

ACADEMIE D'ORLEANS

QUALITE DE L'AIR

EMISSIONS AUTOMOBILES

DIESEL

Jean Cayot 19 décembre 2019

QUALITE DE L'AIR

EMISSIONS AUTOMOBILES - DIESEL

Qualité de l'air

Opinion des français

Polluants réglementés

Emissions automobiles

Règlementation

Méthode de contrôle

Résultats

Le Diesel

Un peu de technique

Comparaison essence/diesel

Les lois de la physique

Que conclure?

QUALITE DE L'AIR

EMISSIONS AUTOMOBILES – DIESEL

Opinion des français
Sondage IFOP juin 2018

A votre avis, la pollution de l'air

Augmente beaucoup	63%
Augmente un peu	25%
Stagne	9%
Diminue un peu	2%
Diminue beaucoup	1%

QUALITE DE L'AIR

EMISSIONS AUTOMOBILES - DIESEL

Les polluants recensés

Les polluants atmosphériques recensés sont :

- ▶ Les **oxydes d'azote (NO_x)**, les oxydes d'azotes correspondent à la somme des émissions de monoxyde d'azote (NO) et de dioxyde d'azote (NO₂) exprimés en équivalent NO₂. Il s'agit du NO₂ qui représente un risque pour la santé humaine.
- ▶ Le **monoxyde de carbone (CO)**, qui est lui aussi principalement émis par les transports.
- ▶ Le **dioxyde de soufre (SO₂)**, traceur des activités industrielles.
- ▶ Des hydrocarbures appelés **Composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)**.
- ▶ Les **particules PM₁₀**, de diamètre inférieur à 10 µm.
- ▶ Les **particules PM_{2,5}**, de diamètre inférieur à 2,5 µm.
- ▶ les **particules PM₁**, de diamètre inférieur à 1 µm.
- ▶ L'**ammoniac (NH₃)**, précurseur de nitrate et sulfate d'ammonium, composant des particules
- ▶ Les **dioxines et furannes (PCDD-F)**.
- ▶ Les **hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)**.
- ▶ Les **métaux lourds (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se, Zn)**.

Les principaux **gaz à effet de serre (GES)** sont également recensés:

- ▶ Le **dioxyde de carbone (CO₂)**, qui contribue largement à l'effet de serre et qui est un indicateur de la consommation énergétique.
- ▶ Le **méthane (CH₄)**.
- ▶ Le **protoxyde d'azote (N₂O)**.

QUALITE DE L'AIR

EMISSIONS AUTOMOBILES - DIESEL

Principaux polluants réglementés pour automobiles

Dangereux pour la santé

Oxydes d'azote	NOX
Dioxyde d'azote	NO2
Monoxyde d'azote	NO
Particules	PM10
Particules	PM 2,5
Monoxyde de carbone	CO
Composés organiques volatils non méthaniques	COVNM
Dioxyde de soufre	SO2

Non dangereux pour la santé

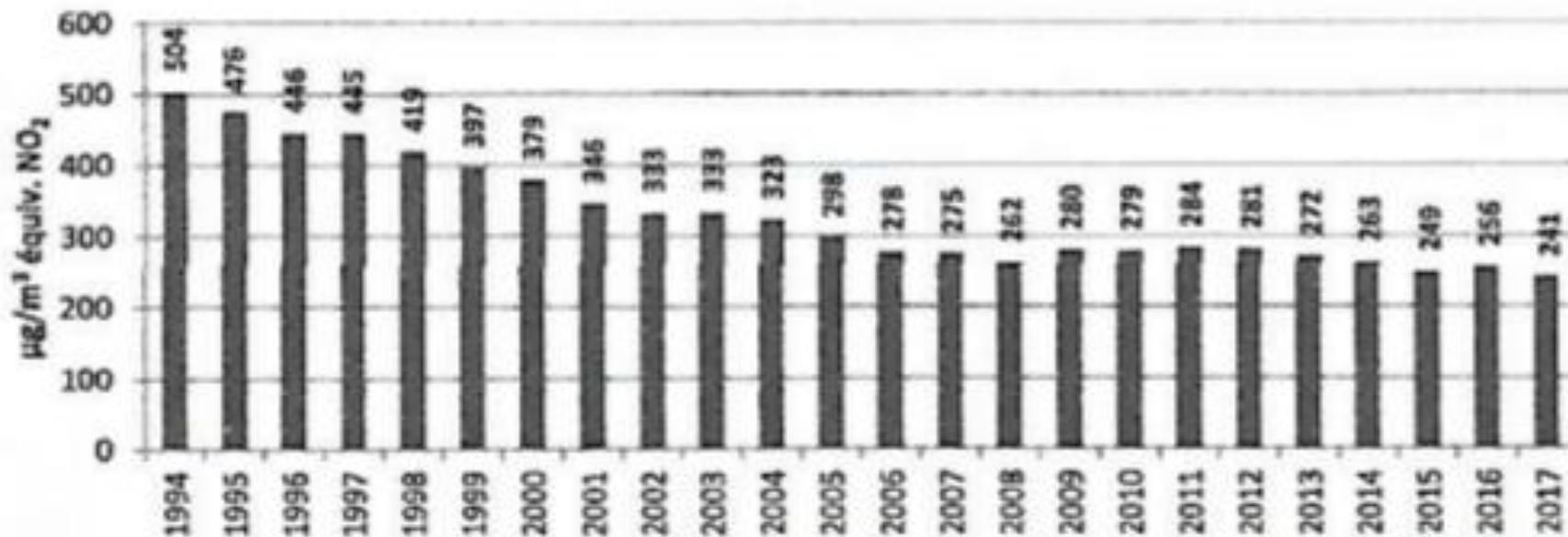
Dioxyde de carbone (gaz carbonique)	CO2
-------------------------------------	-----

QUALITE DE L'AIR

EMISSIONS AUTOMOBILES - DIESEL

Niveaux moyens annuels – Agglo Paris – Echantillon constant

Oxydes d'azote NOx



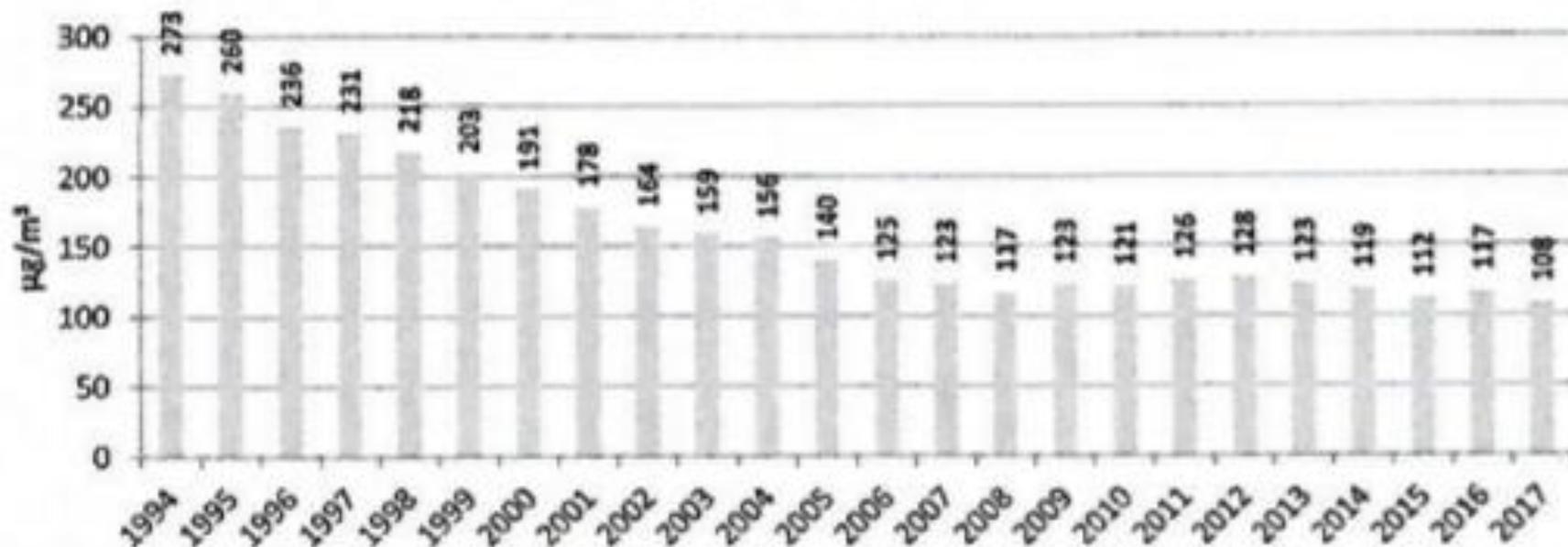
Benzène
Place Victor Basch

QUALITE DE L'AIR

EMISSIONS AUTOMOBILES - DIESEL

Niveaux moyens annuels – Agglo Paris – Echantillon constant

Monoxyde d'azote NO

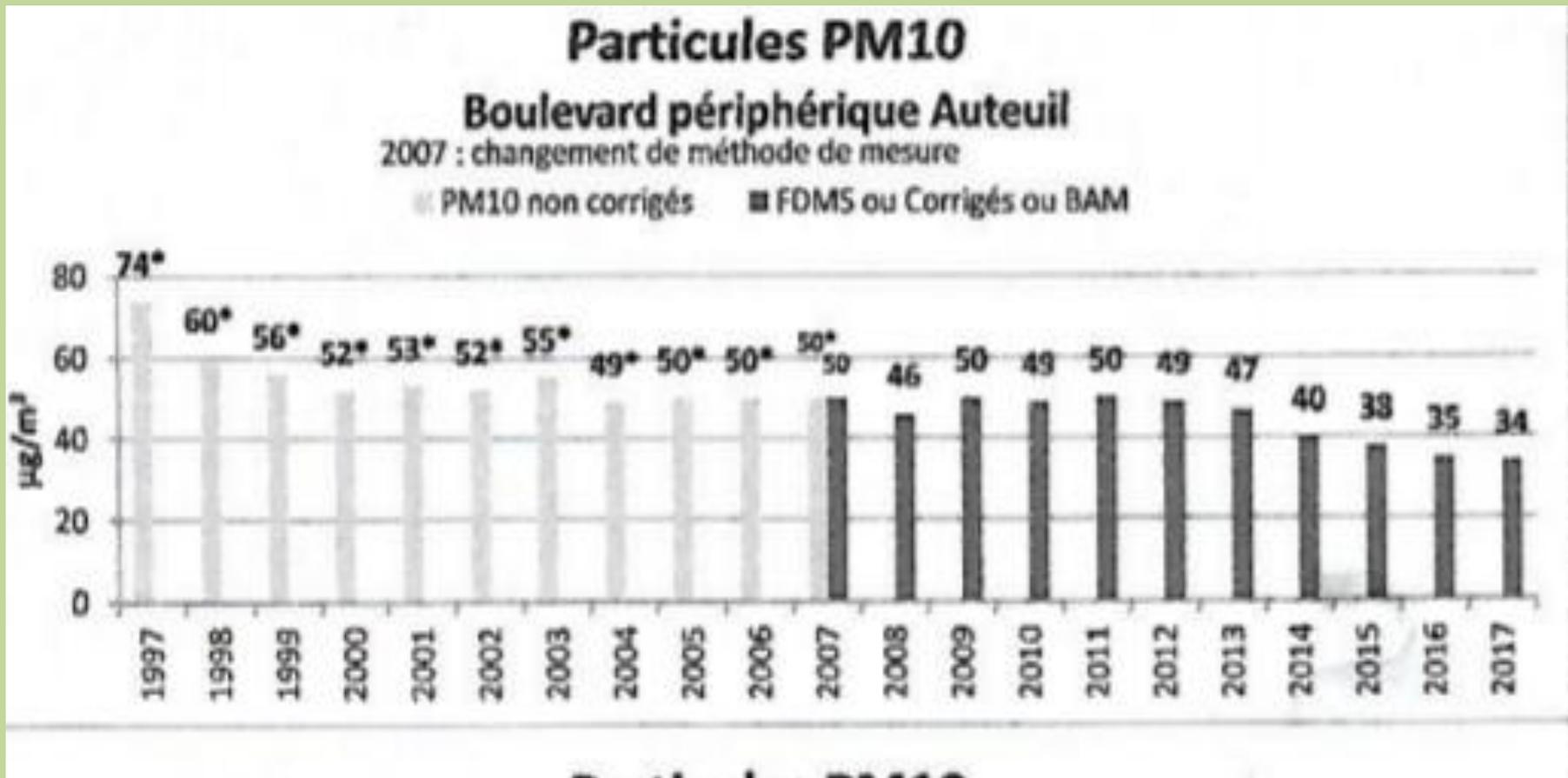


Particules PM10 Boulevard périphérique Auteuil

QUALITE DE L'AIR

EMISSIONS AUTOMOBILES - DIESEL

Niveaux moyens annuels – Agglo Paris – Echantillon constant



QUALITE DE L'AIR

EMISSIONS AUTOMOBILES - DIESEL

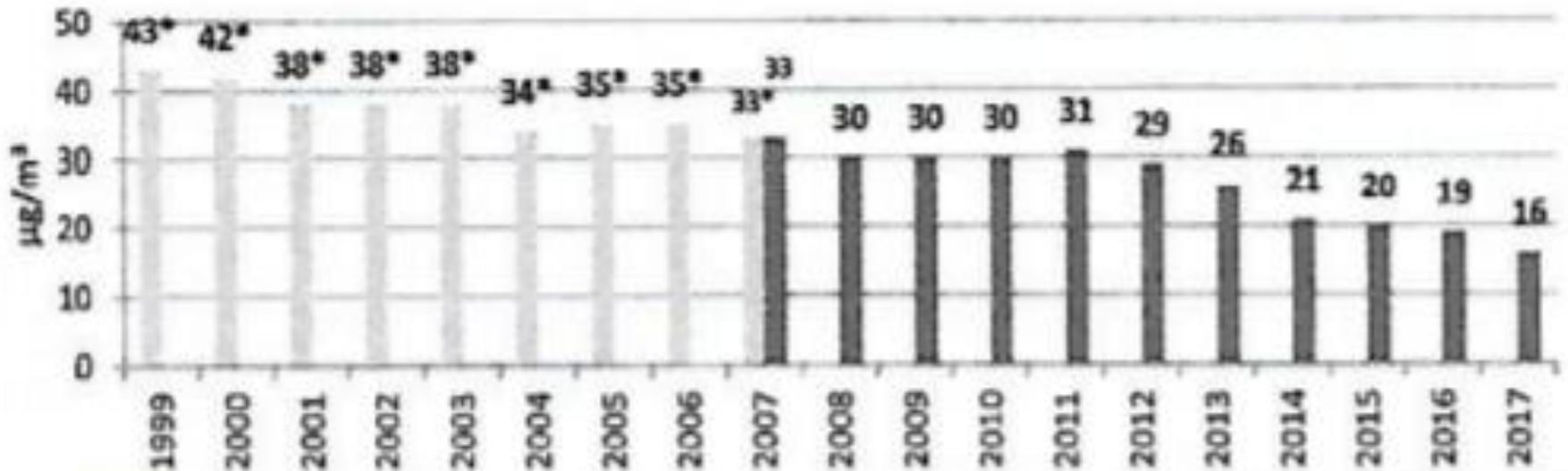
Niveaux moyens annuels – Agglo Paris – Echantillon constant

Particules PM2.5

Boulevard périphérique Auteuil

2007 : changement de méthode de mesure

■ Non corrigés ■ Corrigés/FDMS/BAM

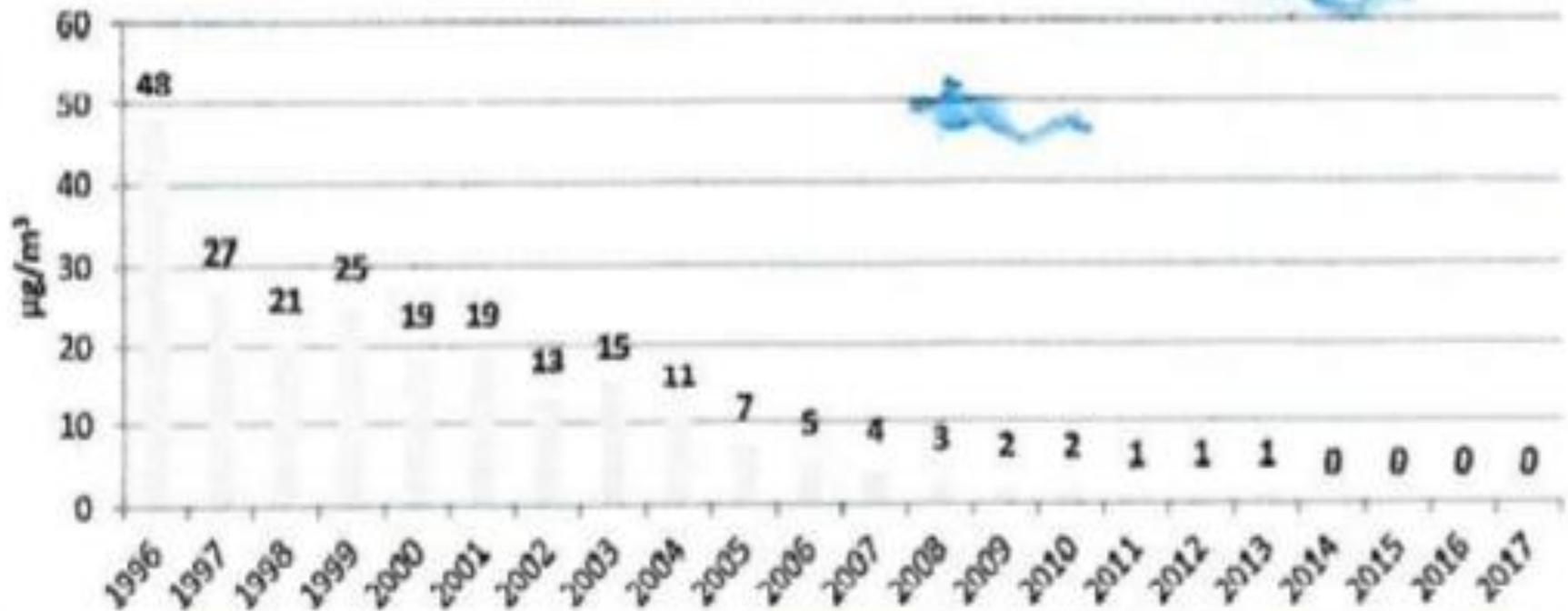


QUALITE DE L'AIR

EMISSIONS AUTOMOBILES - DIESEL

Niveaux moyens annuels – Agglo Paris – Echantillon constant
stant

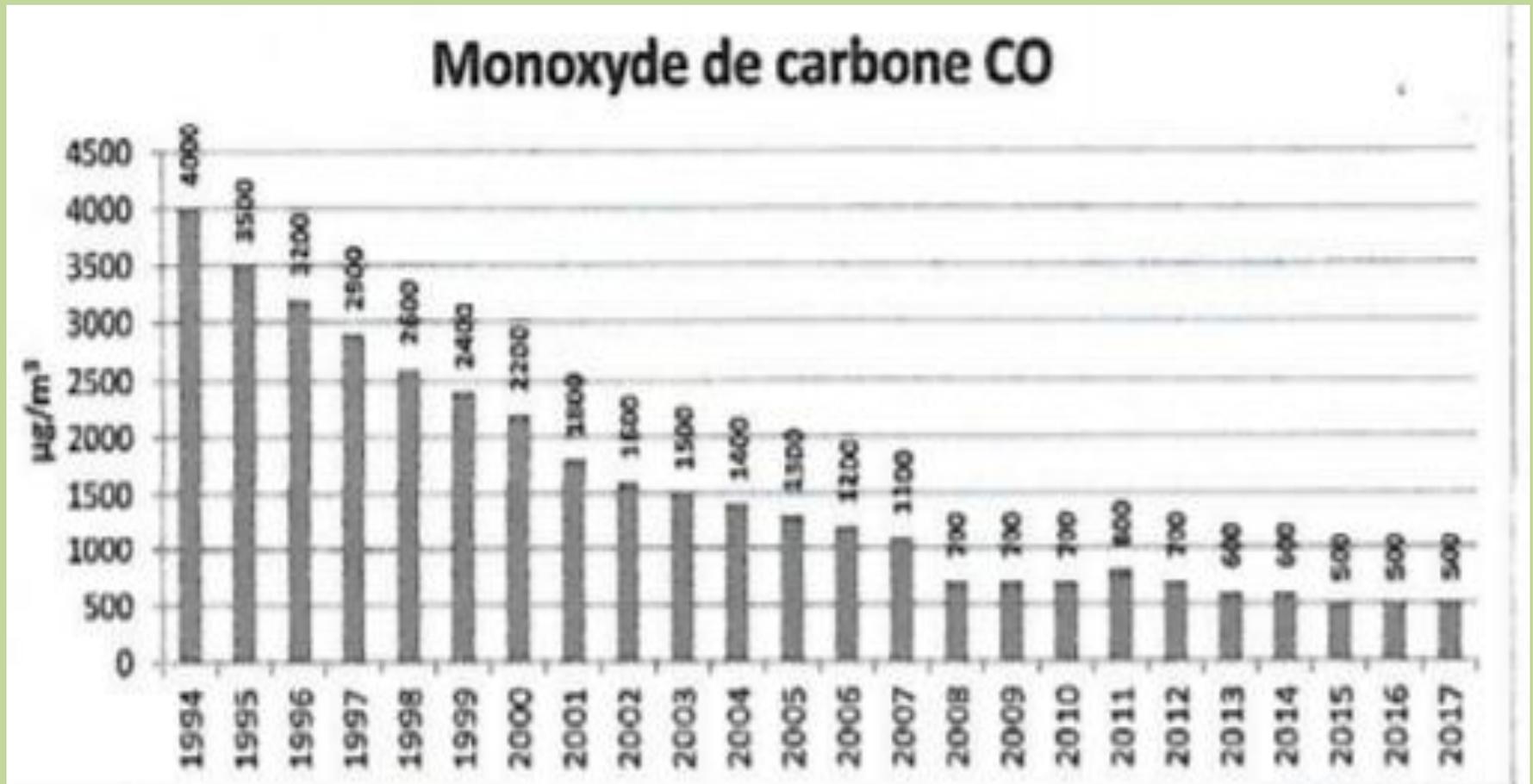
Dioxyde de soufre SO₂



QUALITE DE L'AIR

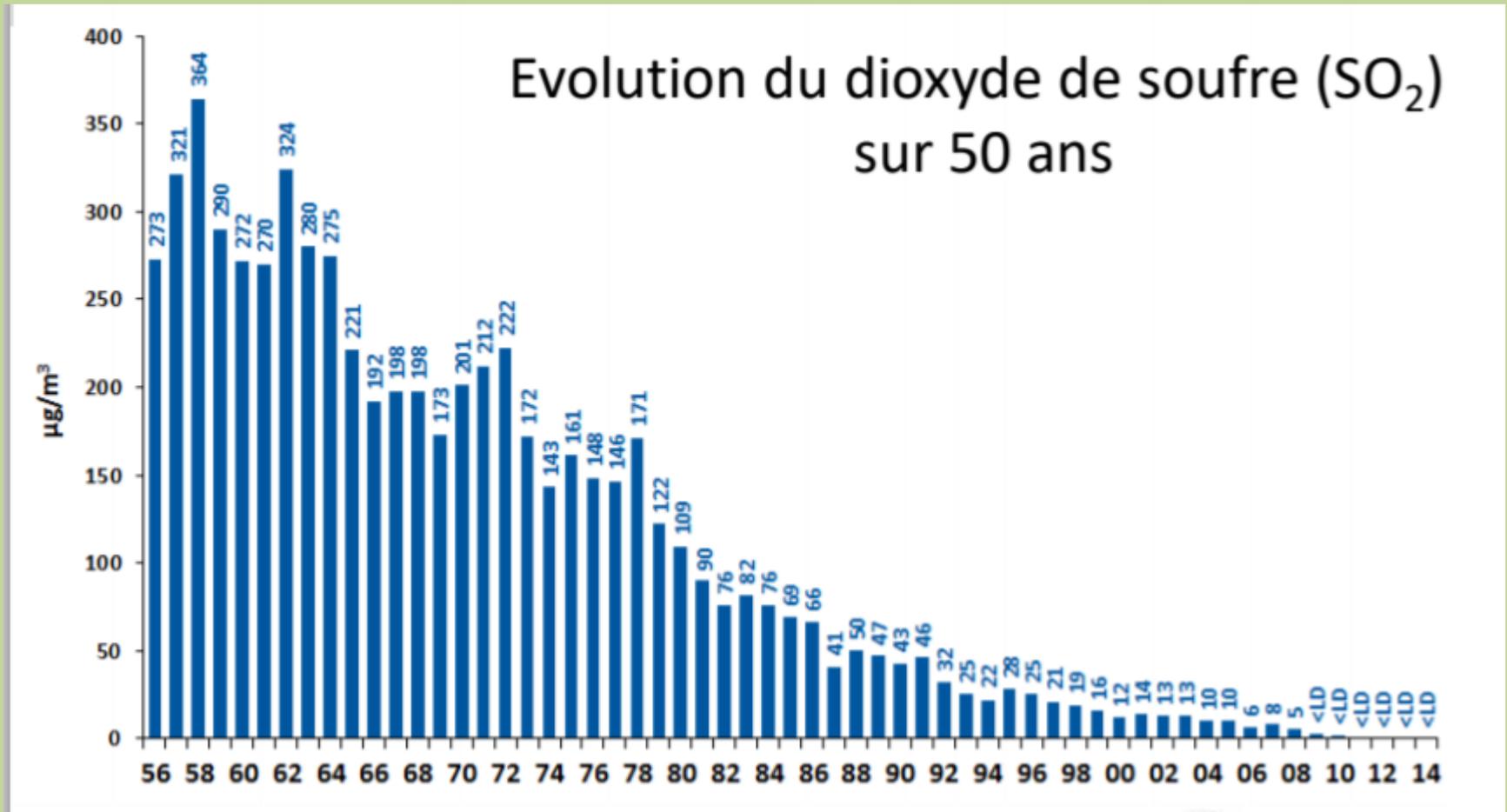
EMISSIONS AUTOMOBILES - DIESEL

Niveaux moyens annuels – Agglo Paris – Echantillon constant



QUALITE DE L'AIR

EMISSIONS AUTOMOBILES - DIESEL

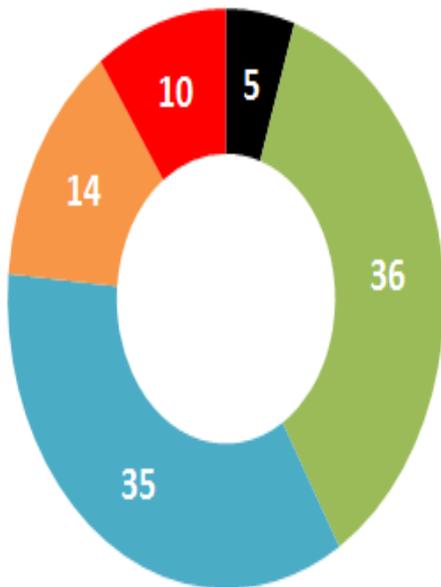


QUALITE DE L'AIR

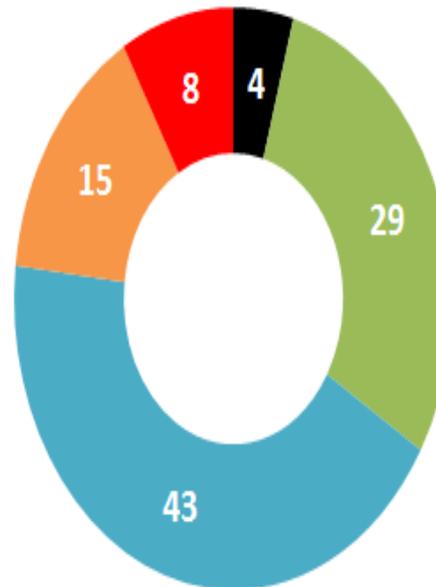
EMISSIONS AUTOMOBILESS - DIESEL

Composition chimique des particules submicroniques le 18/2/2018

Lyon centre



Bordeaux - Talence

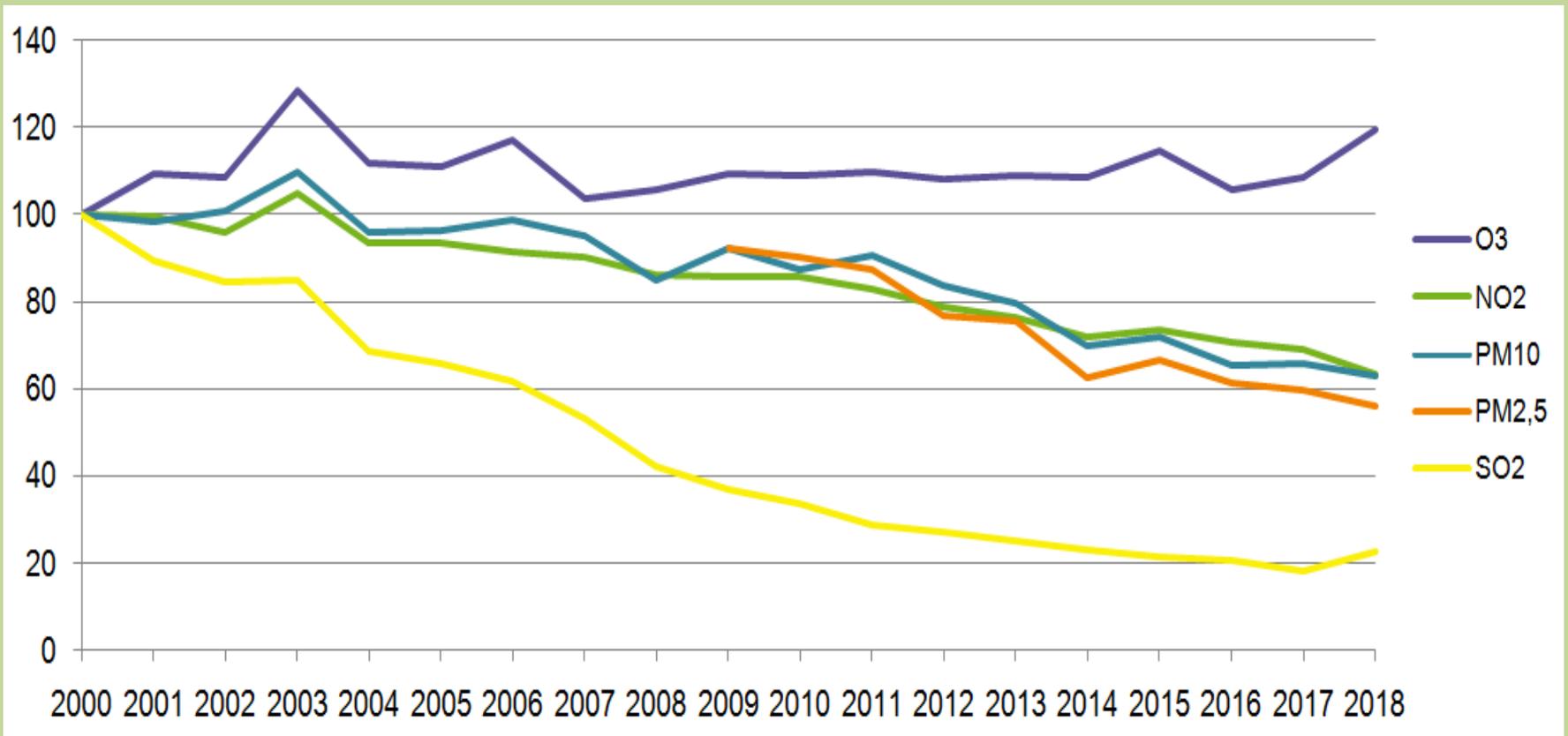


- carbone suie
- matière organique
- nitrate
- ammonium
- sulfate

QUALITE DE L'AIR

EMISSIONS AUTOMOBILES - DIESEL

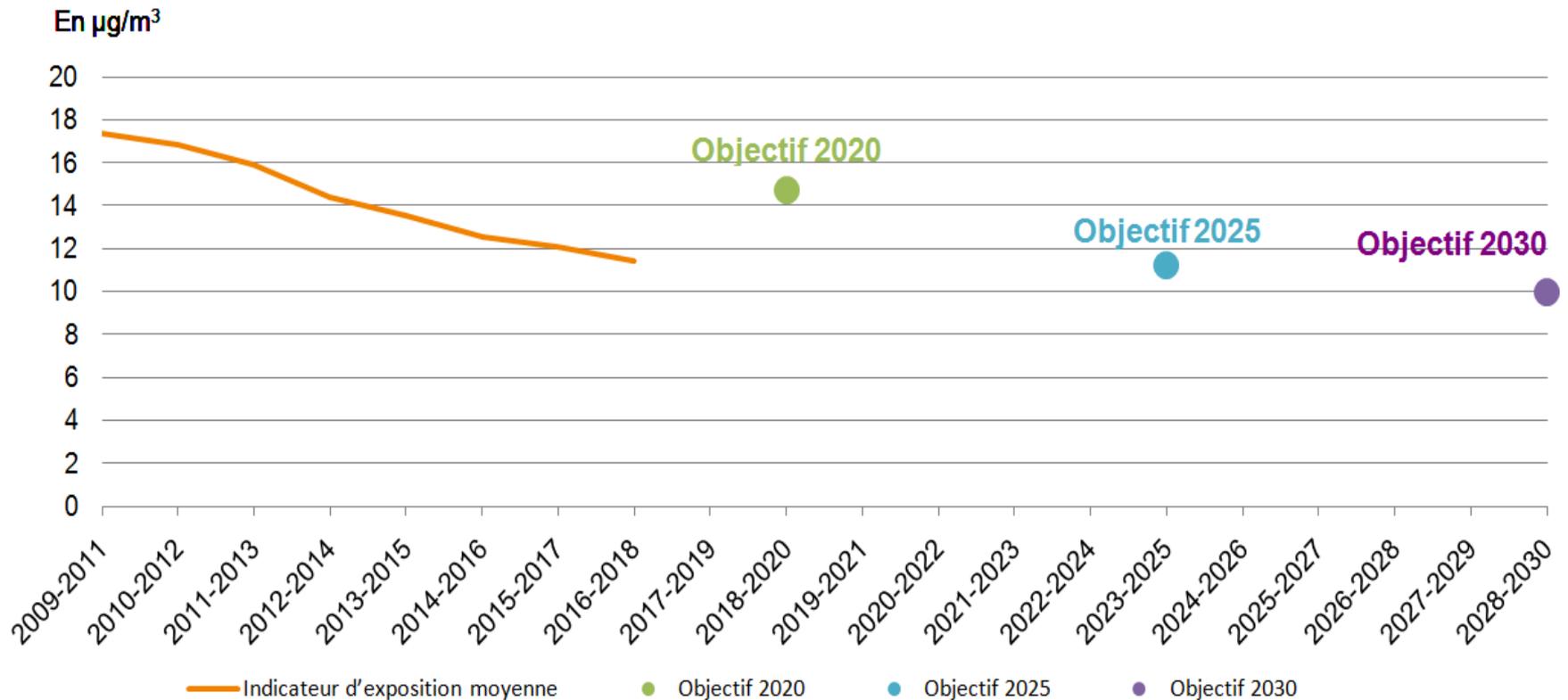
Evolution moyenne des concentrations en milieu urbain



QUALITE DE L'AIR

EMISSIONS AUTOMOBILES - DIESEL

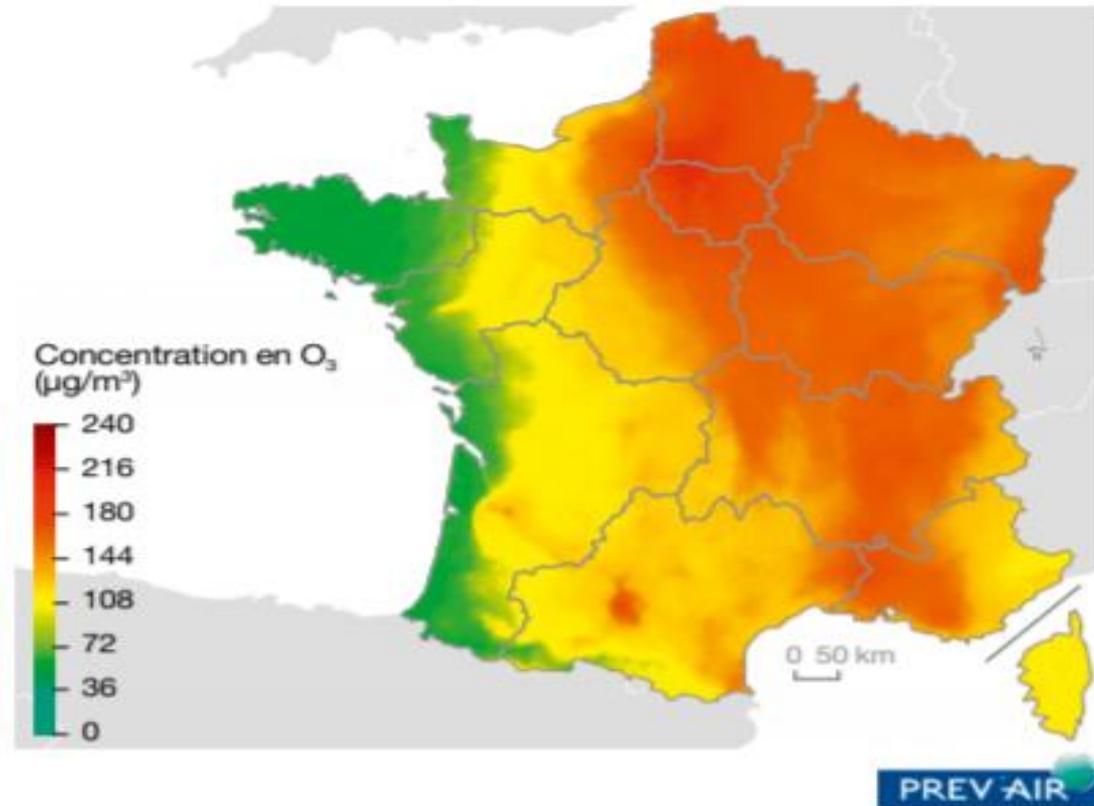
Evolution de l'indicateur d'exposition moyenne aux PM_{2,5} en fond urbain



QUALITE DE L'AIR

EMISSIONS AUTOMOBILES - DIESEL

Carte 10 : moyenne des concentrations maximales journalières en ozone, du 23 au 27 juillet 2018



Source : PREV AIR

QUALITE DE L'AIR

EMISSIONS AUTOMOBILES - DIESEL

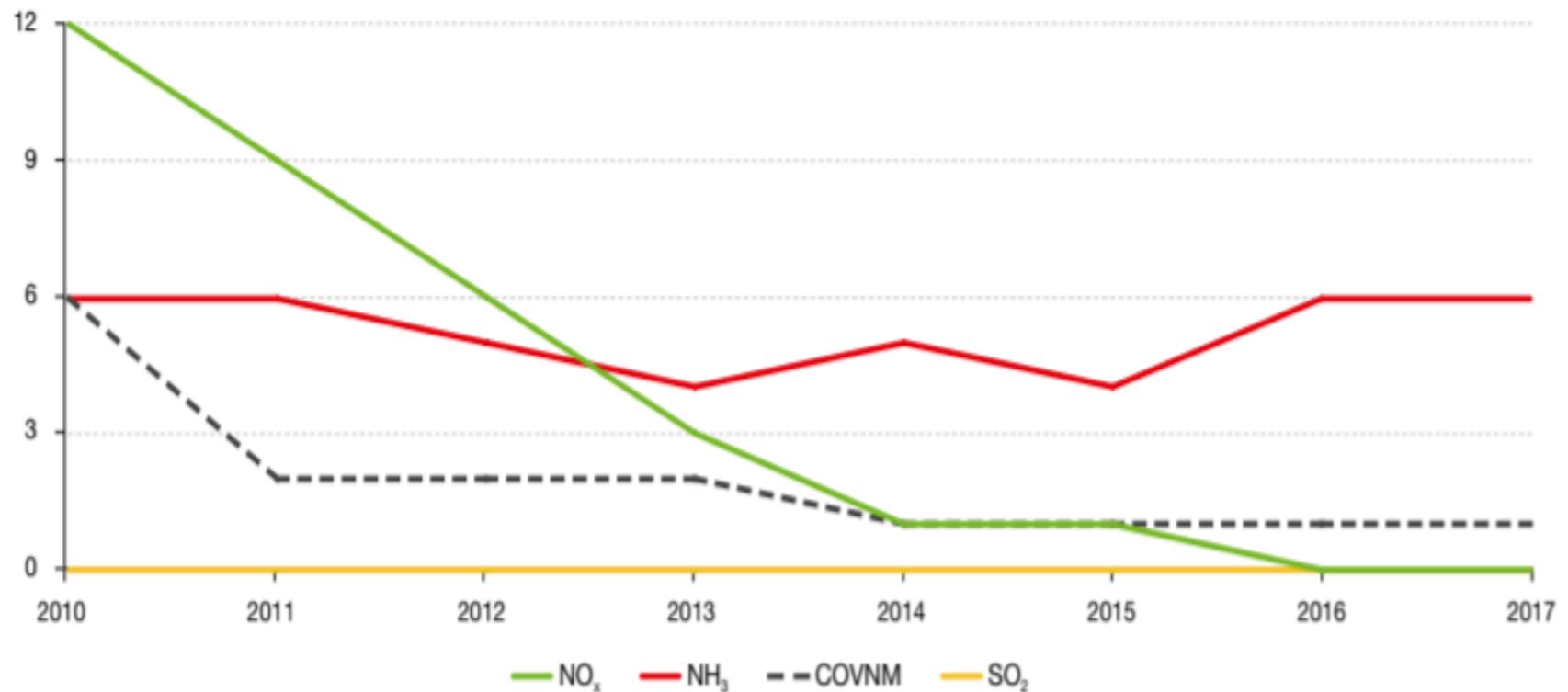
Evolution des dépassements des normes en agglomération dangereuses pour la santé

En nombre d'agglomération				
	NO₂	PM₁₀	PM_{2,5}	O₃
2000	24			26
2001	31			42
2002	28			40
2003	37			104
2004	20			95
2005	31			108
2006	30			74
2007	24	33		60
2008	21	18		50
2009	26	23	1	30
2010	25	14	2	37
2011	29	30	4	41
2012	23	19	1	37
2013	22	9	1	34
2014	19	3	1	24
2015	16	8	0	37
2016	16	3	0	25
2017	12	3	0	28
2018	11	3	0	40

QUALITE DE L'AIR

EMISSIONS AUTMOBILES - DIESEL

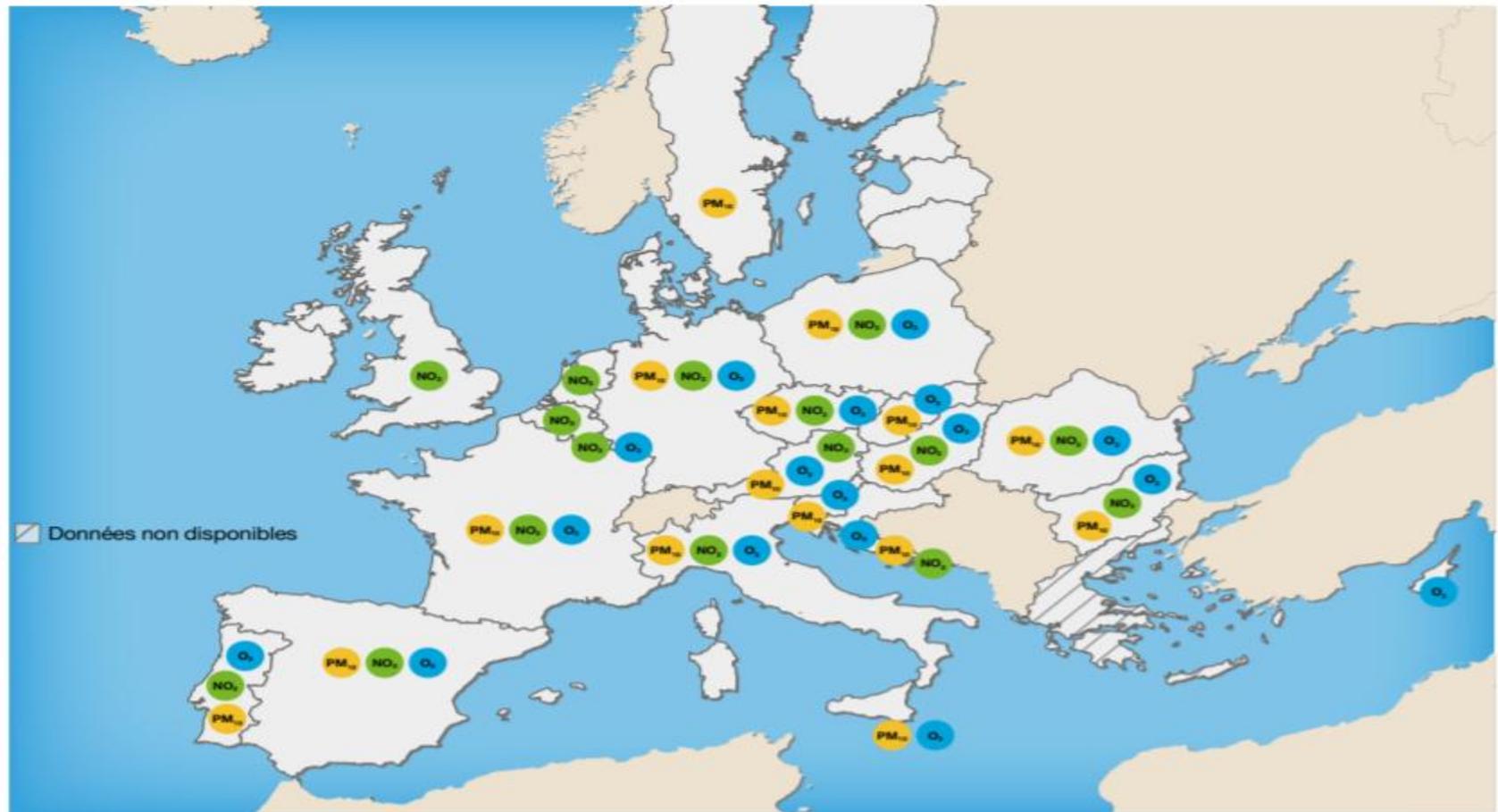
Graphique 7 : évolution du nombre de pays de l'Union européenne ne respectant pas leur plafond d'émission
En nombre de pays



QUAKITE DE L'AIR

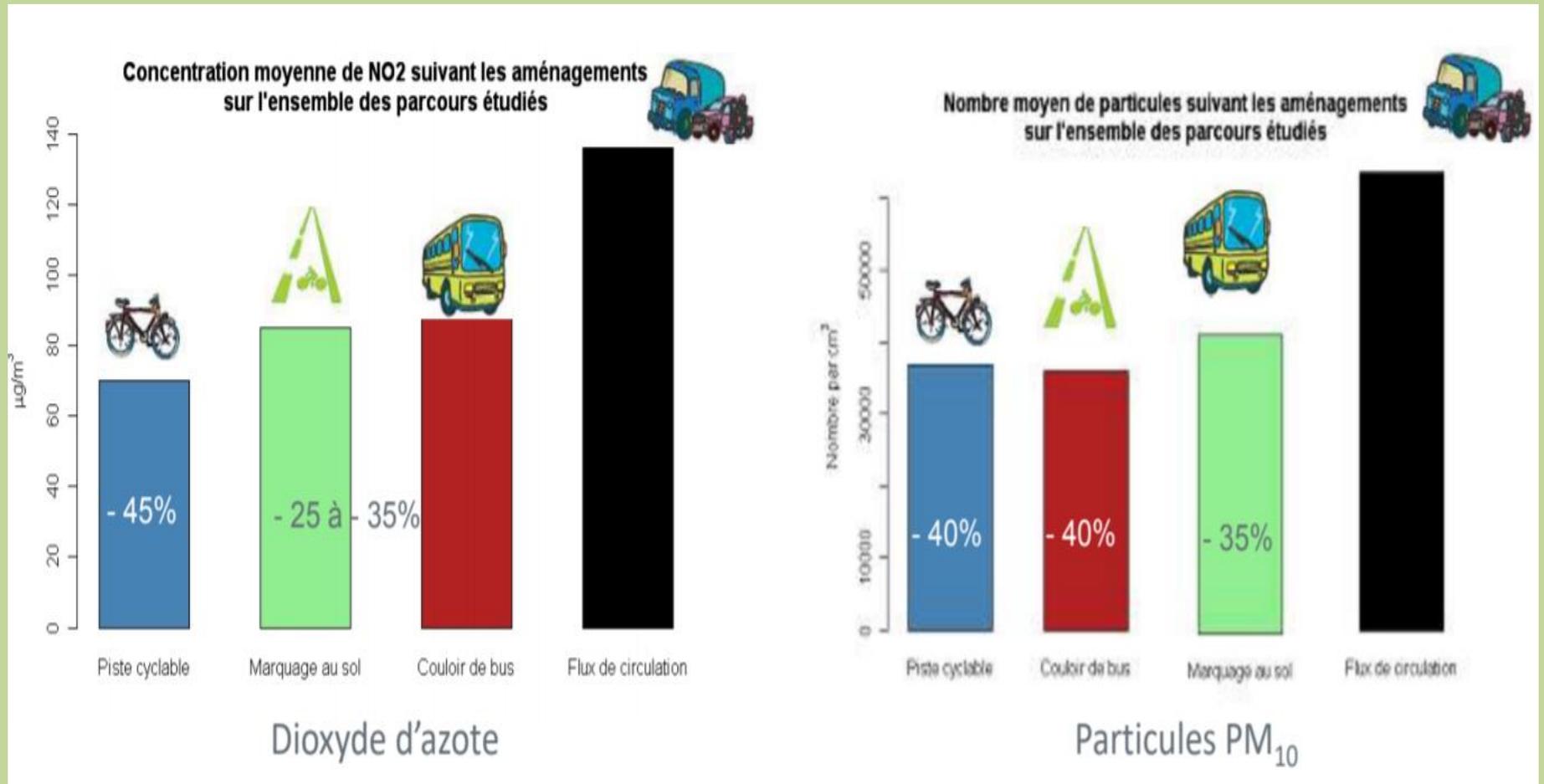
EMISSIONS AUTOMOBILES – DIESEL

Carte 17 : dépassements des normes réglementaires de qualité de l'air pour la protection de la santé à long terme dans l'UE28, en 2017



QUALITE DE L'AIR

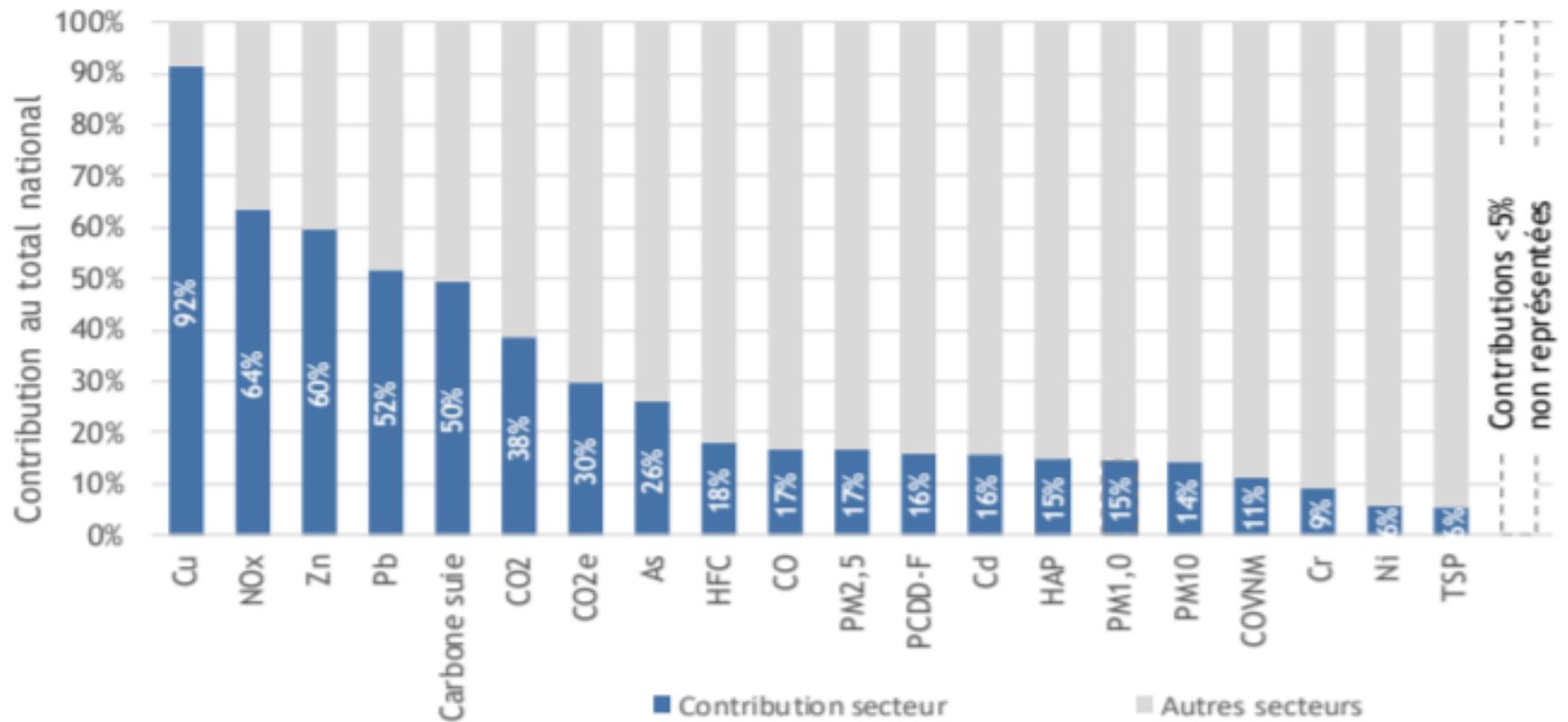
EMISSIONS AUTOMOBILES - DIESEL



QUALITE DE L'AIR

EMISSIONS AUTOMOBILES - DIESEL

CONTRIBUTION DU SECTEUR TRANSPORT AUX EMISSIONS TOTALES



Source CITEPA / format SECTEN - avril 2019 / CITEPA-chiffres-cles-d.xlsx

QUALITE DE L'AIR

EMISSIONS AUTOMOBILES - DIESEL

Voitures et Véhicules utilitaires légers

Norme	Mise en service des véhicules	Homologation des nouveaux types
Euro 1	1 ^{er} janvier 1993	1 ^{er} juillet 1992
Euro 2 (voitures)	1 ^{er} janvier 1997	1 ^{er} janvier 1996
Euro 2 (Véhicules utilitaires légers)	1 ^{er} octobre 1997	
Euro 3	1 ^{er} janvier 2001	1 ^{er} janvier 2000
Euro 4	1 ^{er} janvier 2006	1 ^{er} janvier 2005
Euro 5a	1 ^{er} janvier 2011	1 ^{er} septembre 2009
Euro 5b	1 ^{er} janvier 2013	1 ^{er} septembre 2011
Euro 6b	1 ^{er} septembre 2015	1 ^{er} septembre 2014
Euro 6c	1 ^{er} septembre 2018	1 ^{er} septembre 2017
Euro 6d-TEMP ⁸	1 ^{er} septembre 2019	1 ^{er} septembre 2017
Euro 6d ⁹	1 ^{er} janvier 2021	1 ^{er} janvier 2020

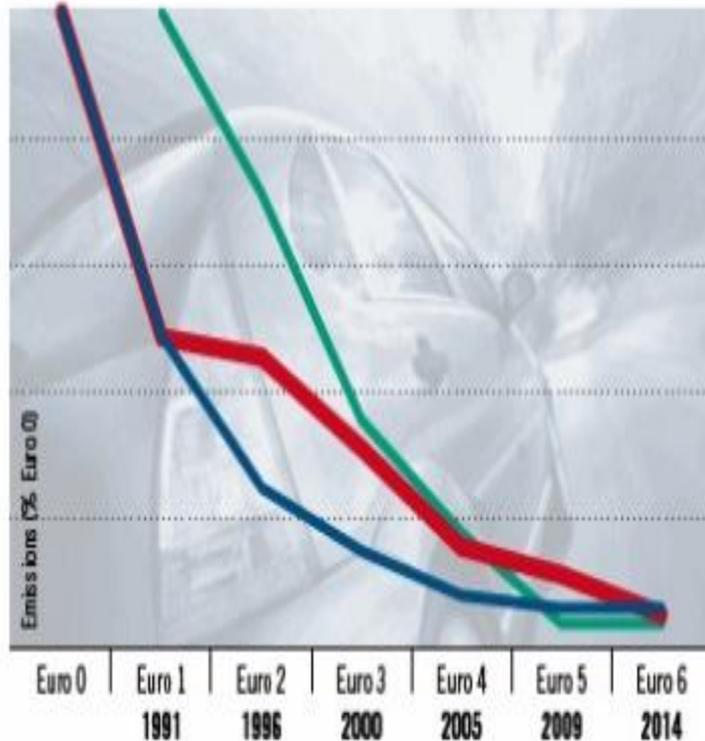
QUALITE DE L'AIR

EMISSIONS AUTOMOBILES - DIESEL

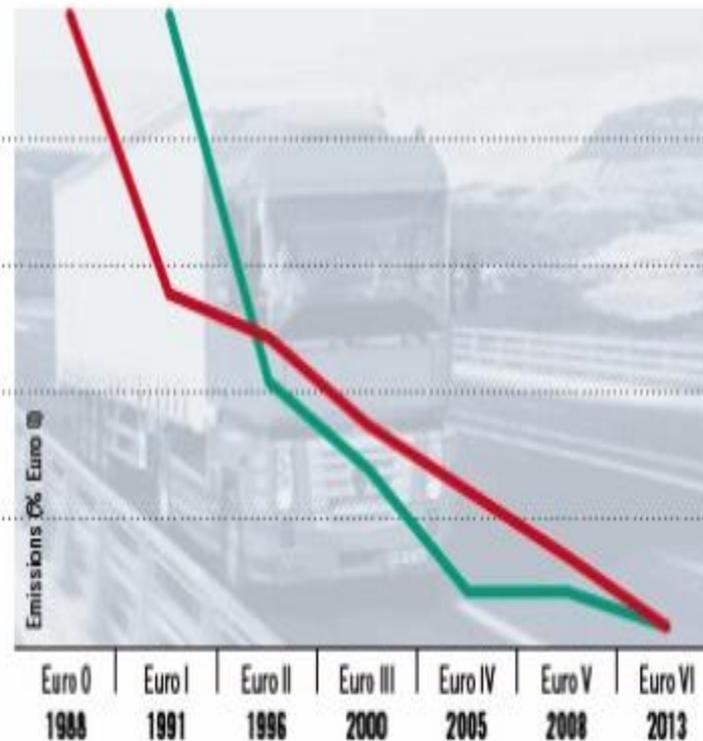
EVOLUTION OF EMISSION STANDARDS

SOURCE: ACEA

PASSENGER CARS



TRUCKS



- Petrol NOx
- Diesel NOx
- Diesel PM

QUALITE DE L'AIR

EMISSIONS AUTOMOBILES - DIESEL

EURO 5-6

Emissions	Unit	PC M ¹⁾ , LCV N1 CL 1			LCV N1 CL 2			LCV N1 CL 3, N2		
		Euro 5a	Euro 5b/b+	Euro 6b, 6c, 6d-Temp, 6d	Euro 5a	Euro 5b/b+	Euro 6b, 6c, 6d-Temp, 6d	Euro 5a	Euro 5b/b+	Euro 6b, 6d-Temp,
EURO 5-6 Positive ignition emissions limits ((EC) 715/2007 as amended (EC) 692/2008)										
THC	mg/km	100	100	100	130	130	130	160	160	160
NMHC		68	68	68	90	90	90	108	108	108
NO _x		60	60	60	75	75	75	82	82	82
CO		1000	1000	1000	1810	1810	1810	2270	2270	2270
PM ²⁾³⁾		5.0	4.5	4.5	5.0	4.5	4.5	5.0	4.5	4.5
PN ²⁾	Nb/km	-	-	6x10 ^{11 4)}	-	-	6x10 ^{11 4)}	-	-	6x10 ^{11 4)}
EURO 5-6 Compression ignition emissions limits ((EC) 715/2007 as amended (EC) 692/2008)										
NO _x	mg/km	180	180	80	235	235	105	280	280	125
HC+NO _x		230	230	170	295	295	195	350	350	215
CO		500	500	500	630	630	630	740	740	740
PM ¹⁾		5.0	4.5	4.5	5.0	5.0	4.5	5.0	5.0	4.5
PN ¹⁾	Nb/km	-	6x10 ¹¹	6x10 ¹¹	-	6x10 ¹¹	6x10 ¹¹	-	6x10 ¹¹	6x10 ¹¹

QUALITE DE L'AIR

EMISSIONS AUTOMOBILES -

BANC MOTEUR



QUALITE DE L'AIR

EMISSIONS AUTOMOBILES - DIESEL

BANC A ROULEAUX



QUALITE DE L'AIR

EMISSIONS AUTOMOBILES - DIESEL



QUALITE DE L'AIR

EMISSIONS AUTOMOBILES - DIESEL

EUROPEAN UNION

DRIVING CYCLES: NEDC

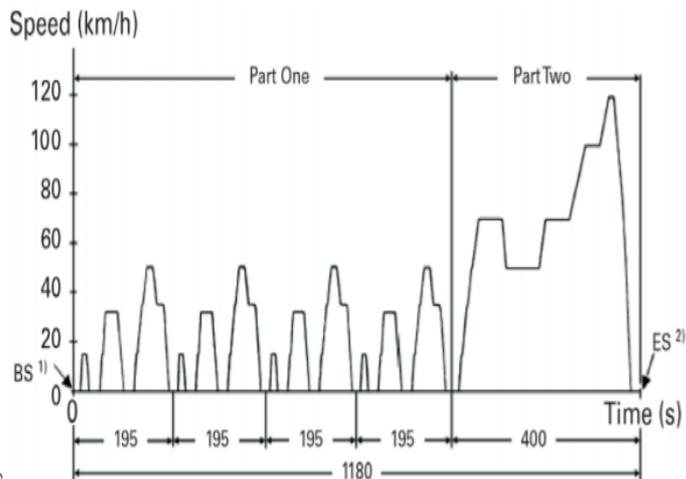
URBAN (ECE) + EXTRA-URBAN (EUDC) CYCLE.

Prior to Euro 3 (MVEG-A: ECE+EUDC).

- Bag sampling starts after 40s idle period.

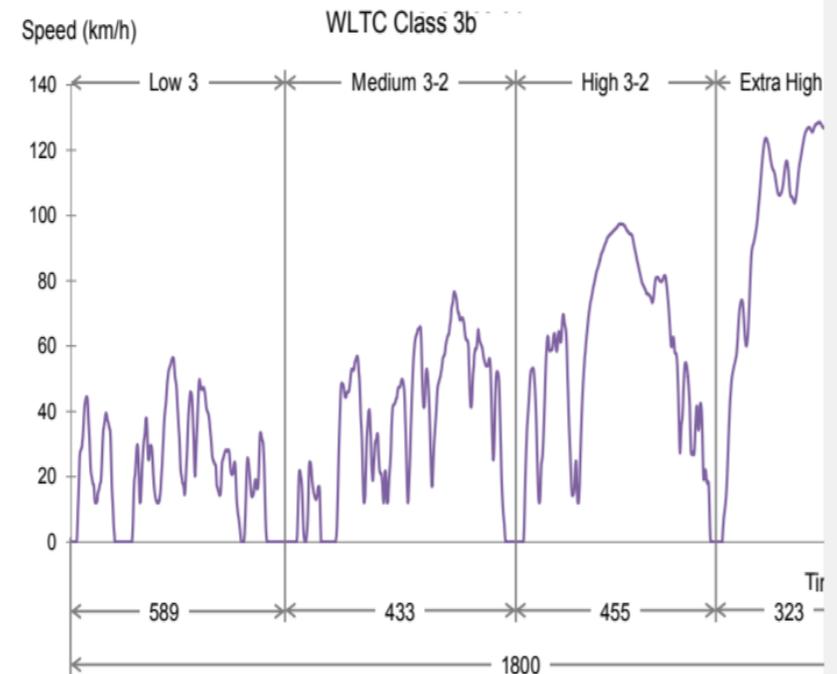
Cycle revision for Euro 3 onwards (MVEG-B: NEDC).

- Modification of the start-up phase: deletion of the 40s idle period prior to bag sampling.



DRIVING CYCLES: WLTC

WLTC should replace NEDC starting from Sept 2017 for new types and from Sept 2018 for all vehicles.



QUALITE DE L'AIR

EMISSIONS AUTOMOBILES - DIESEL

EURO 5-6

Emissions	Unit	PC M ¹⁾ , LCV N1 CL 1			LCV N1 CL 2			LCV N1 CL 3, N2		
		Euro 5a	Euro 5b/b+	Euro 6b, 6c, 6d-Temp, 6d	Euro 5a	Euro 5b/b+	Euro 6b, 6c, 6d-Temp, 6d	Euro 5a	Euro 5b/b+	Euro 6b, 6d-Temp,
EURO 5-6 Positive ignition emissions limits ((EC) 715/2007 as amended (EC) 692/2008)										
THC	mg/km	100	100	100	130	130	130	160	160	160
NMHC		68	68	68	90	90	90	108	108	108
NO _x		60	60	60	75	75	75	82	82	82
CO		1000	1000	1000	1810	1810	1810	2270	2270	2270
PM ²⁾³⁾		5.0	4.5	4.5	5.0	4.5	4.5	5.0	4.5	4.5
PN ²⁾	Nb/km	-	-	6x10 ^{11 4)}	-	-	6x10 ^{11 4)}	-	-	6x10 ^{11 4)}
EURO 5-6 Compression ignition emissions limits ((EC) 715/2007 as amended (EC) 692/2008)										
NO _x	mg/km	180	180	80	235	235	105	280	280	125
HC+NO _x		230	230	170	295	295	195	350	350	215
CO		500	500	500	630	630	630	740	740	740
PM ¹⁾		5.0	4.5	4.5	5.0	5.0	4.5	5.0	5.0	4.5
PN ¹⁾	Nb/km	-	6x10 ¹¹	6x10 ¹¹	-	6x10 ¹¹	6x10 ¹¹	-	6x10 ¹¹	6x10 ¹¹

QUALITE DE L'AIR

EMISSIONS AUTOMOBILES - DIESEL

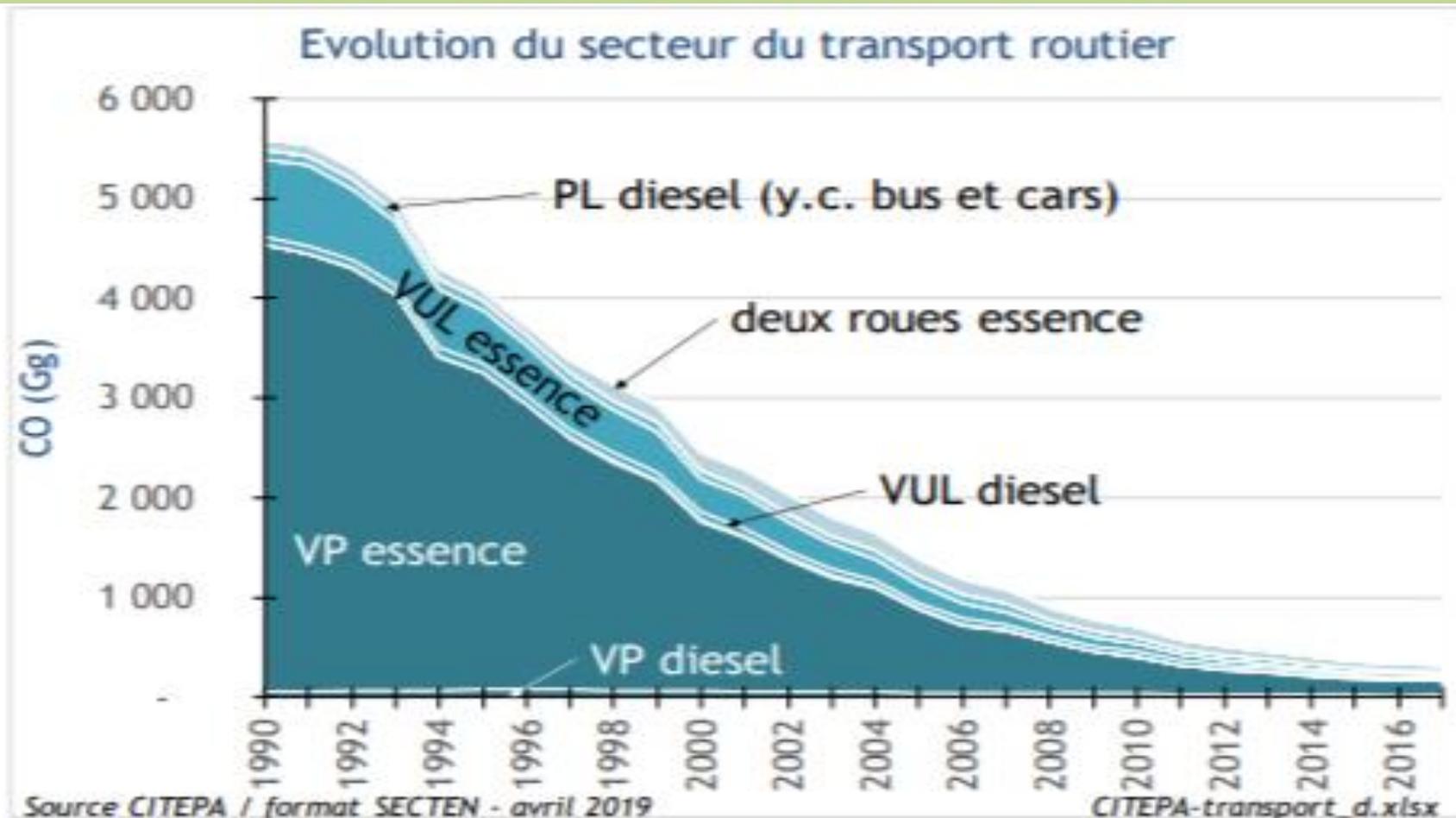
Graphique 1 : évolution des émissions de quelques polluants

En indice base 100 des émissions en 2000

Année	SO2	NOx	NH3	PM10	PM2,5	Cd
2000	100	100	100	100	100	100
2001	90	98	99	97	97	91
2002	84	95	97	91	90	87
2003	80	93	96	91	90	64
2004	77	91	94	88	86	46
2005	74	88	94	82	79	41
2006	69	83	92	76	72	33
2007	66	79	93	73	68	30
2008	56	73	94	71	66	31
2009	47	68	93	68	63	23
2010	44	67	94	70	66	23
2011	41	63	92	64	58	22
2012	38	61	92	65	59	21
2013	34	61	92	65	59	21
2014	28	56	93	58	51	22
2015	26	55	94	59	52	20
2016	23	52	94	59	52	24
2017	23	50	94	58	50	22
2018 (e)	21	46	94	56	47	22

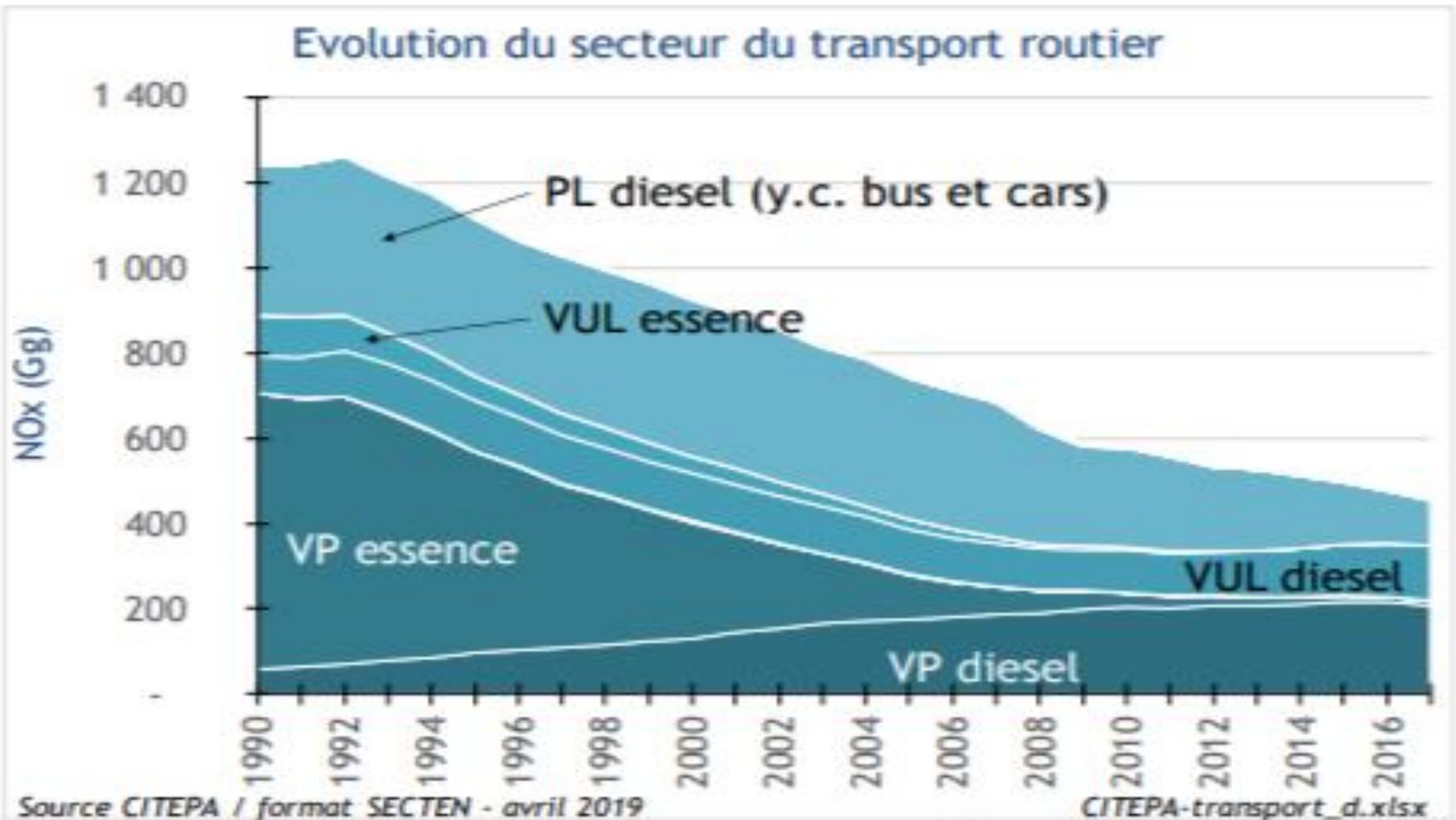
QUALITE DE L'AIR

EMISSIONS AUTOMOBILES - DIESEL



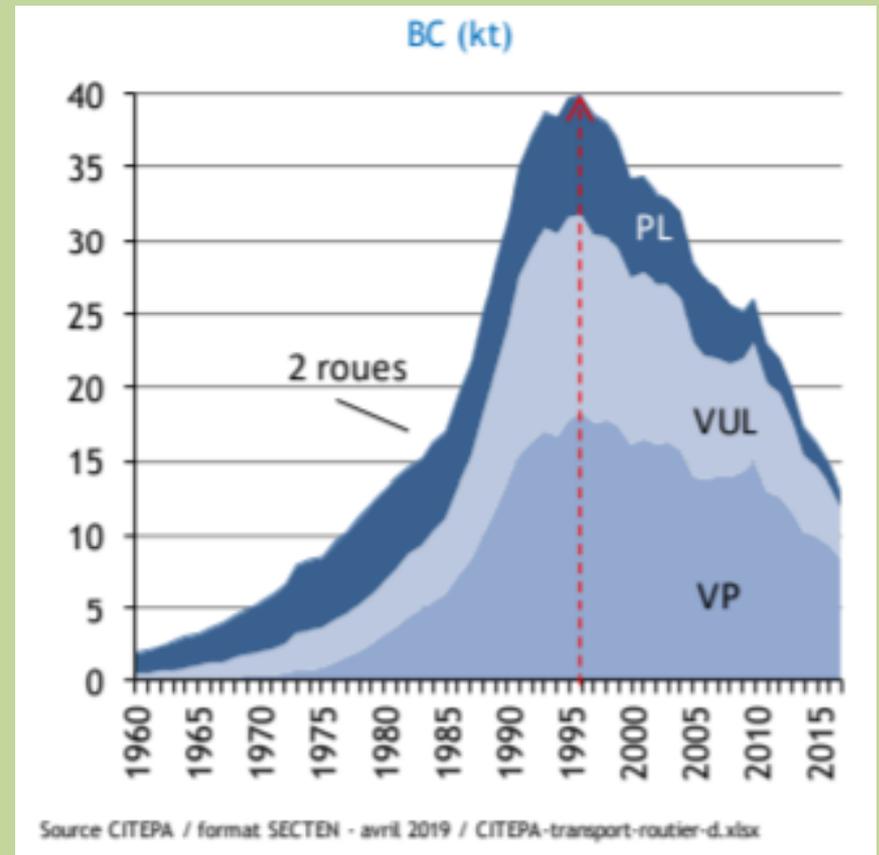
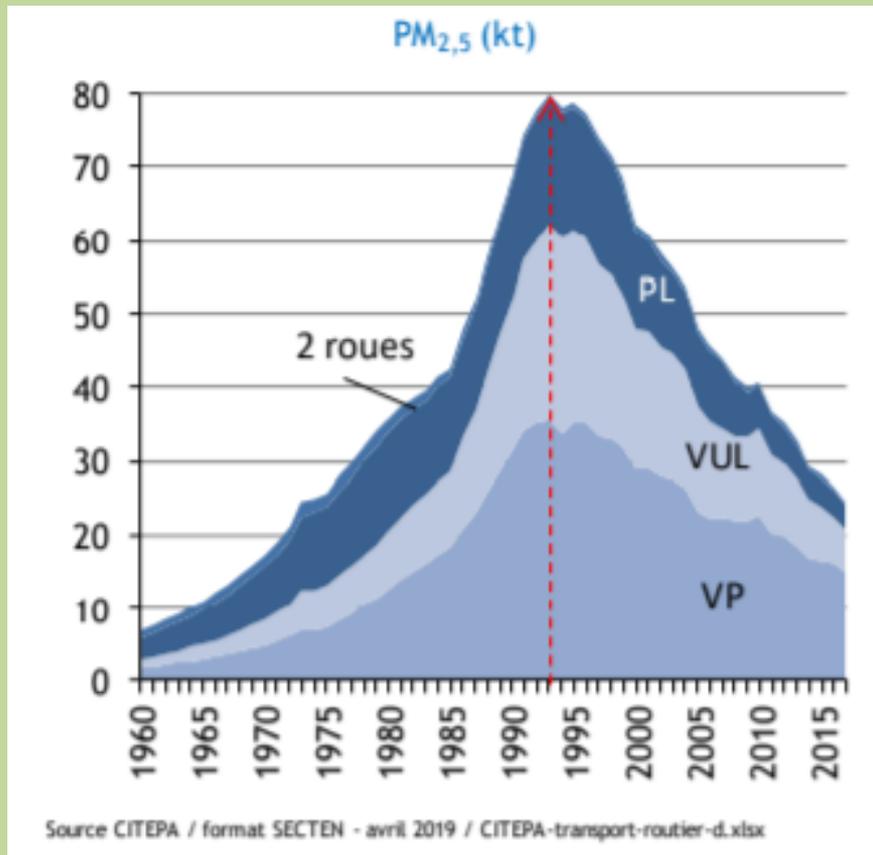
QUALITE DE L'AIR

EMISSIONS AUTOMOBILES - DIESEL



QUALITE DE L'AIR

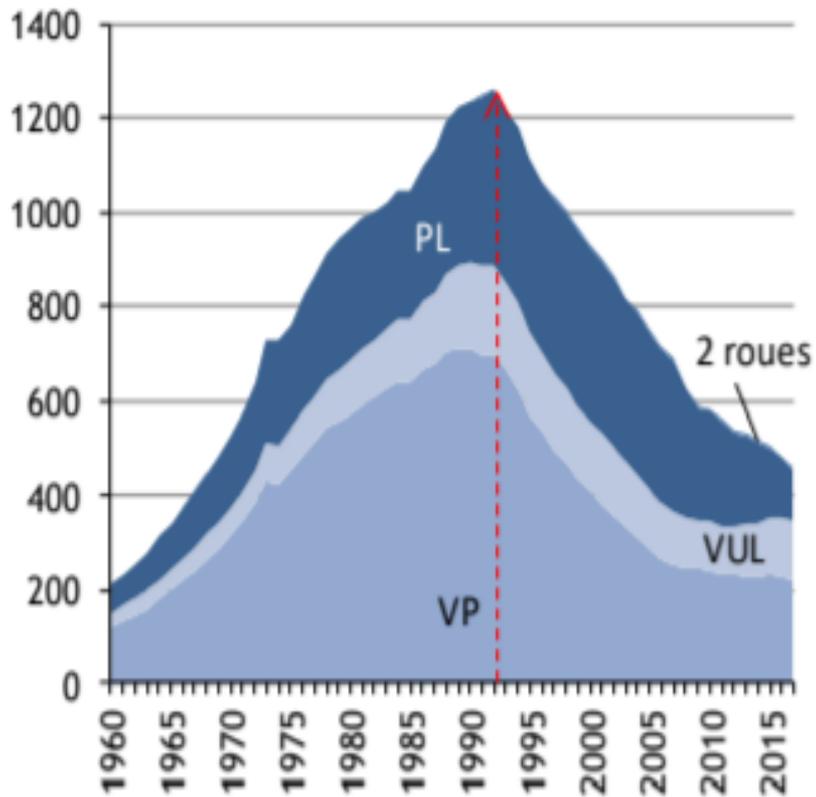
EMISSIONS AUTOMOBILES - DIESEL



QUALITE DE L'AIR

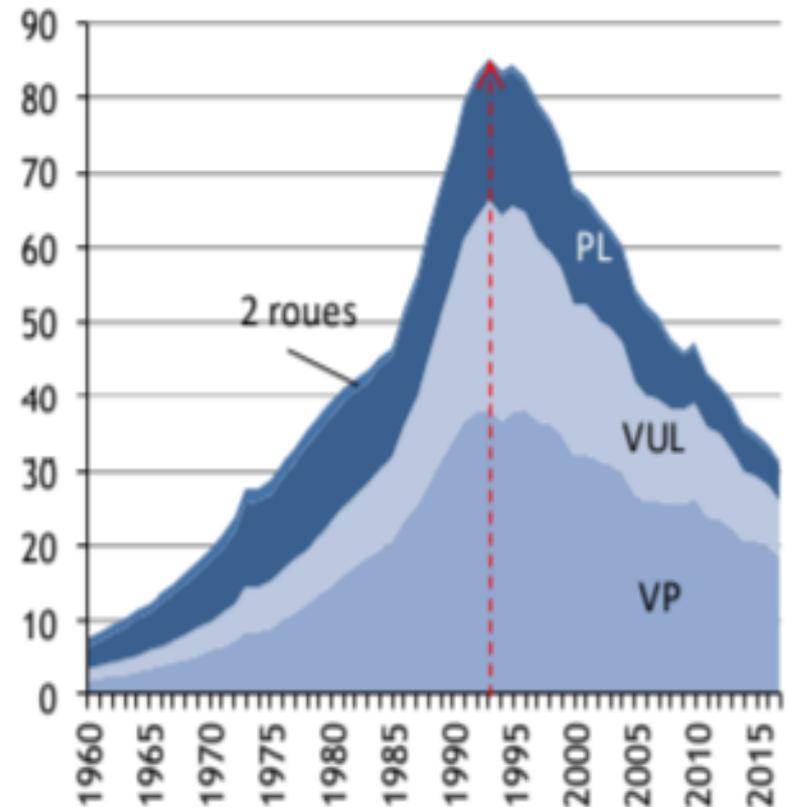
EMISSIONS AUTOMOBILES - DIESEL

NOx (kt)



Source CITEPA / format SECTEN - avril 2019 / CITEPA-transport-routier-d.xlsx

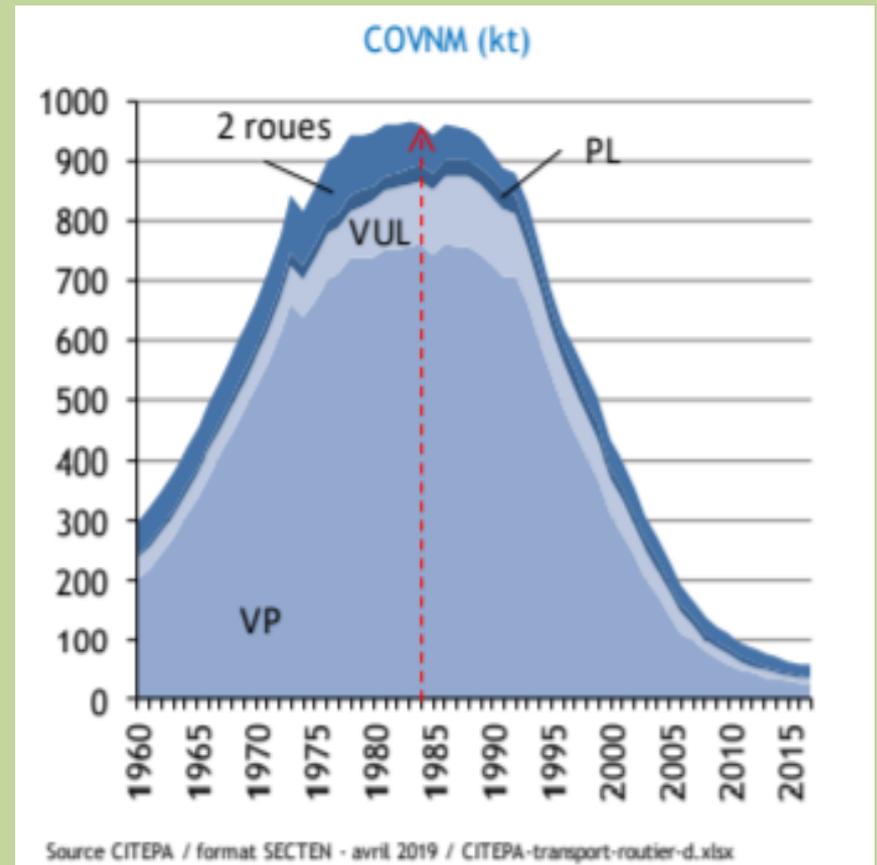
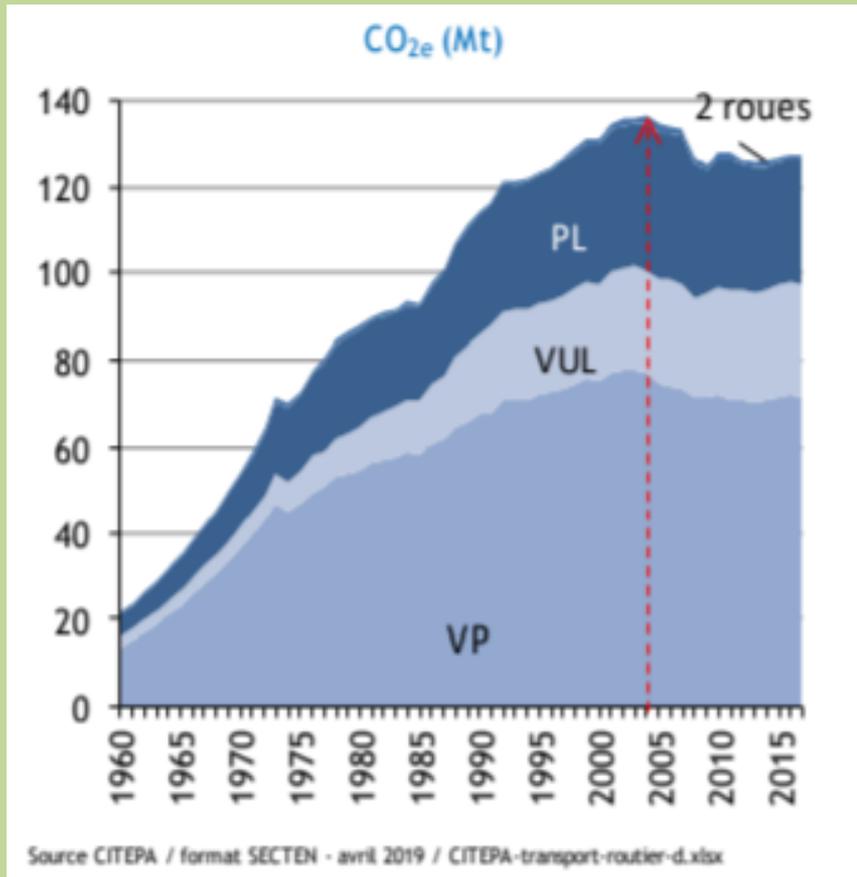
PM₁₀ (kt)



Source CITEPA / format SECTEN - avril 2019 / CITEPA-transport-routier-d.xlsx

QUALITE DE L'AIR

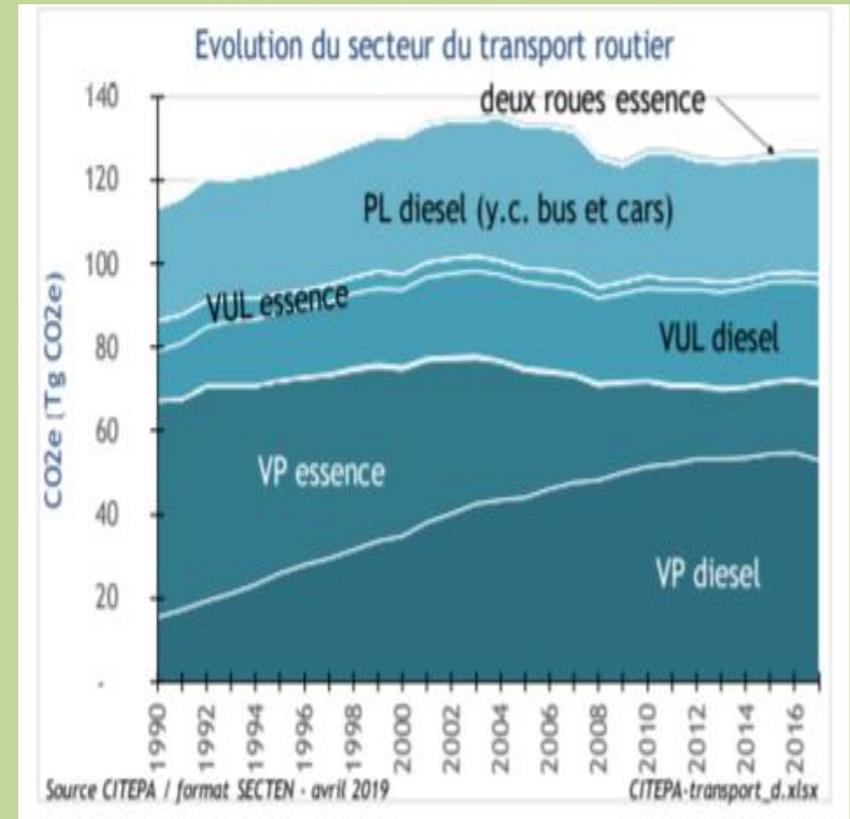
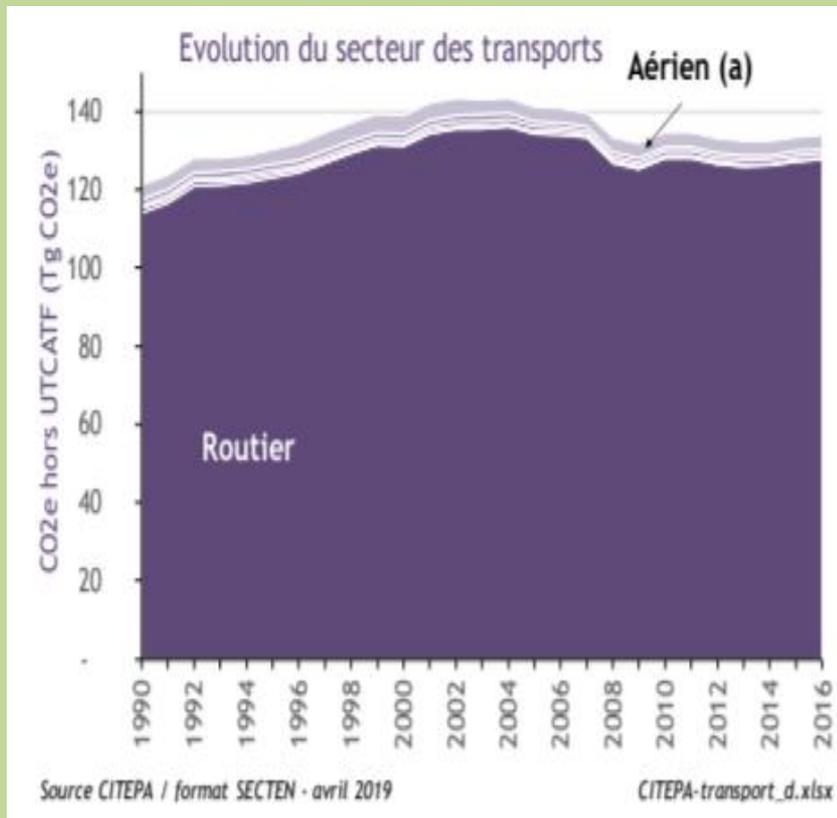
EMISSIONS AUTOMOBILES - DIESEL



QUALITE DE L'AIR

EMISSIONS AUTOMOBILES - DIESEL

EMISSIONS D'EQUIVALENTS CO2



QUALITE DE L'AIR

EMISSIONS AUTOMOBILES - DIESEL

Il est acté que les émissions des véhicules sur route peuvent dépasser les valeurs d'homologation (x 1,5 à 2,5)
Au nouveau cycle WLTC, le législateur européen a ajouté un cycle complémentaire, le cycle RDE pour le vérifier
Real Driving Cycle

QUALITE DE L'AIR

EMISSIONS AUTOMOBILES - DIESEL

RDE emissions calculation

Emissions shall be computed for both urban and total trips.

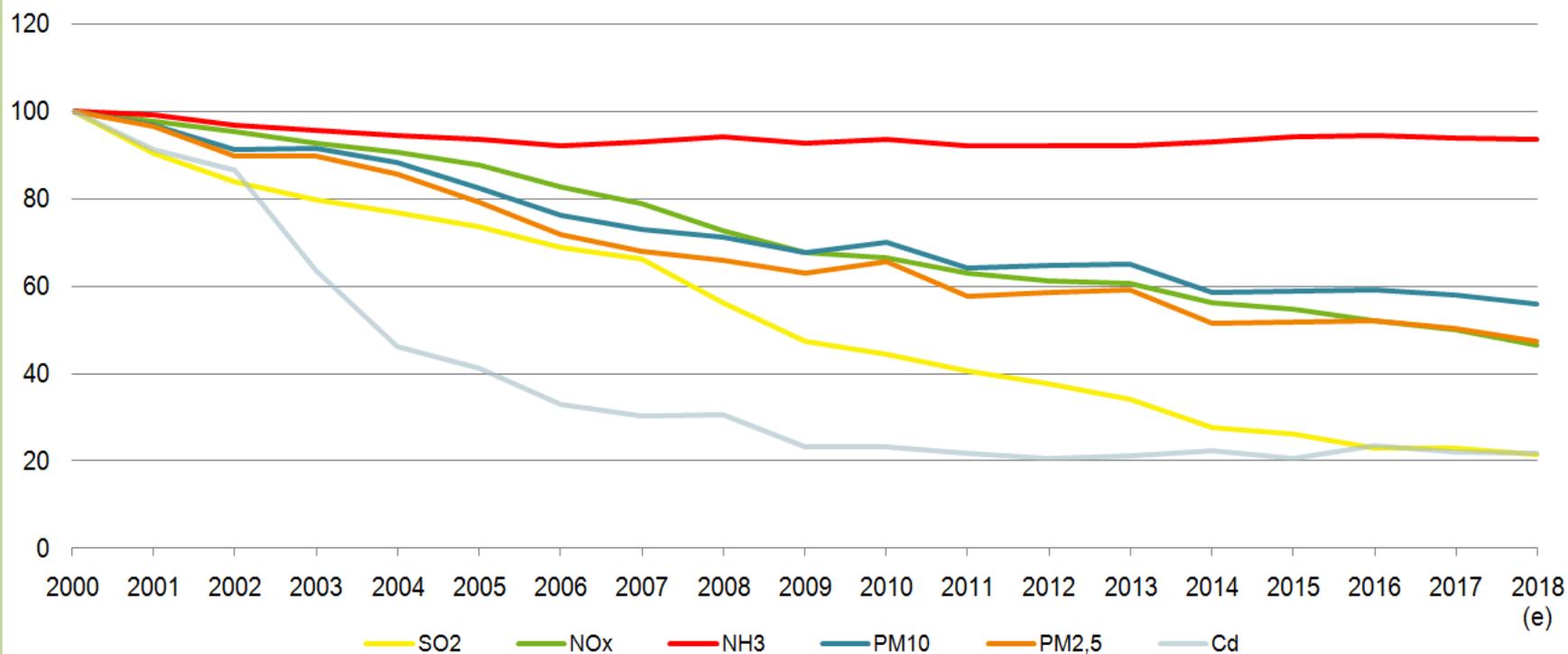
Average emission value of an exhaust gas component in a wheel power class j (g/s)	$\bar{m}_{gpcj} = \frac{\sum_{k,j} m_{gpc,k,j}}{\text{counts}_j}$
Average velocity in a wheel power class j (km/h)	$\bar{v}_j = \frac{\sum_{k,j} v_{k,j}}{\text{counts}_j}$
Weighted average emission value of an exhaust gas component (g/s)	$\bar{m}_{gpc} = \sum_{j=1}^n \bar{m}_{gpcj} \times t_{j,1}$
Weighted average vehicle speed (km/h)	$\bar{v} = \sum_{j=1}^n \bar{v}_j \times t_{j,1}$
Weighted distance-specific emission value of an exhaust gas component (mg/km)	$M_{gpc,d} = 1000 \times \frac{\bar{m}_{gpc} \times 3600}{\bar{v}}$

QUALITE DE L'AIR

EMISSIONS AUTOMOBILES - DIESEL

Graphique 1 : évolution des émissions de quelques polluants

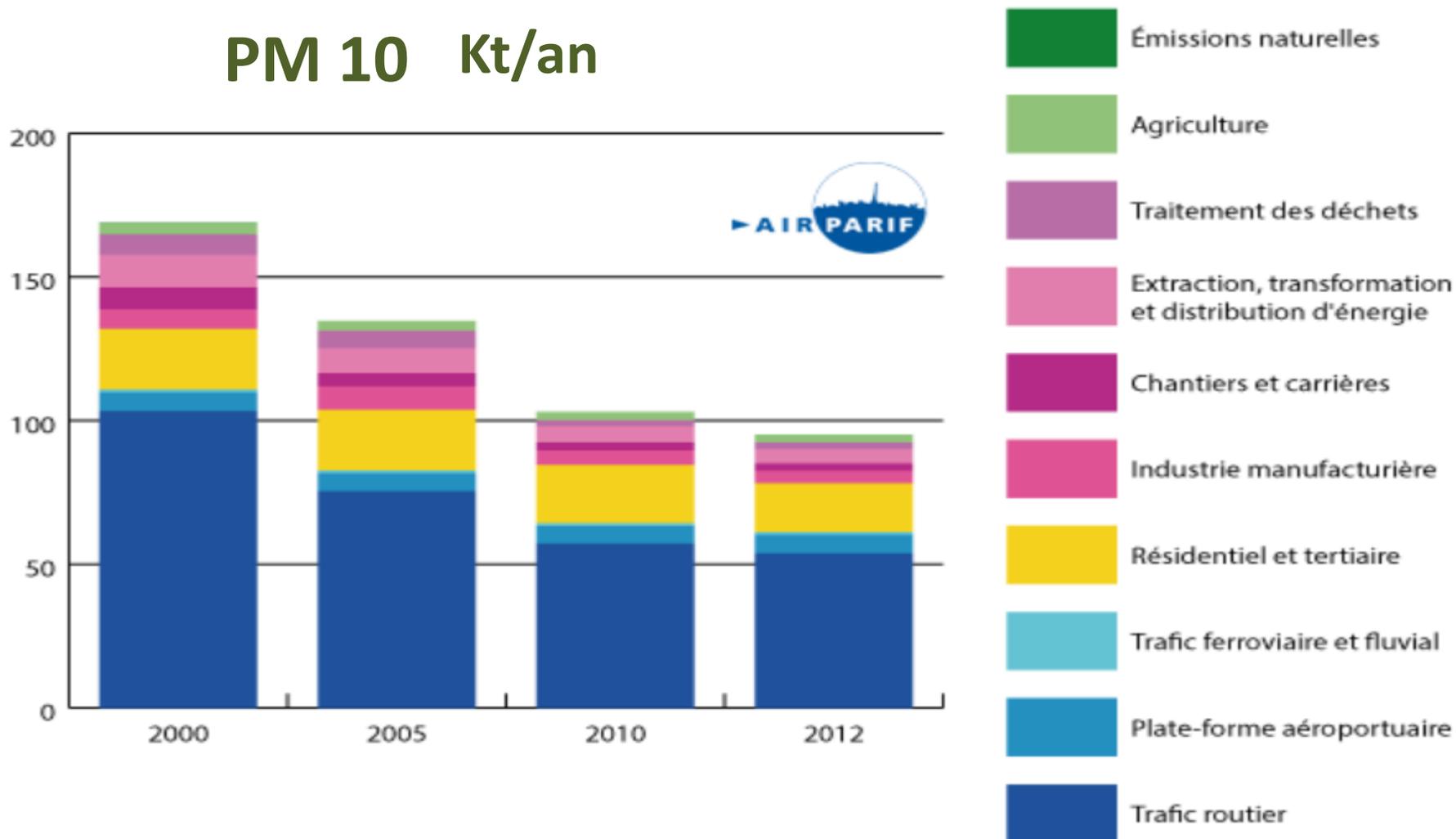
En indice base 100 des émissions en 2000



QUALITE DE L'AIR

EMISSIONS AUTOMOBILLES - DIESEL

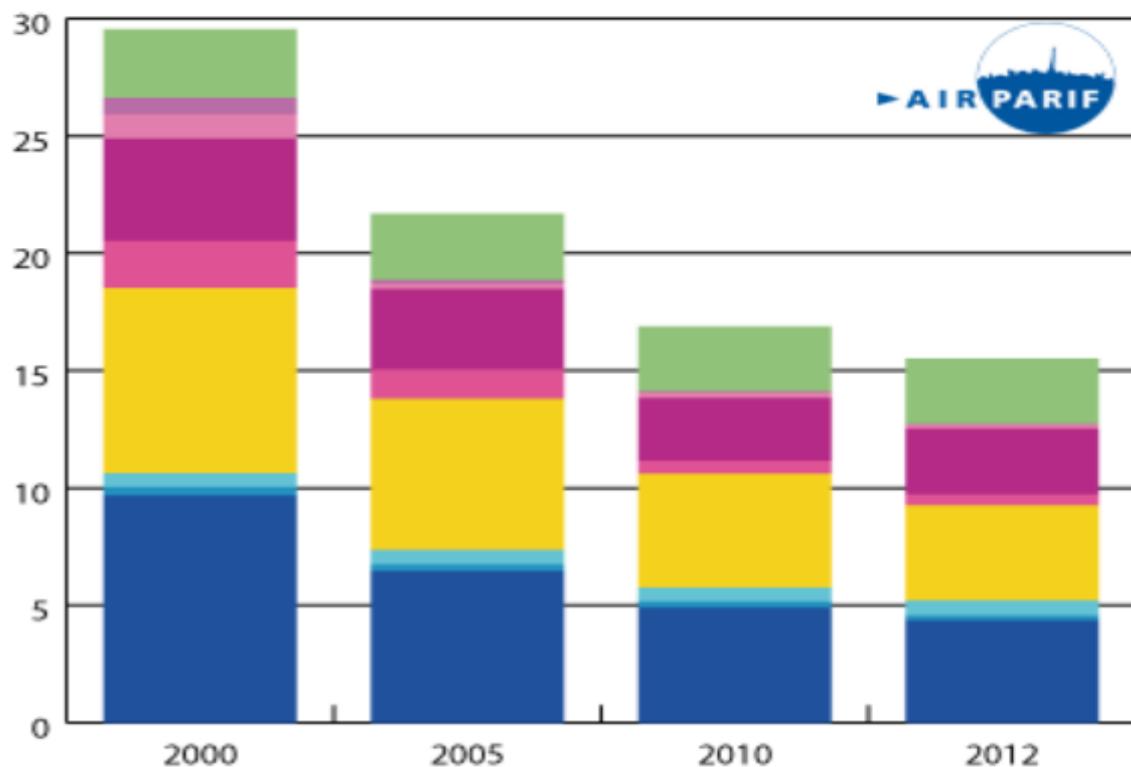
PM 10 Kt/an



QUALITE DE L'AIR

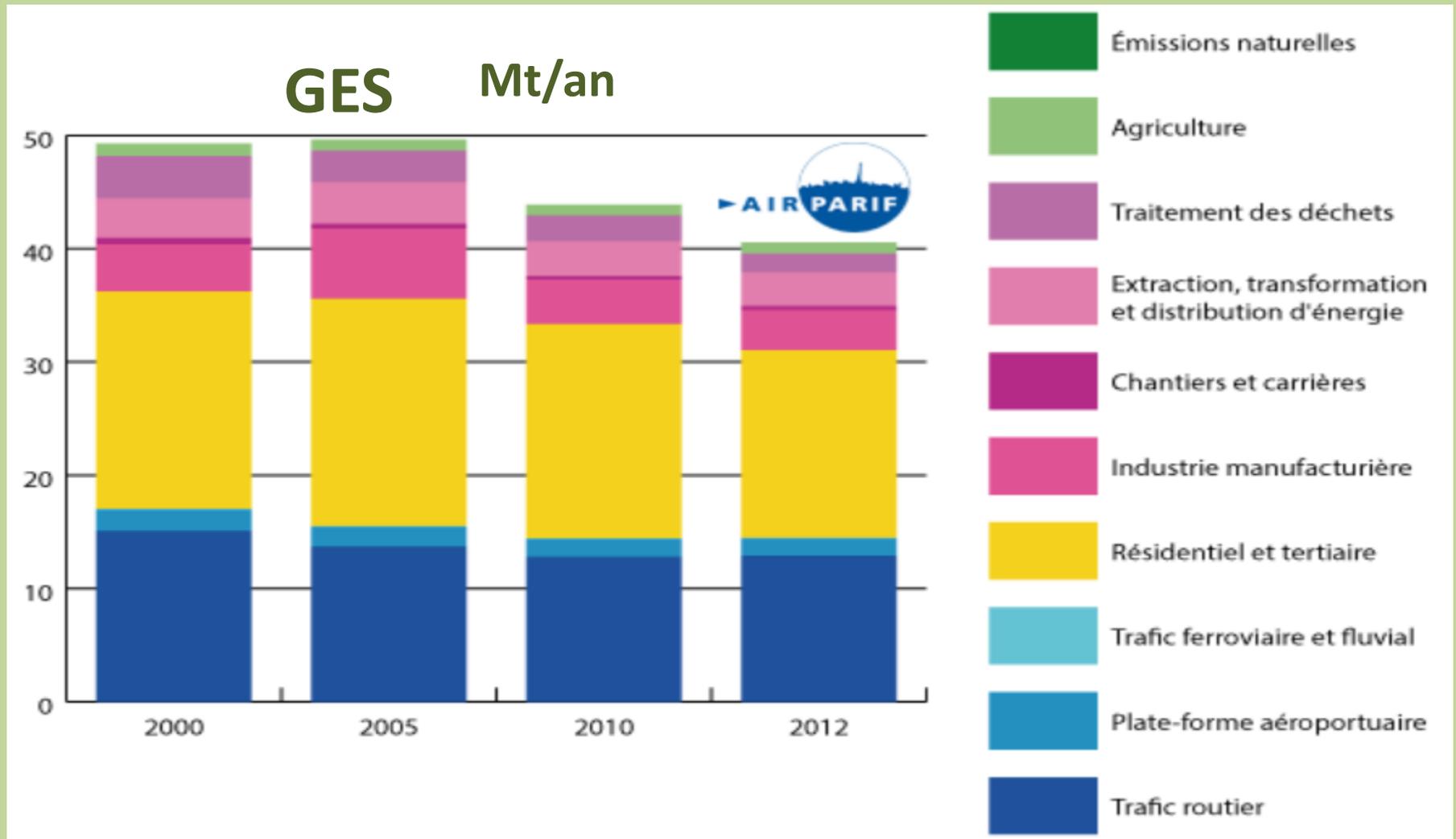
EMISSIONS AUTOMOBILES - DIESEL

NOX Kt/an



QUALITE DE L'AIR

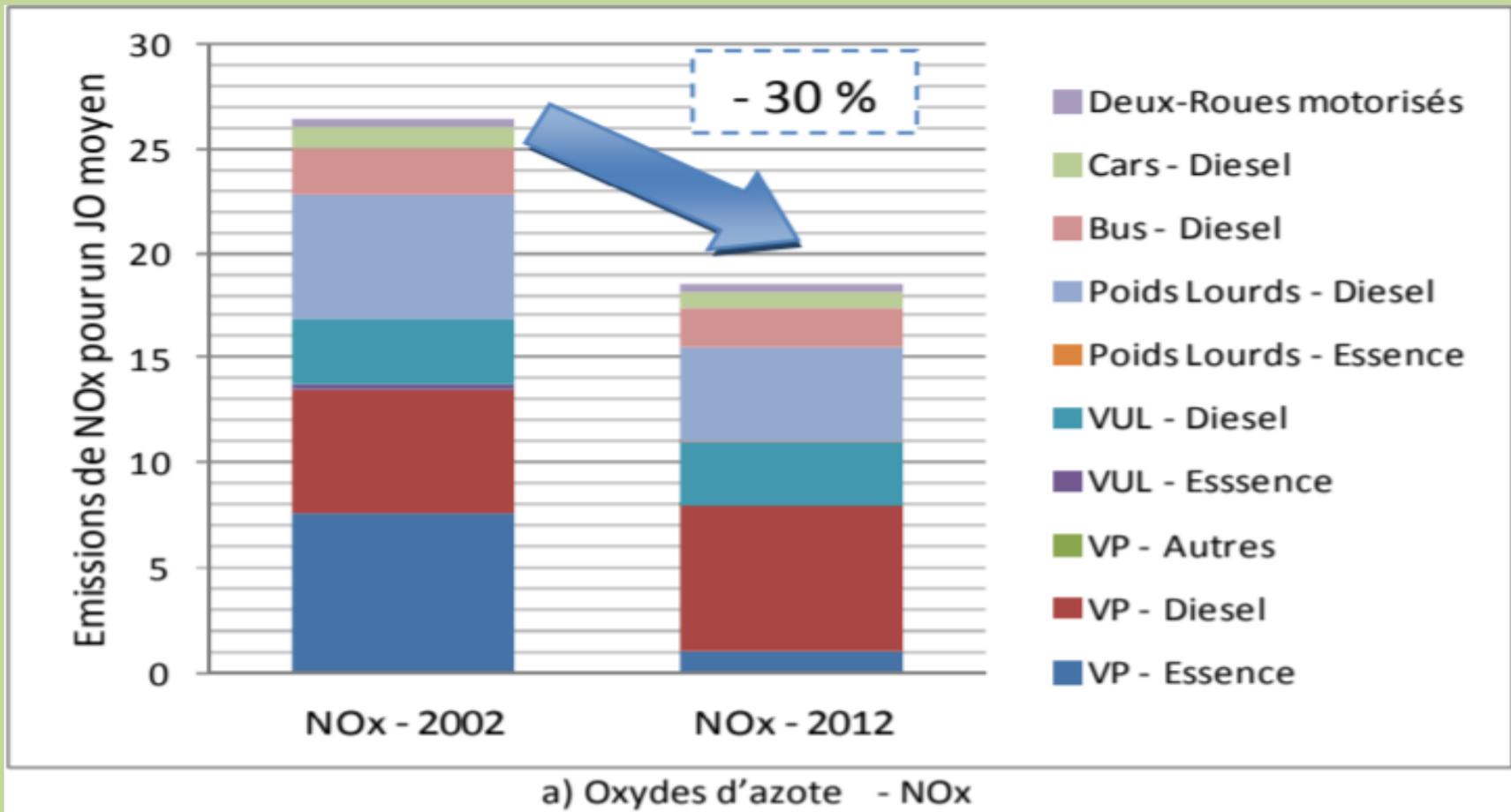
EMISSION AUTOMOBILES - DIESEL



QUALITE DE L'AIR

EMISSIONS AUTOMOBILES - DIESEL

Essence + Diesel = - 61%



QUALITE DE L'AIR

EMISSIONS AUTOMOBILES - DIESEL

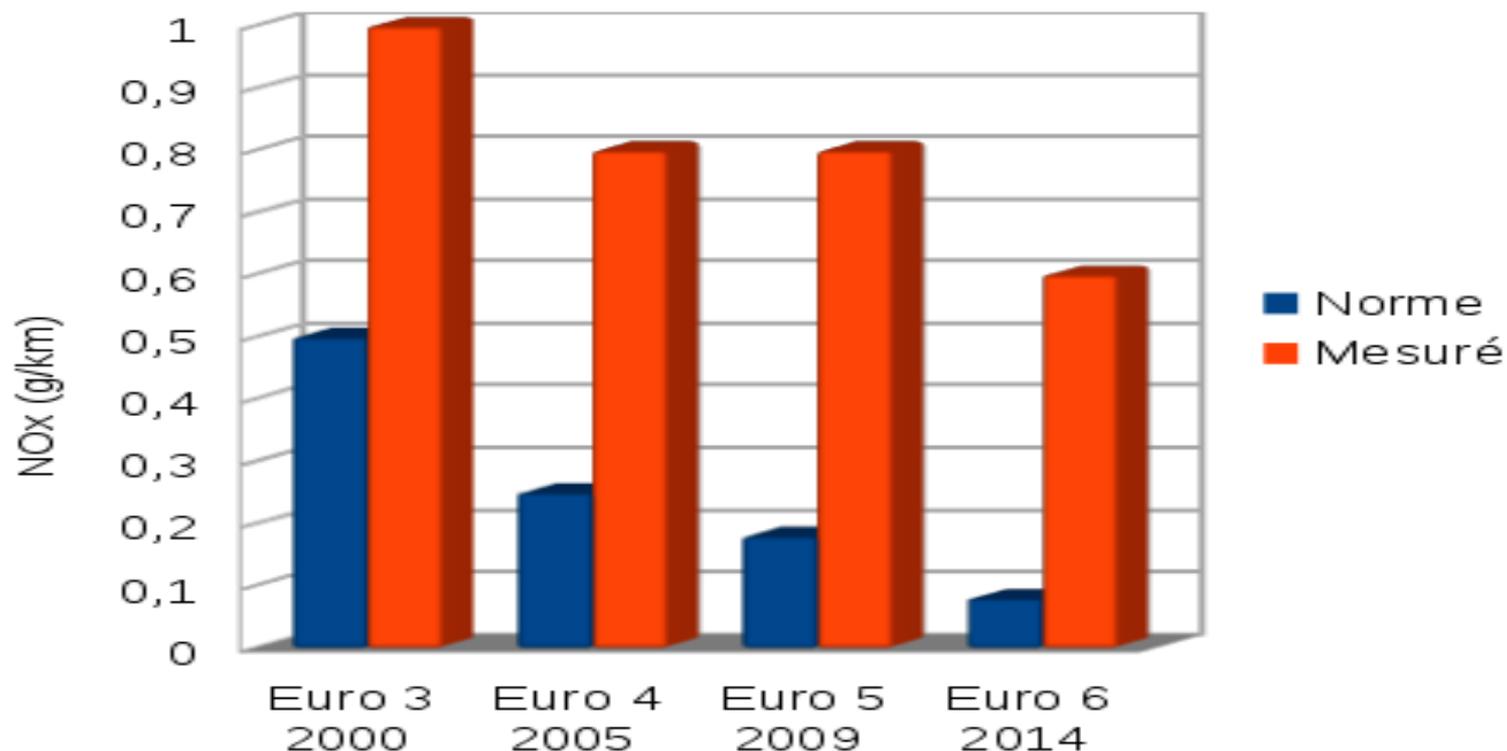
EMISSIONS DE CO2

- En 1998, les émissions moyennes des véhicules neufs produits par les constructeurs automobiles européens étaient de **178 g/km**
- En 2008, elles étaient de **140 g/km**
- L'objectif est désormais de **100 g/km**

QUALITE DE L'AIR

EMISSIONS AUTOMOBILES - DIESEL

Émissions de NOx des véhicules Diesel



Comparaison entre les normes d'émission d'oxydes d'azote (NOx) et les émissions mesurées³³.



QUALITE DE L'AIR

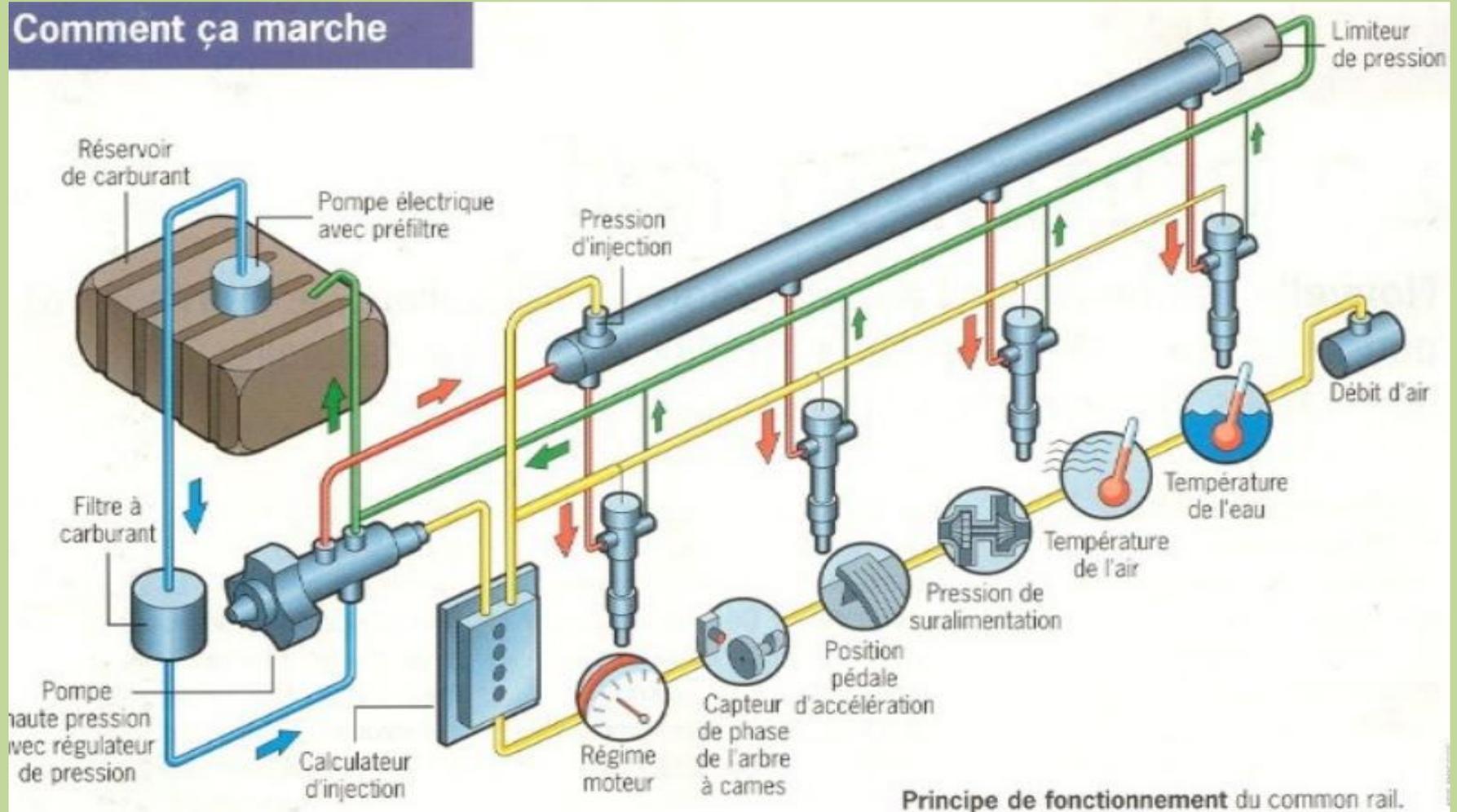
EMISSIONS AUTOMOBILES - **DIESEL**



QUALITE DE L'AIR

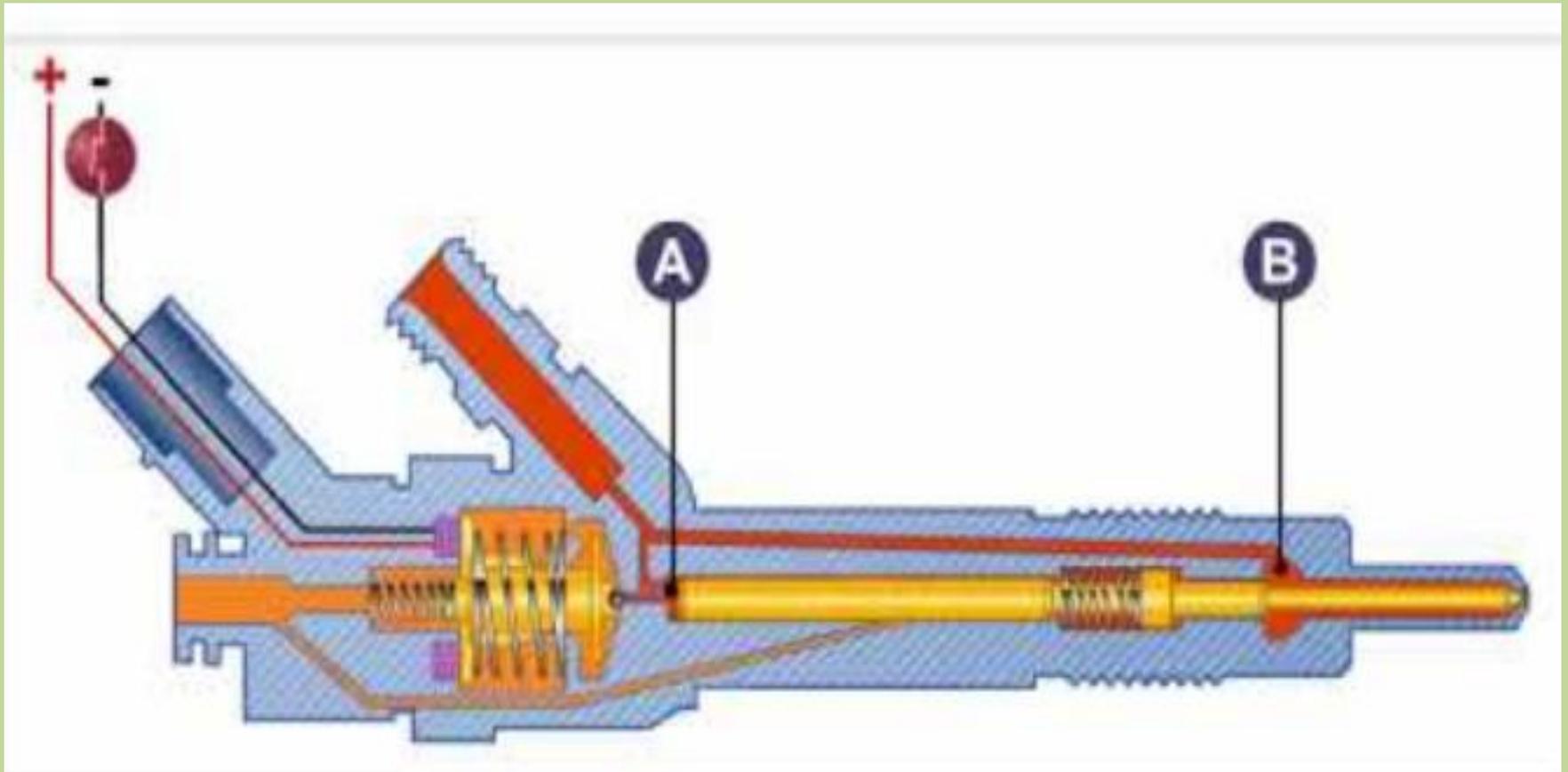
EMISSIONS AUTOMOBILES - DIESEL

Comment ça marche



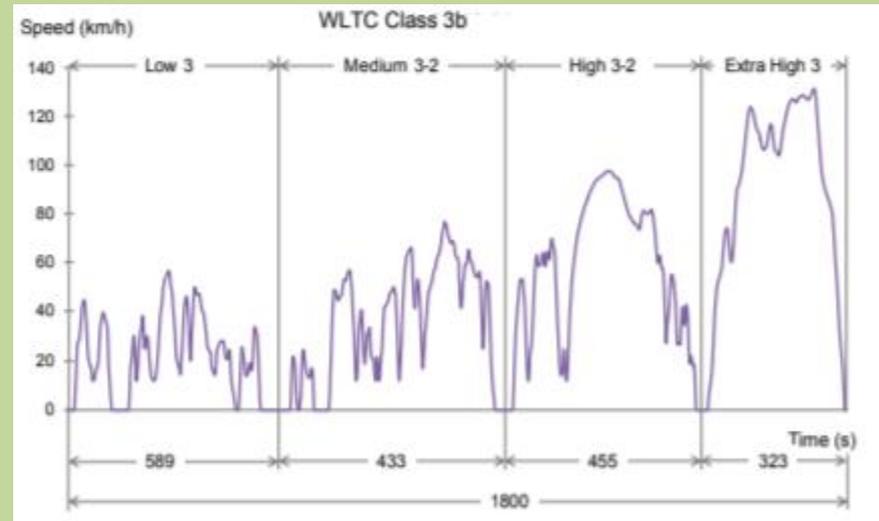
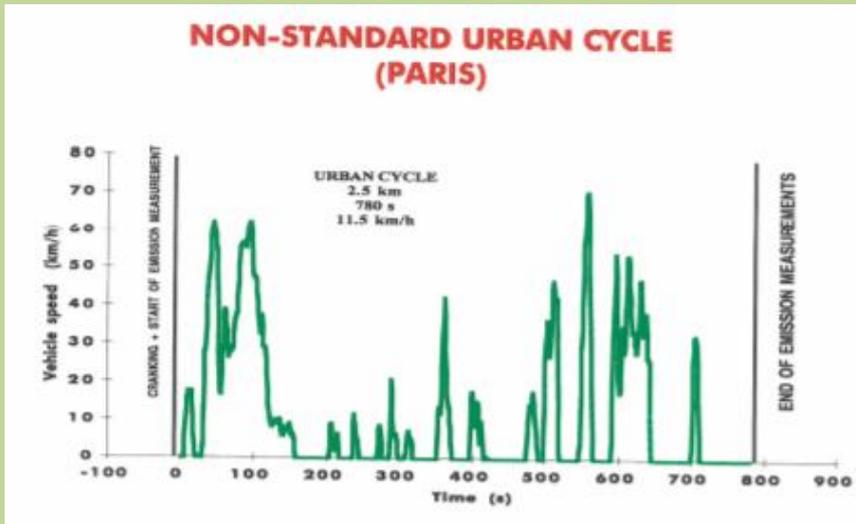
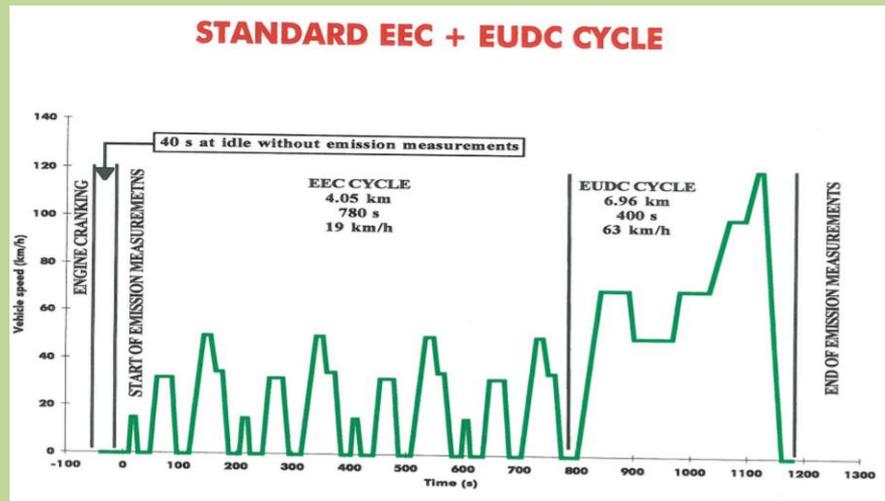
QUALITE DE L'AIR

EMISSIONS AUTOMOBILES - **DIESEL**



QUALITE DE L'AIR

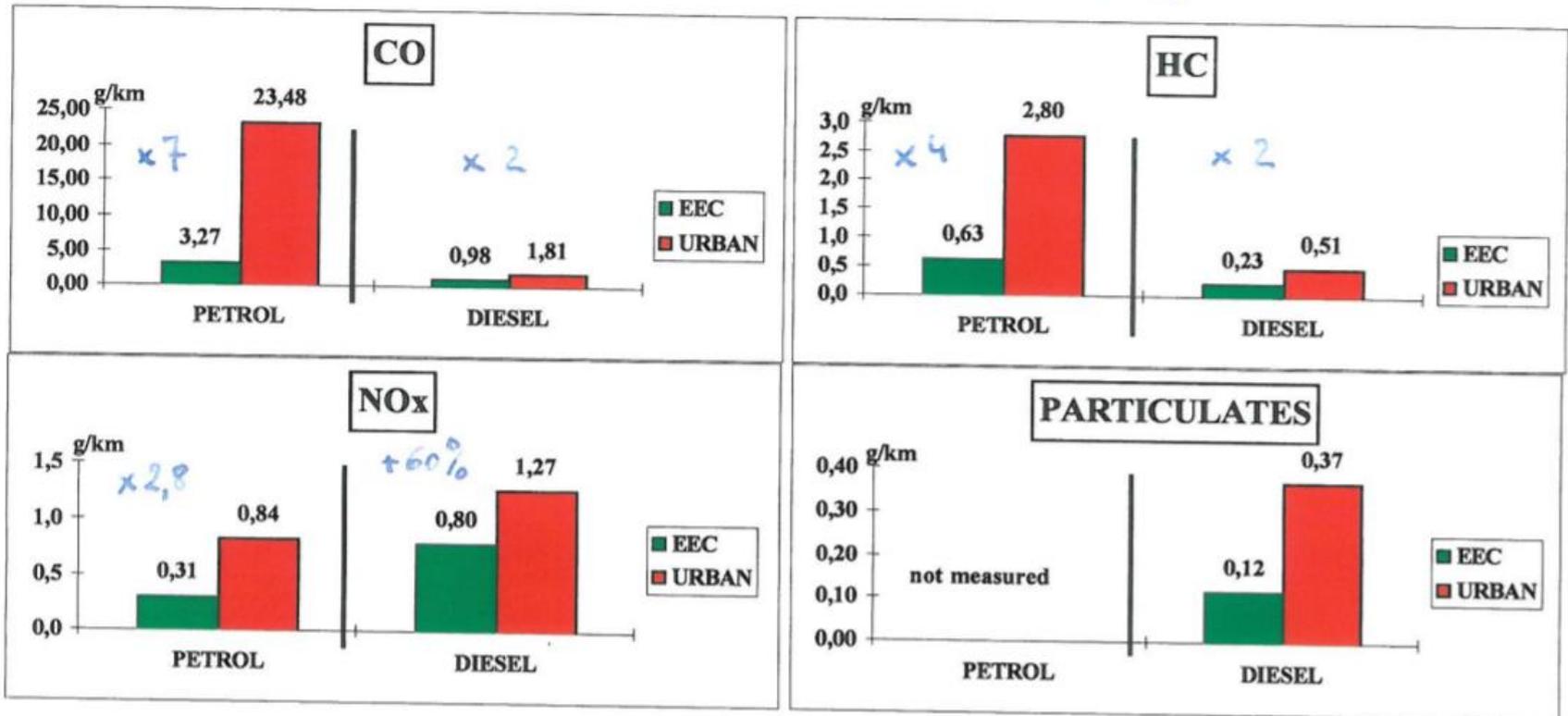
EMISSION AUTOMOBILES - DIESEL



EMISSIONS AUTOMOBILES

QUALITE DE L'AIR - DIESEL

EFFECTS OF DRIVING CONDITIONS (CYCLE AT A TEMPERATURE OF 20°C)

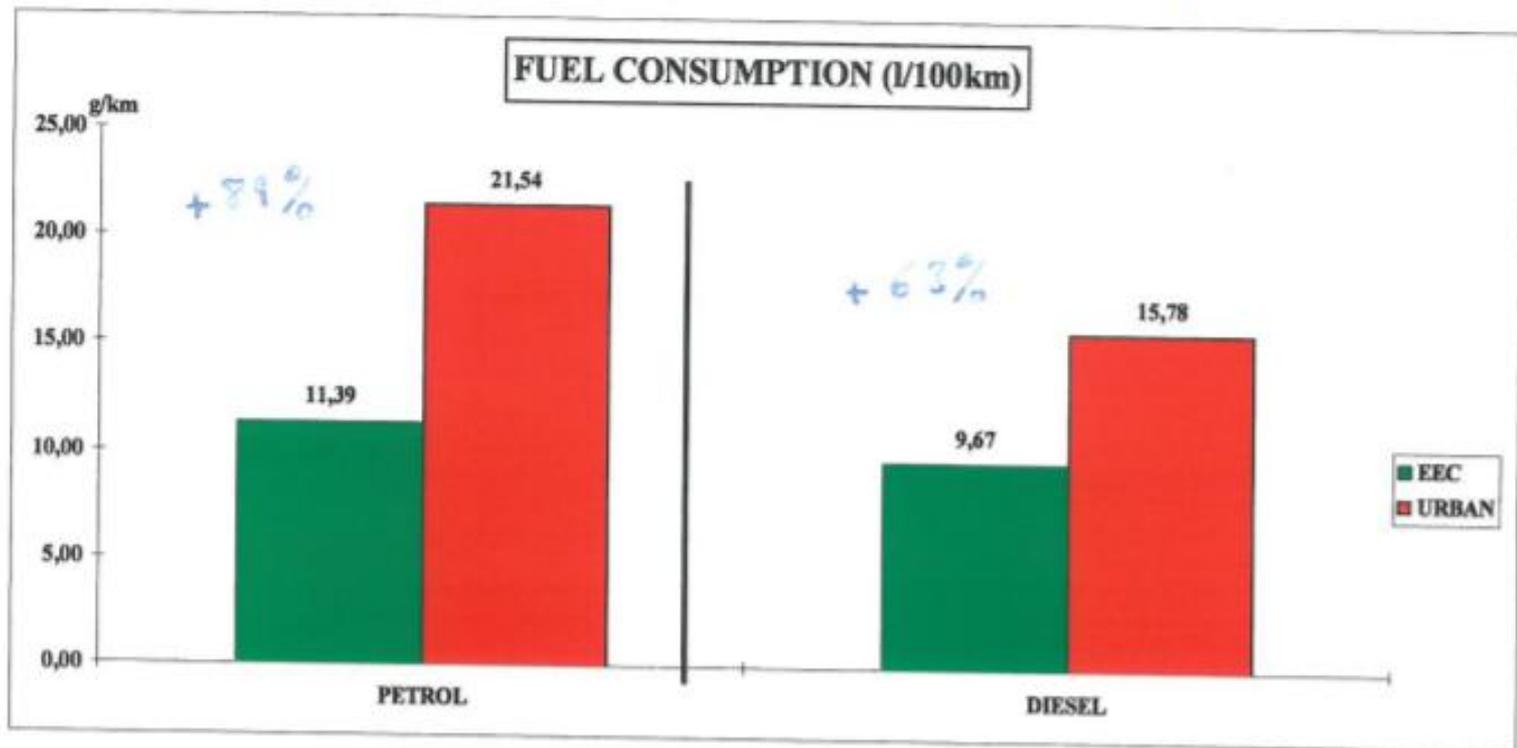


COMPARISON MADE ON 12 PAIRS OF CARS, PETROL CARS WITH CATALYST AND DIESEL CARS, OF THE SAME BRAND, TYPE AND HORSEPOWER
(Ref. UTAC)

QUALITE DE L'AIR

EMISSIONS AUTOMOBILES - DIESEL

EFFECTS OF DRIVING CONDITIONS (CYCLE AT A TEMPERATURE OF 20°C)

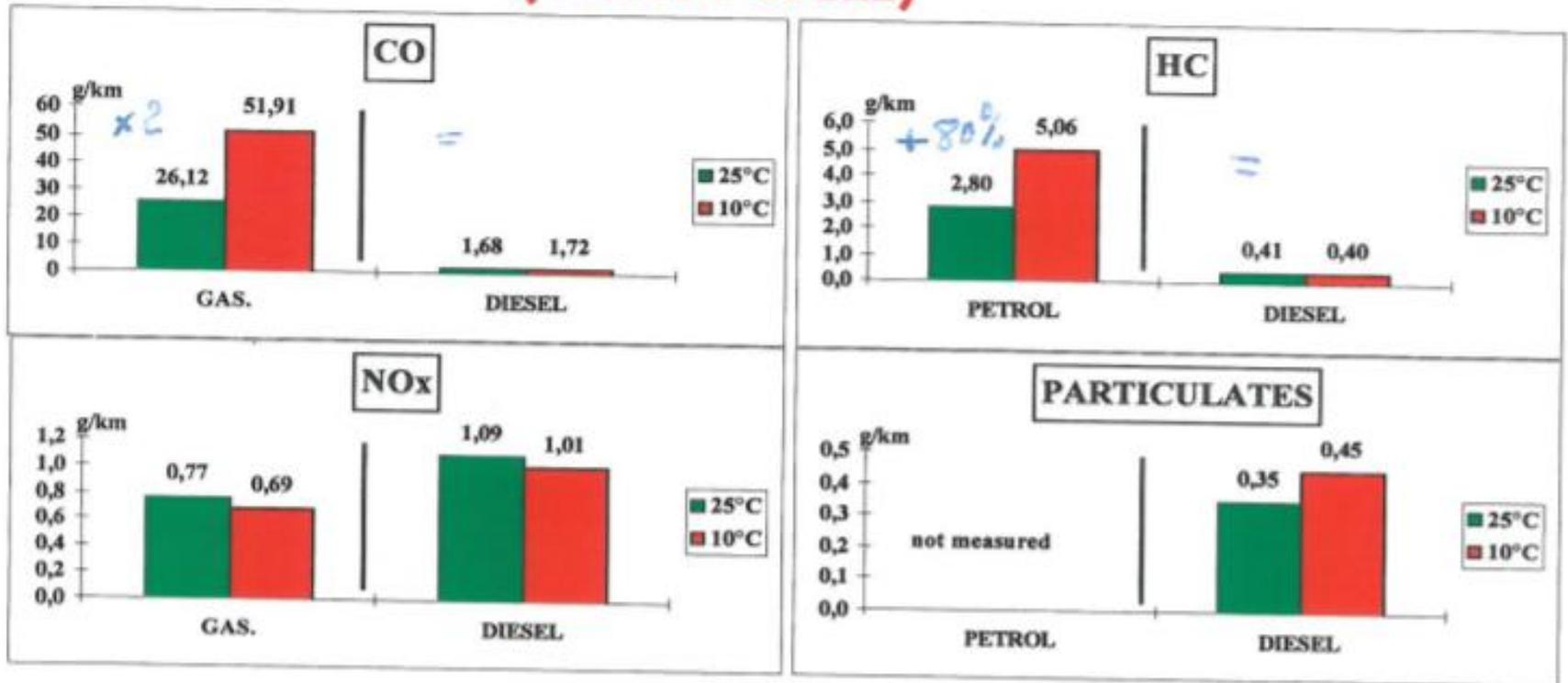


COMPARISON MADE ON 12 PAIRS OF CARS, PETROL CARS WITH CATALYST AND DIESEL CARS, OF THE SAME BRAND, TYPE AND HORSEPOWER
(Ref. UITAC)

QUALITE DE L'AIR

EMISSIONS AUTOMOBILES - DIESEL

EFFECTS OF THE AMBIENT TEMPERATURE (URBAN CYCLE)

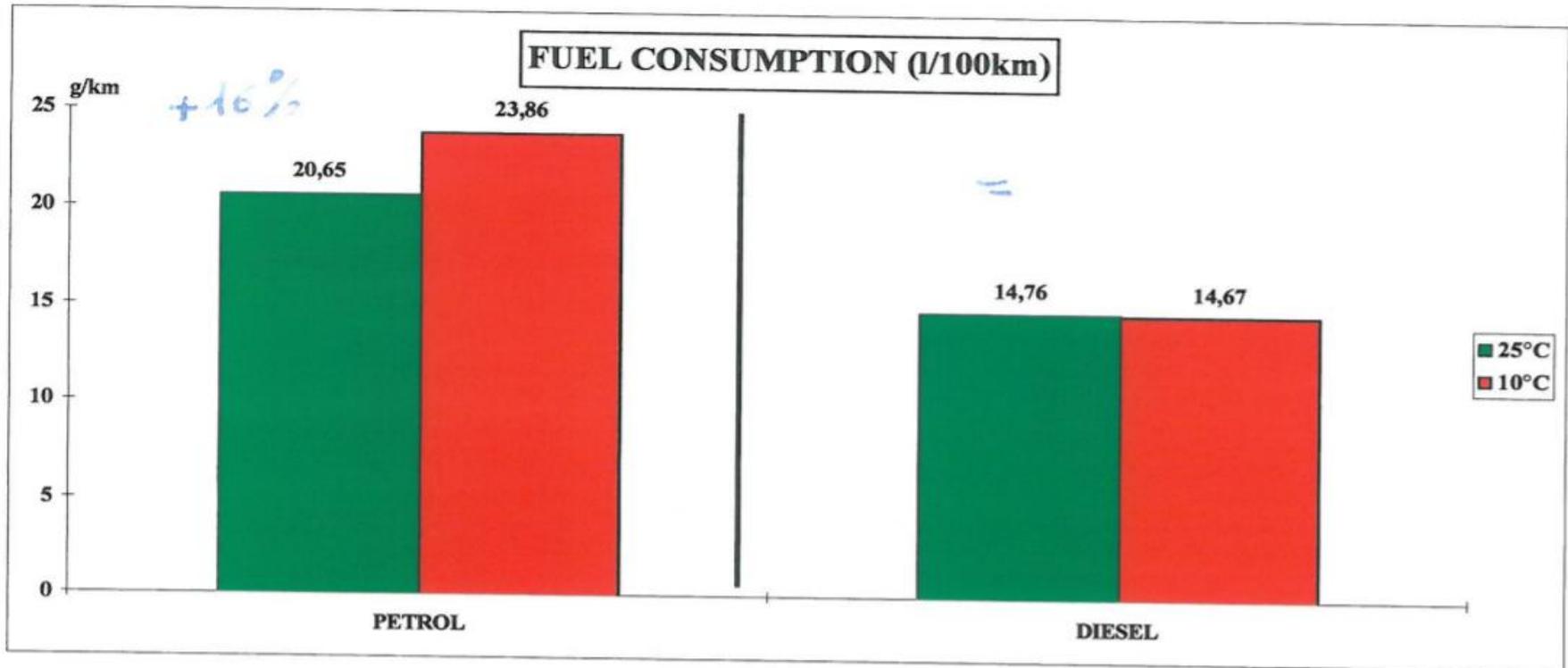


COMPARISON MADE WITH 4 PAIRS OF CARS, PETROL CARS WITH CATALYST AND DIESEL CARS, OF THE SAME BRAND TYPE AND HORSEPOWER (Ref. UTAC)

QUALITE DE L'AIR

EMISSIONS AUTOMOBILES - DIESEL

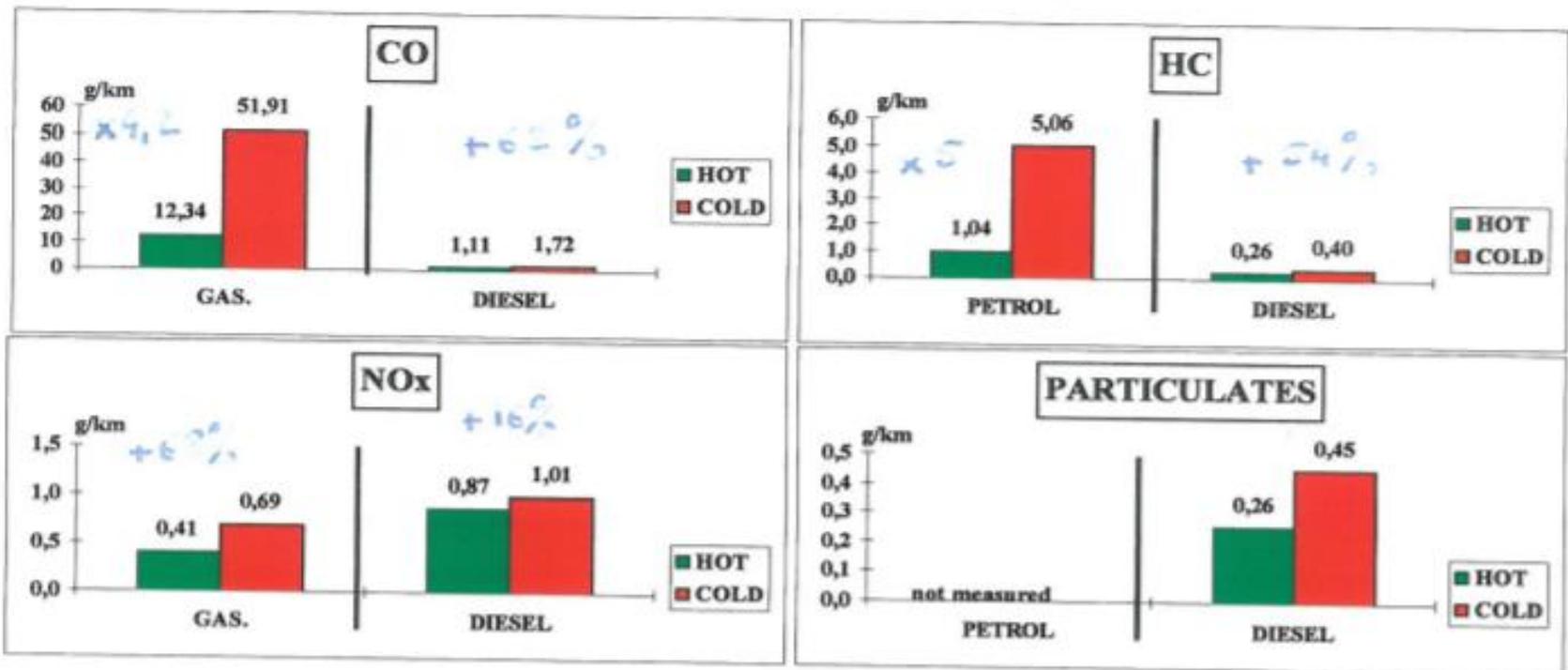
EFFECTS OF THE AMBIENT TEMPERATURE (URBAN CYCLE)



QUALITE DE L'AIR

EMISSIONS AUTOMOBILES - DIESEL

EFFECTS OF THE ENGINE TEMPERATURE (URBAN CYCLE AT 10°C)

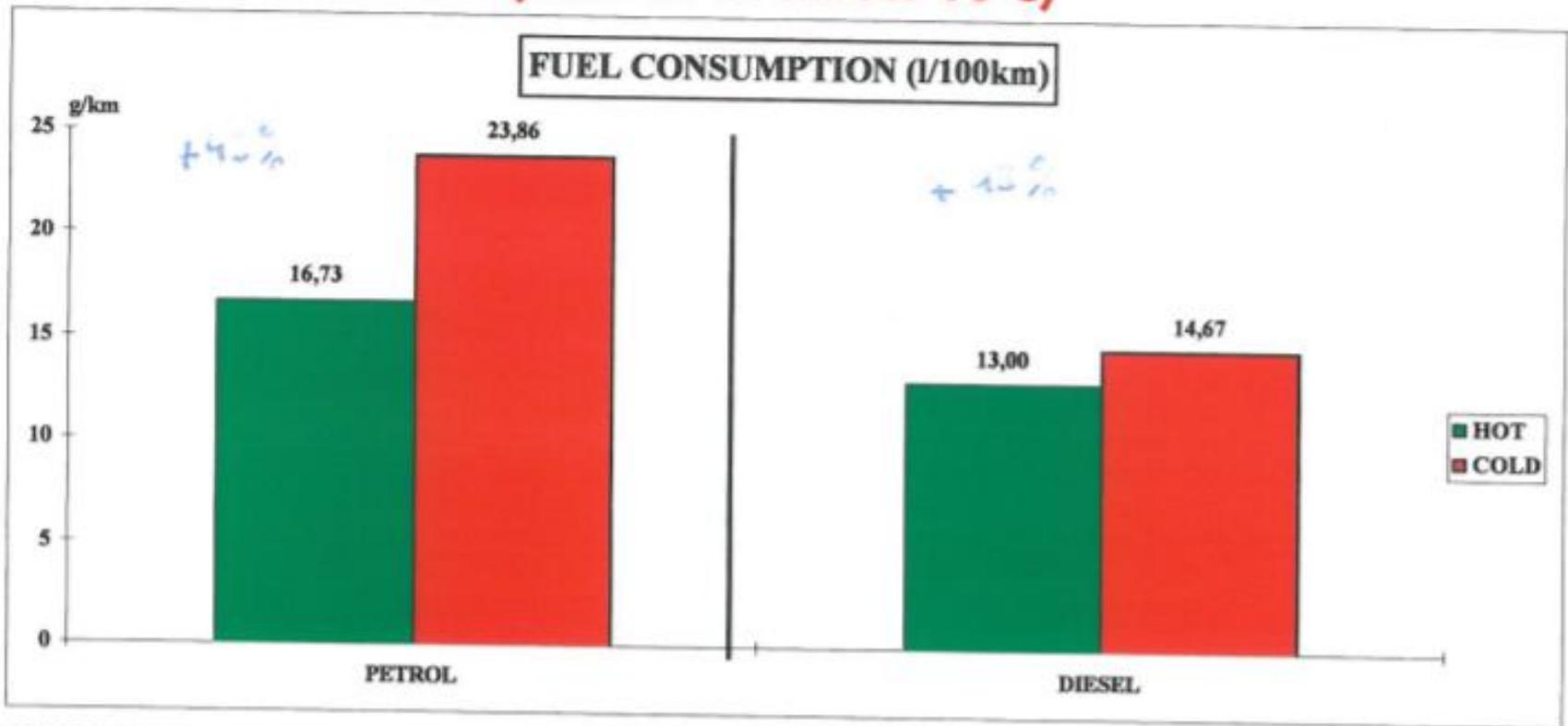


COMPARISON MADE ON 4 PAIRS OF CARS, PETROL CARS WITH CTALYST AND DIESEL CARS, OF THE SAME BRAND, TYPE AND HORSEPOWER (Ref. UTAC)

QUALITE DE L'AIR

EMISSIONS AUTOMOBILES - DIESEL

EFFECTS OF THE ENGINE TEMPERATURE (URBAN CYCLE AT 10°C)

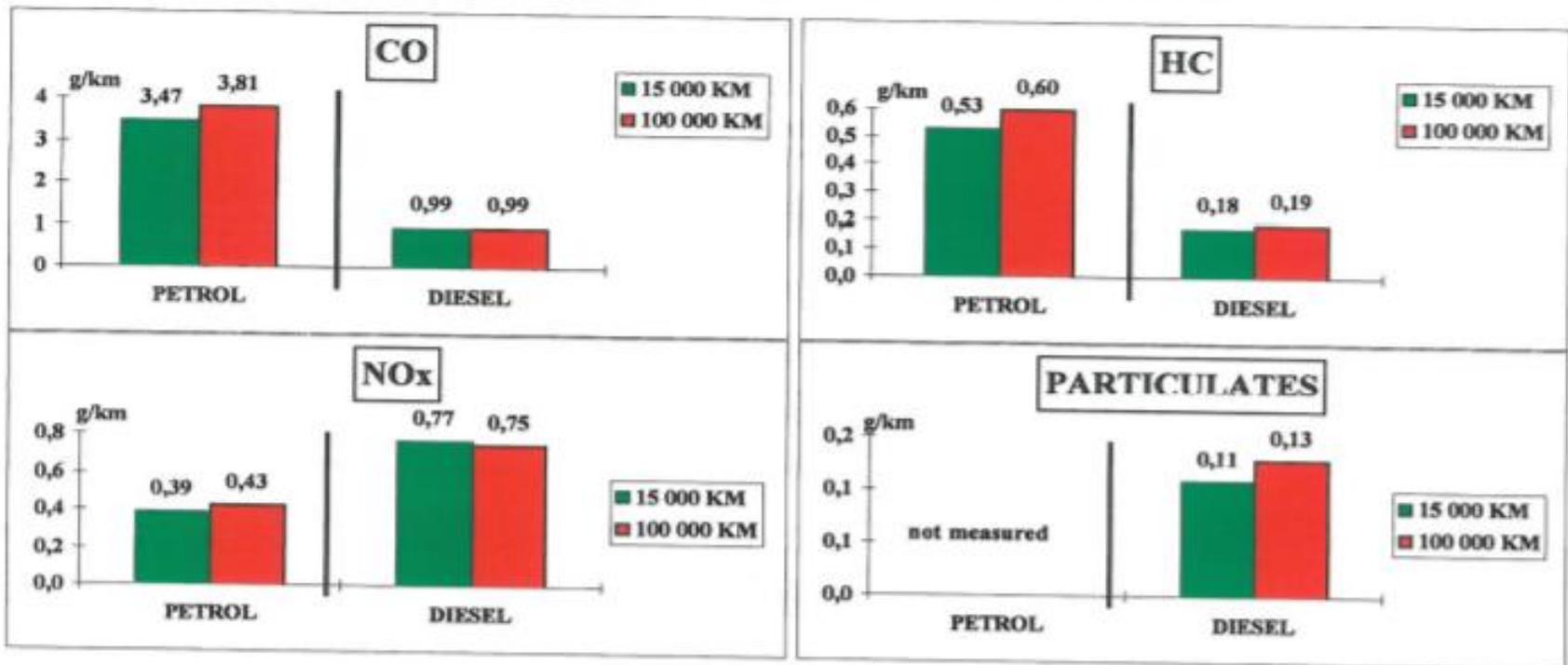


COMPARISON MADE ON 4 PAIRS OF CARS, PETROL CARS WITH CTALYST AND DIESEL CARS, OF THE SAME BRAND, TYPE AND HORSEPOWER
(Ref. UTAC)

QUALITE DE L'AIR

EMISSIONS AUTOMOBILES - DIESEL

EFFECTS OF AGE AND MILEAGE (EEC CYCLE AT A TEMPERATURE OF 20°C)

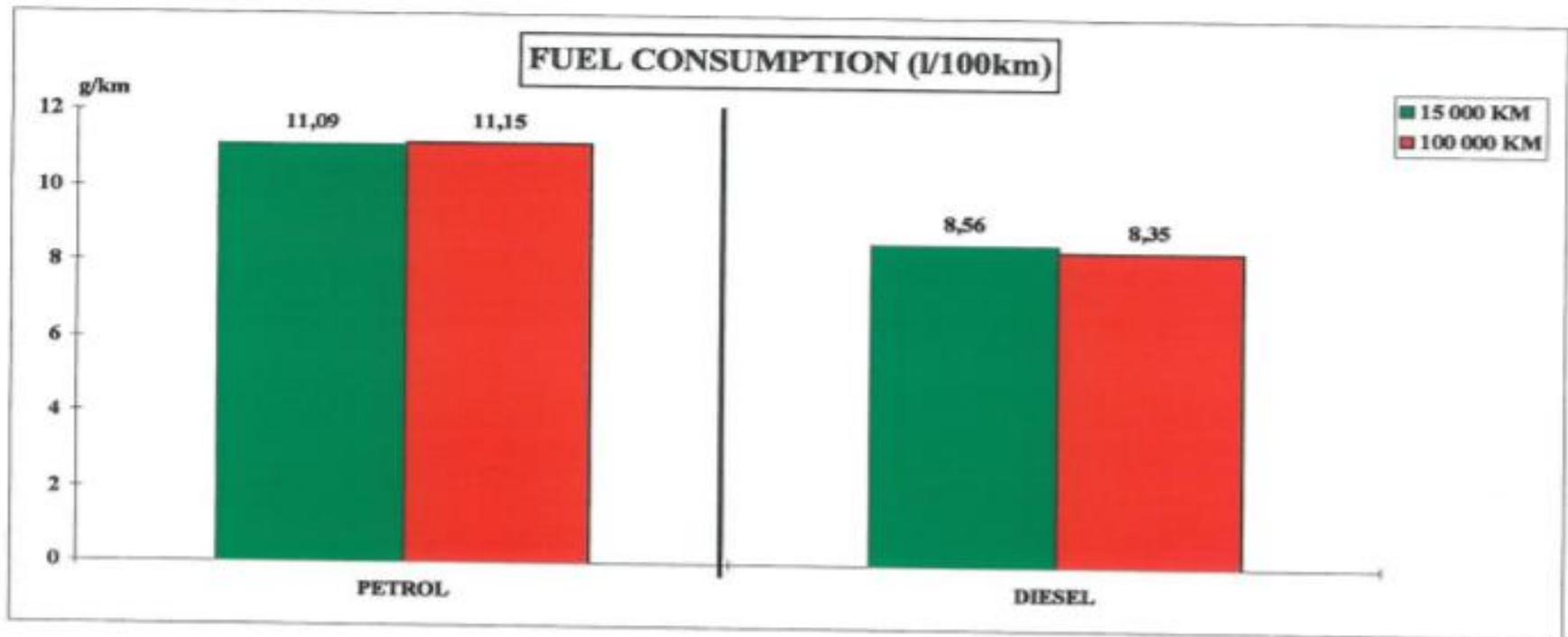


COMPARISON MADE ON 8 PAIRS OF CARS, PETROL CARS FITTED WITH CATALYST AND DIESEL CARS OF THE SAME HORSEPOWER (Ref. RICARDO and TUV)

QUALITE DE L'AIR

EMISSIONS AUTOMOBILES - DIESEL

EFFECTS OF AGE AND MILEAGE (EEC CYCLE AT A TEMPERATURE OF 20°C)

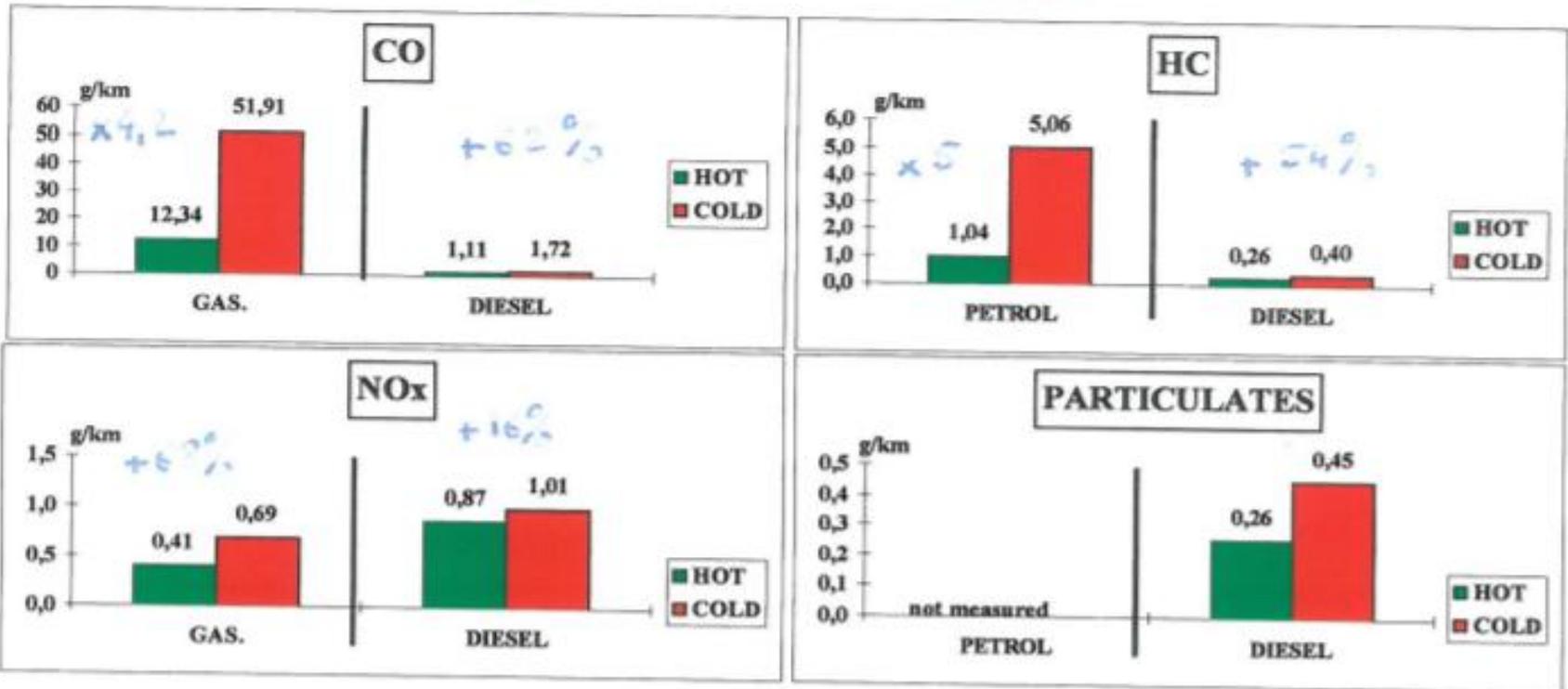


COMPARISON MADE ON 8 PAIRS OF CARS, DIESEL AND PETROL FITTED WITH CATALYST AND OF THE SAME HORSEPOWER AT LOW AND HIGH MILEAGE (Ref. RICARDO and TUV)

QUALITE DE L'AIR

EMISSIONS AUTOMOBILES - DIESEL

EFFECTS OF THE ENGINE TEMPERATURE (URBAN CYCLE AT 10°C)



COMPARISON MADE ON 4 PAIRS OF CARS, PETROL CARS WITH CATALYST AND DIESEL CARS, OF THE SAME BRAND, TYPE AND HORSEPOWER (Ref. UTAC)

QUALITE DE L'AIR

EMISSIONS AUTOMOBILES - DIESEL

Comment les media, par incompétence ou volonté délibérée donnent une idée fausse de la réalité: on multiplie les longueurs par 3,3, la différence réelle, et on montre la surface qui est le carré de 3,3 soit une impression 11 fois plus grande

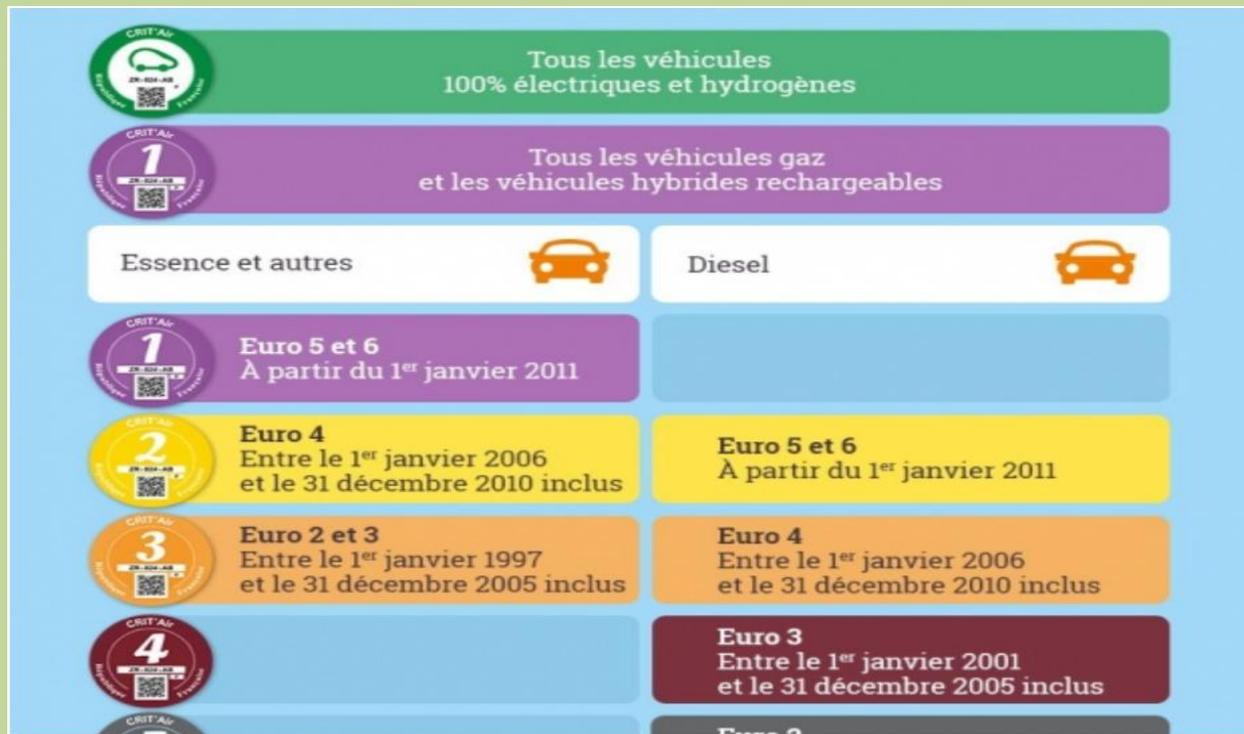
$$L1 : L2 = 3,3 \quad S1 : S2 = 3,3 \times 3,3 = 10,89$$



QUALITE DE L'AIR

EMISSIONS AUTOMOBILES - DIESEL

Classement parisien des voitures en fonction de leurs émissions. Les voitures diesel récentes n'ont pas droit au critère 1 alors quelles ont les même seuils que les voitures essence de même catégorie



QUALITE DE L'AIR

EMISSIONS AUTOMOBILES – DIESEL

- Une voiture propre se juge de sa production à son recyclage, à ses émission et non à sa technologie**
- Ils devaient condamner des hommes, ils ont condamné une technologie**
- En Europe, une baisse de 30 points de pourcentage d'immatriculation diesel c'est environ 70 Millions de tonnes de CO2 de plus en Europe pour les 12 années à venir**
- Pour l'avenir de l'humanité, réduire les émissions de GES est prioritaire sur la réduction des autres polluants.**
- 48000 morts (prématurées) ?**

QUALITE DE L'AIR

EMISSIONS AUTOMOBILES

A qui profite le crime?

- Une intelligentsia allemande irresponsable
 - L'émotionnel prime sur la parole d'expert
 - La malhonnêteté intellectuelle de Mme Hidalgo
 - Un cycle européen inadapté aux voitures hybrides
- Citroën DS7 200 + 200 CV 1850 kg 62000€ 1,3l/100km**
- Quelle éthique pour les dirigeants des constructeurs automobiles???

La sidération des experts!!!!!!