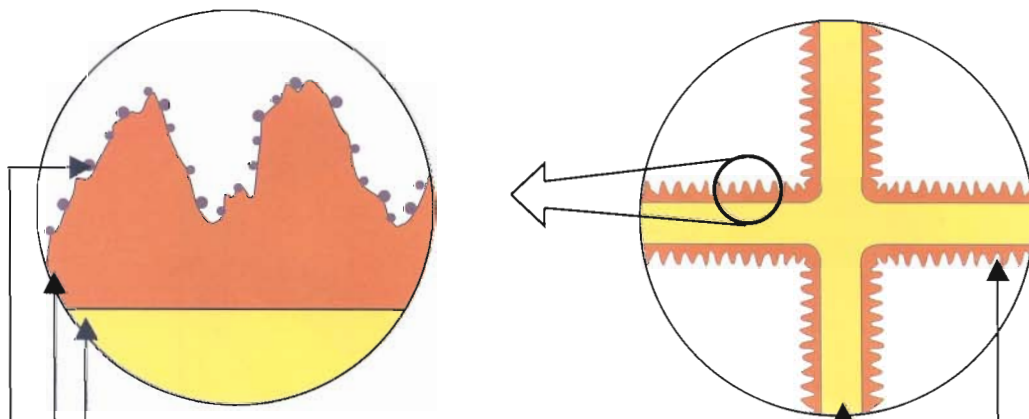
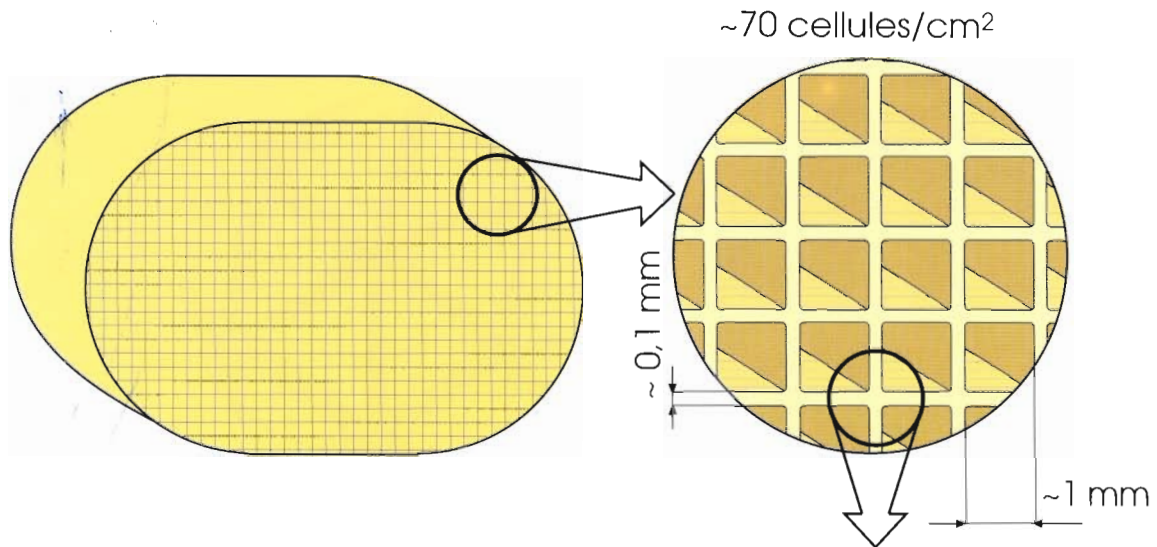
Bande de protection flexible



Coque inférieure
(tôle d'acier inoxydable)



Constitution du catalyseur de type céramique



Support céramique réfractaire de silicate d'aluminium et de magnésium

Couche rugueuse d'oxyde d'aluminium (corindon) pour augmenter la superficie exposée aux gaz

Métaux actifs (Platine, Rhodium, Palladium)

Section utile de passage des gaz 70% de la section totale
Température de ramollissement ~ 1000°C

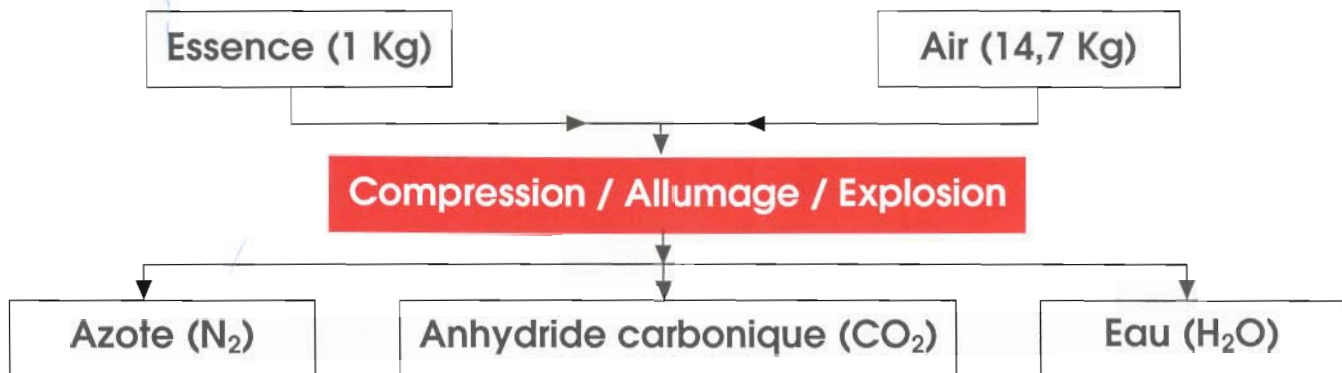


Combustion dans les moteurs à explosion

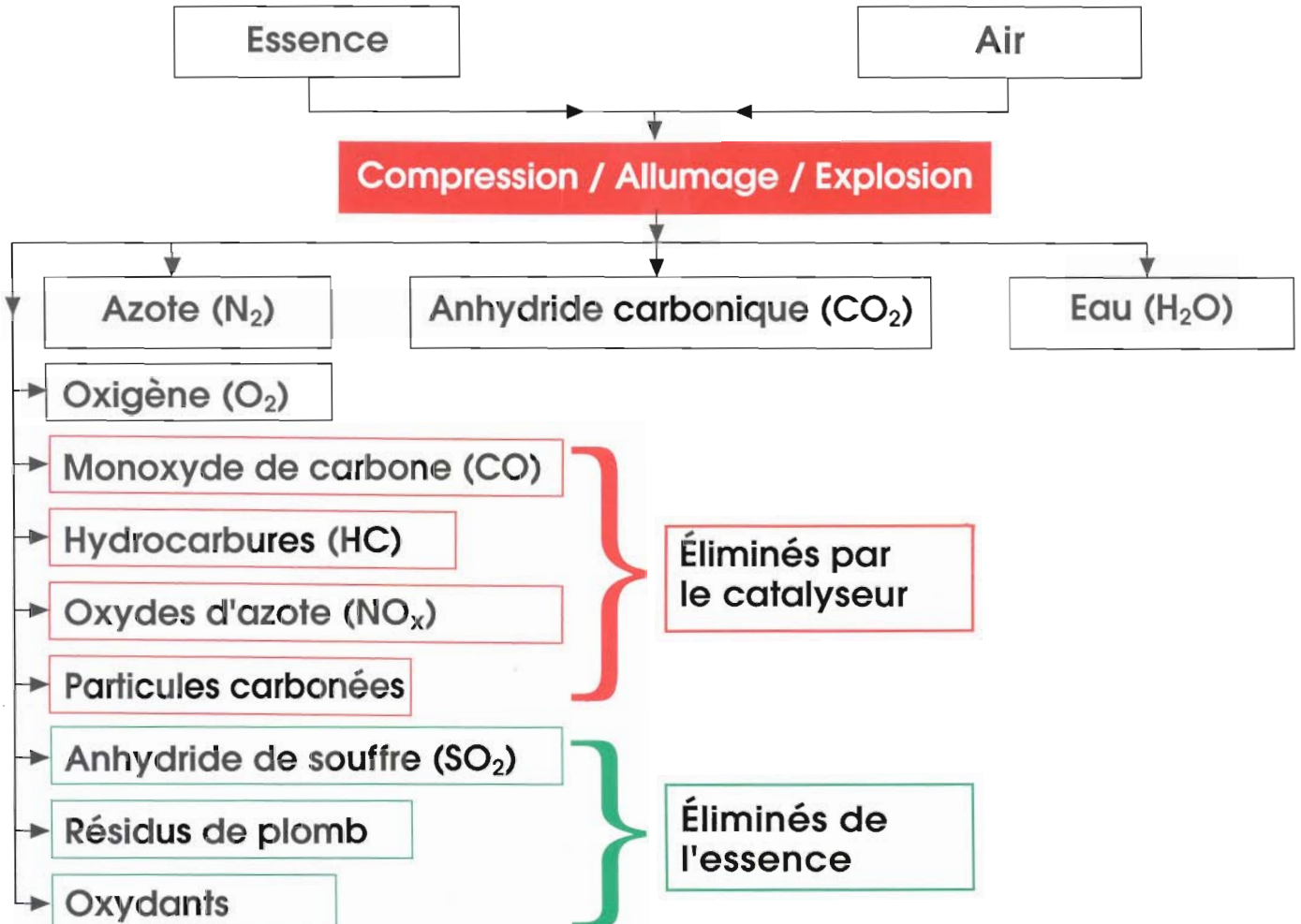
Combustible = Essence composé d'hydrocarbures (HC)

Comburant = Oxygène (O_2) (Air: 21% de O_2 e 79% de N_2)

* Combustion idéale avec un mélange stoechiométrique



* Combustion réelle





Types de gaz produits lors de la combustion et leurs conséquences

Les gaz émis par un moteur essence à combustion interne sont, principalement, de deux types : inoffensifs ou polluants.

Les premiers sont composés, fondamentalement, par l'azote, l'oxygène, le dioxyde de carbone, la vapeur d'eau et l'hydrogène. Les seconds ou les polluants sont composés fondamentalement, de monoxyde de carbone, des hydrocarbures, des oxydes d'azote et du plomb.

Les inoffensifs

L'azote est un gaz inerte qui se trouve présent dans l'air que nous respirons dans une proportion de 79 %. A cause des hautes températures existantes dans le moteur, l'azote s'oxyde et forme des petites quantités d'oxyde d'azote, bien qu'il soit inerte à température ambiante.

L'oxygène est un des élément indispensable à la combustion et il se trouve présent dans l'air dans une proportion de 21%. Si le mélange est trop riche ou trop pauvre, l'oxygène ne pourra pas oxyder toutes les liaisons d'hydrocarbures et sera expulsé avec le reste des gaz d'échappement.

La vapeur d'eau est un produit résultant de la combustion, provenant de l'oxydation de l'hydrogène, elle est rejetée avec le reste des gaz d'échappement.

Le dioxyde de carbone produit par la combustion complète du carbone ne résulte pas nocif pour les êtres vivants et constitue une source d'alimentation pour les plantes vertes, grâce à la photosynthèse. Il se déduit donc comme conséquence logique de la combustion, la règle suivante: plus la concentration en dioxyde de carbone est importante, meilleure est la combustion. Cependant, une augmentation démesurée de sa concentration dans l'atmosphère peut produire des variations climatiques à grande échelle (phénomène appelé l'effet de serre).

Polluants

Le monoxyde de carbone en grande concentration et avec un temps d'exposition prolongé, peut provoquer une transformation irréversible de l'hémoglobine du sang, molécule chargée de transporter l'oxygène des poumons à toutes les cellules du corps, en carboxihémoglobine, incapable de remplir cette fonction. C'est pour cette raison qu'une concentration en volume supérieure à 0,3% est mortelle.

Le manque d'oxygène lors de la combustion entraîne que celle-ci ne s'effectue pas complètement et il se forme du monoxyde de carbone au lieu du dioxyde carbone. Dans un véhicule l'apparition de fortes concentration de CO dans les gaz d'échappement signifie que le mélange est trop riche ou qu'il manque d'oxygène.



Les hydrocarbures, selon leur structures moléculaire présentent différents effets nocifs. Le benzène, par exemple est toxique au départ, et le contact de ce gaz provoque des irritations de la peau, des yeux et des voies respiratoires; si sa concentration est très élevée, il provoque des dépressions, des vertiges, des maux de tête et des nausées. Le benzène est une des multiples causes du cancer. Sa présence est due aux composés non combustibles du mélange ou aux réactions intermédiaires du processus de combustion, lesquelles sont également responsables de la production des aldéhydes et des phénols.

La présence simultanée d'hydrocarbures, d'oxydes d'azote, de rayons ultraviolets et de la stratification atmosphérique conduit à la formation de nuages photochimiques, dont les conséquences sont très graves pour la santé des êtres vivants.

Les oxydes d'azote non seulement irritent les muqueuses, mais également en présence des hydrocarbures contenus dans ces nuages de pollution et avec l'humidité de l'air produisent des acides azotés, qui plus tard tombent sur terre sous forme de pluies acides et contaminent de grandes surfaces, quelques fois situées à des centaines de kilomètres du lieu d'origine de la contamination.

Le plomb est le métal le plus dangereux contenus dans les additifs du combustible. S'il est inhalé il peut provoquer la formation de caillots ou thromboses dans le sang et cela peut entraîner de très graves conséquences pathologiques. Il se trouve présent dans l'essence sous forme de tetra-éthyl de plomb et s'utilise lors de sa production pour élever l'indice d'octane, mais aussi dans les vieilles motorisations comme lubrifiant des têtes de soupapes. Dans l'essence sans plomb on a remplacé ce métal par d'autres composants moins polluants qui procurent également un indice d'octane élevé.



Coefficient Lambda et caractéristiques du mélange

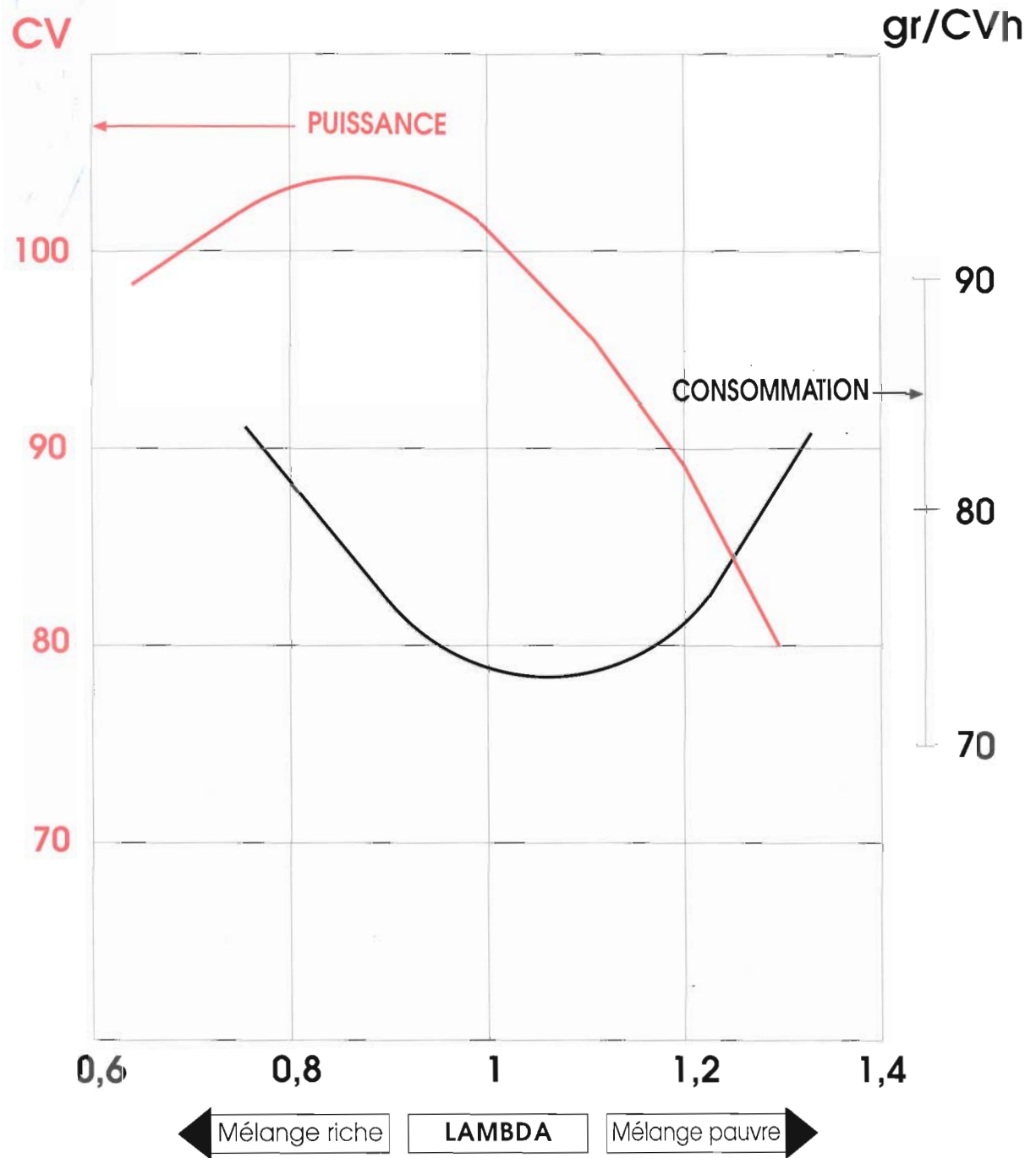
$$\lambda = \frac{\text{Poids réel d'air consommé par Kg. d'essence}}{\text{Poids théorique d'air qui devrait être consommé par Kg. d'essence}} = \frac{X}{14,7}$$

Cas selon le mélange réel (x)		
X	Air	Mélange
< 14,7	Défaut	Riche
= 14,7	Équilibre	Stoechiométrique
> 14,7	Excès	Pauvre

Mélange	%	Conséquence
Riche	< 0,75 0,75 ÷ 0,85 0,85 ÷ 0,95	Le moteur s'étouffe et le mélange ne s'enflamme plus parce que le moteur s'arrête Mélange trop riche, qui en usage instantané, crée une augmentation de puissance Puissance maximale en régime continu (en côte, pour doubler, etc.)
Normal	0,95 ÷ 1,05	Conduite normale (régime de croisière)
Pauvre	1,05 ÷ 1,15 1,15 ÷ 1,30 > 1,30	Consommation minimale avec une légère perte de puissance Diminution considérable de la puissance et augmentation de la consommation à cause de la perte de rendement Le moteur ne fonctionne pas, la flamme ne se propage pas

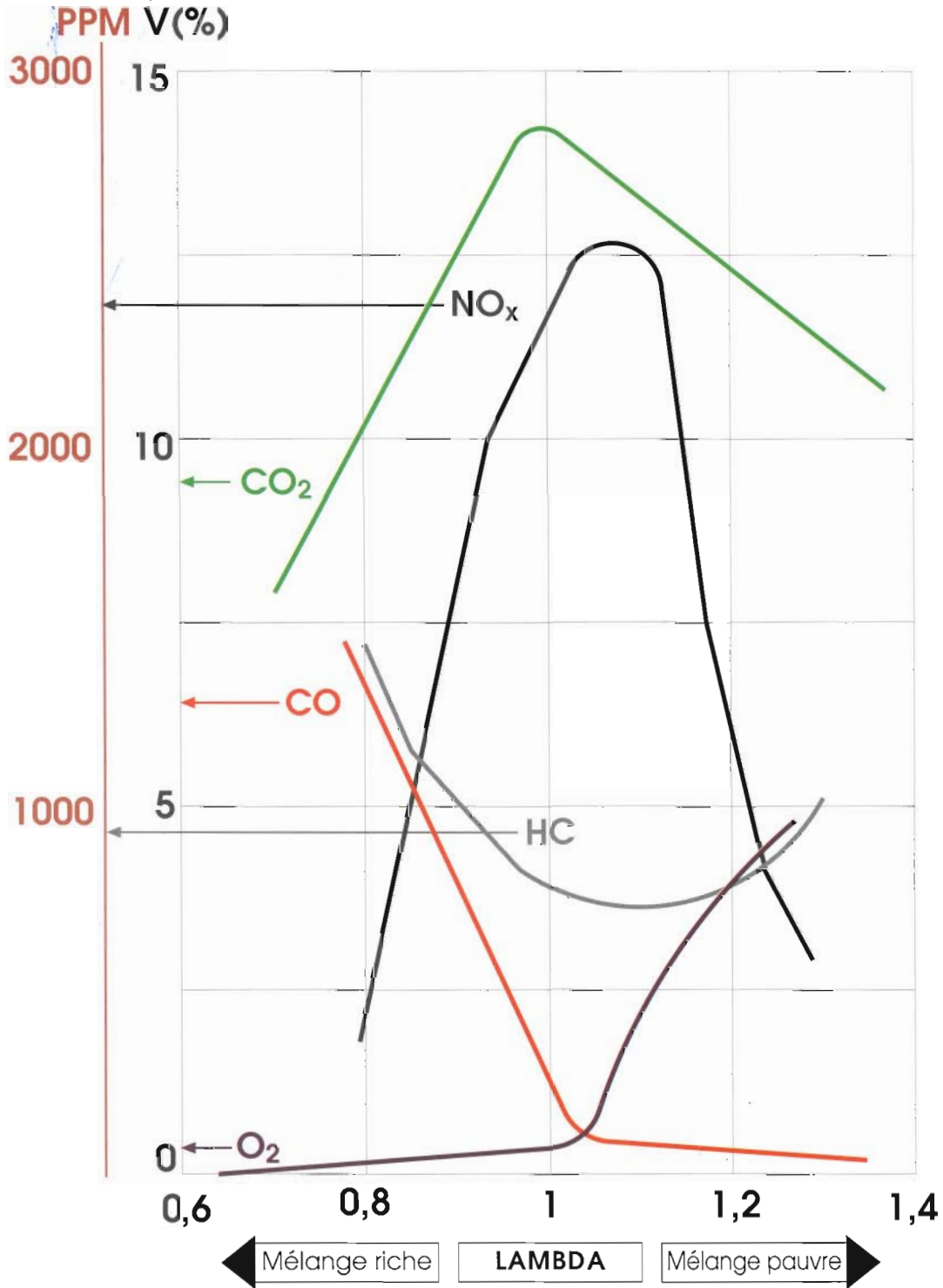


Puissance et consommation en fonction de Lambda pour un moteur générique





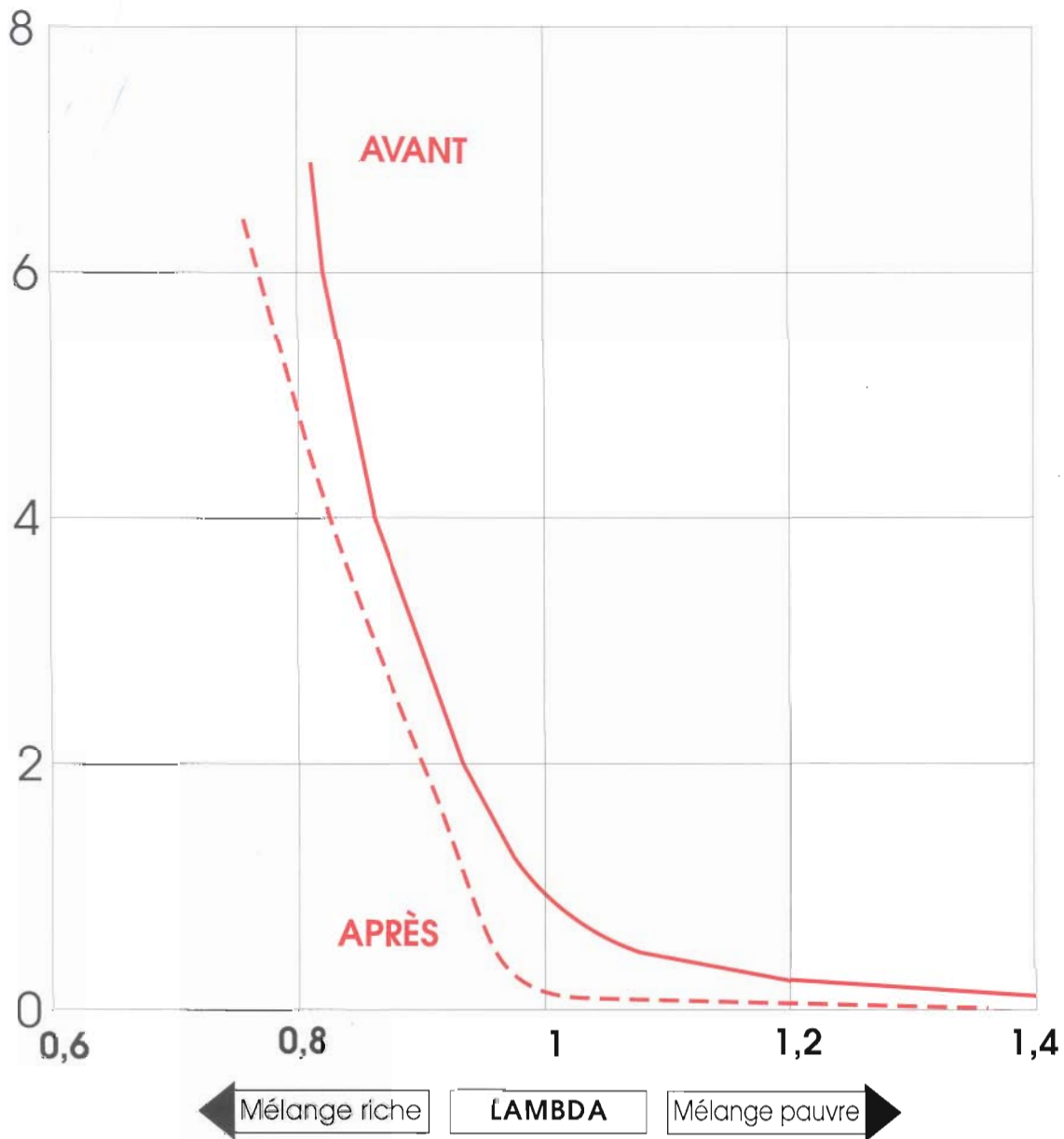
Emission de gaz en fonction de Lambda pour un moteur générique avant le catalyseur





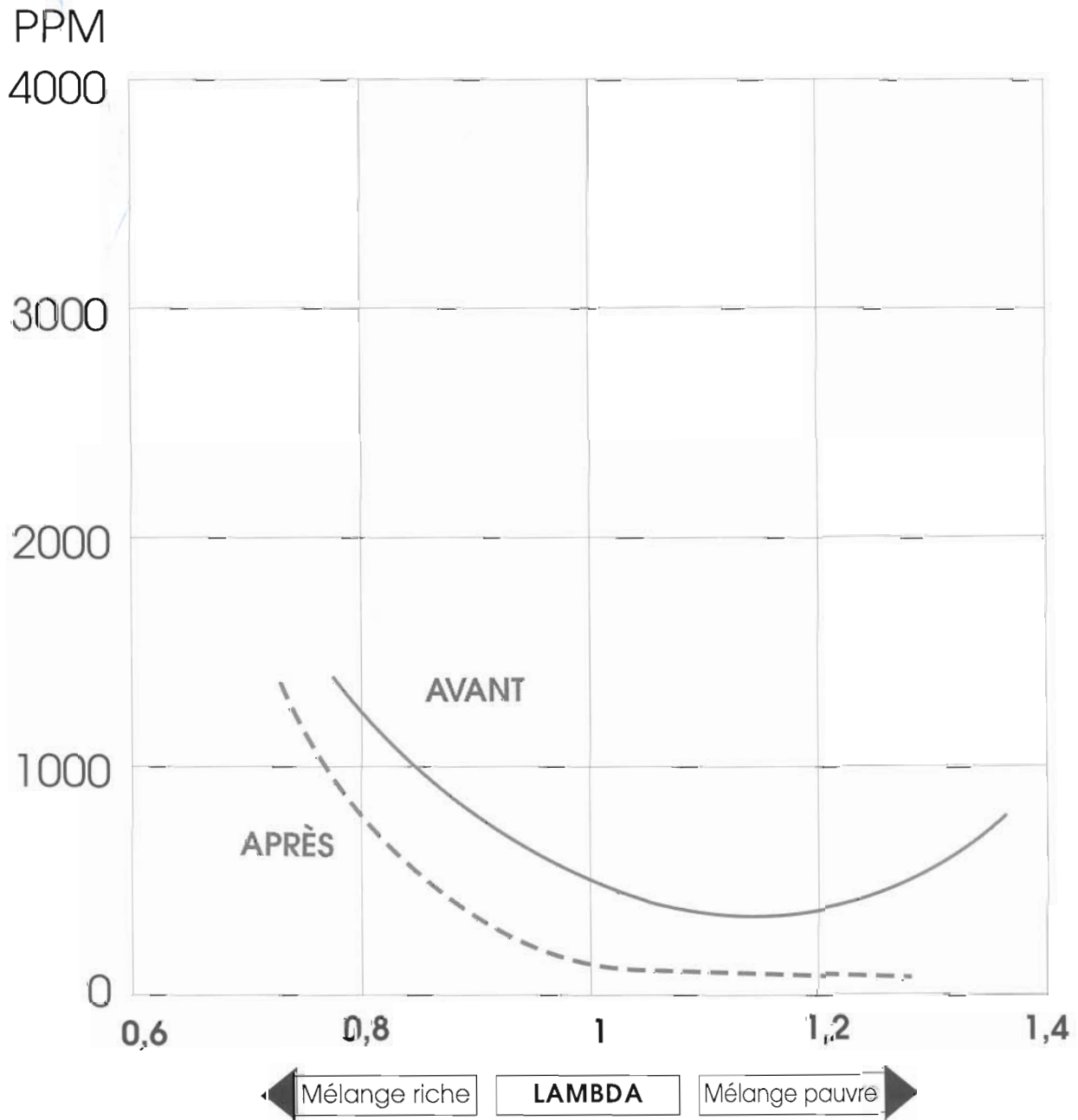
Emission de CO (essence partiellement brûlée) avant et après le catalyseur

Volume %



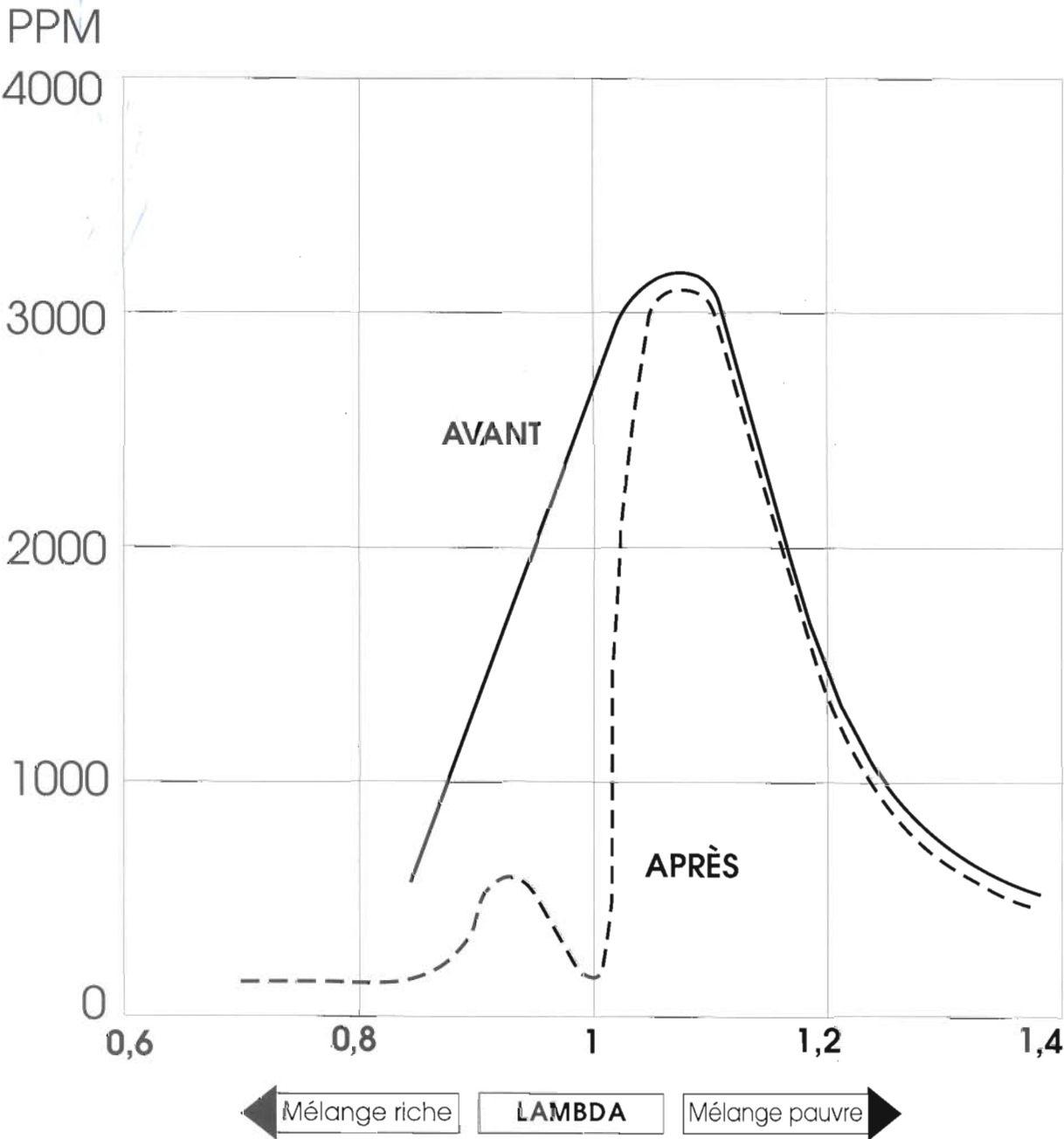


Emission de HC (essence non brûlée) avant et après le catalyseur



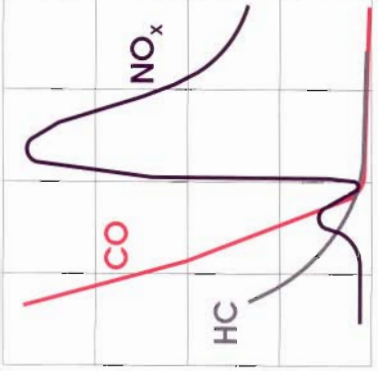
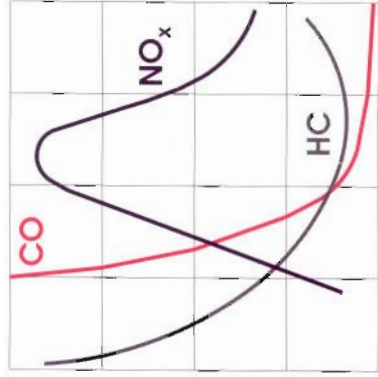


Emission de NOx (Oxyde d'azote) avant et après le catalyseur





Processus chimique interne du catalyseur



PROCESSUS
 Oxydation
 Oxydation
 Réduction

ENTRÉE
 CO
 Essence
 NO_x

COMBINAISON
 O₂
 O₂
 CO

RÉSULTAT
 CO₂
 CO₂ + Eau
 CO₂ + Azote