Centre d'Études Techniques de l'Équipement
Nord Picardie

pour comprendre le présent et construire un avenir durable

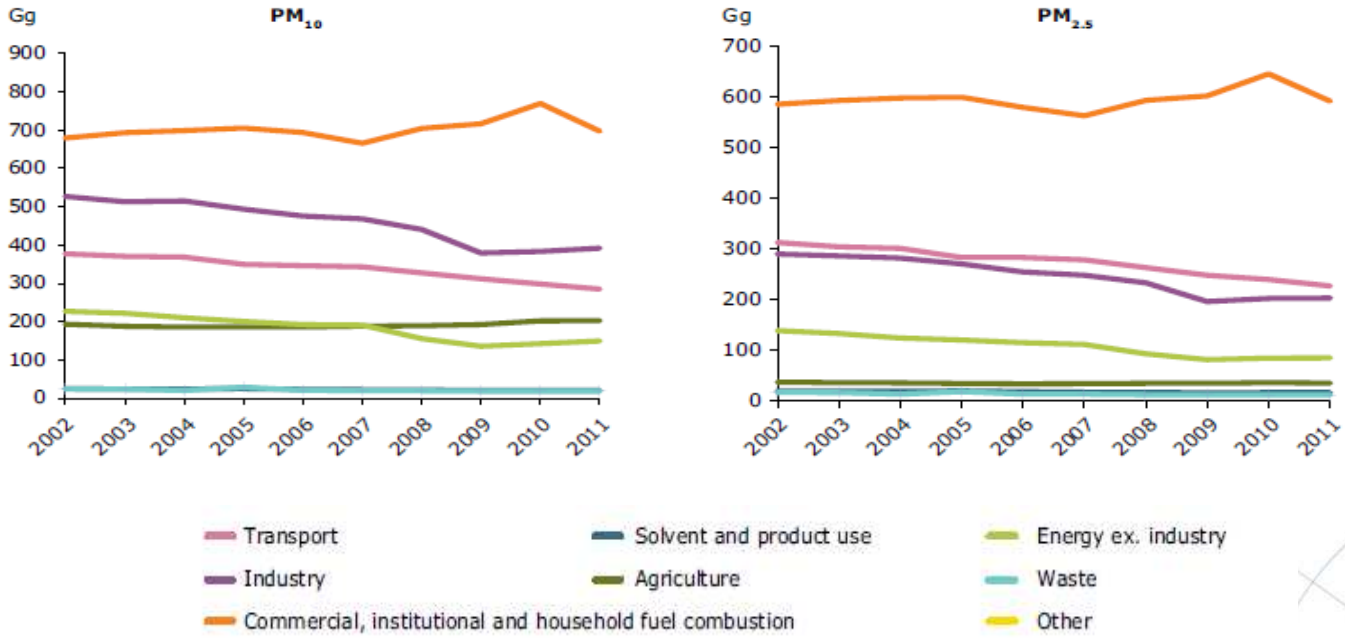
Les particules fines émises par le trafic routier

Christine BUGAJNY, responsable du groupe Air et Bruit

christine.bugajny@developpement-durable.gouv.fr

La contribution « transport » dans les émissions de particules-Europe

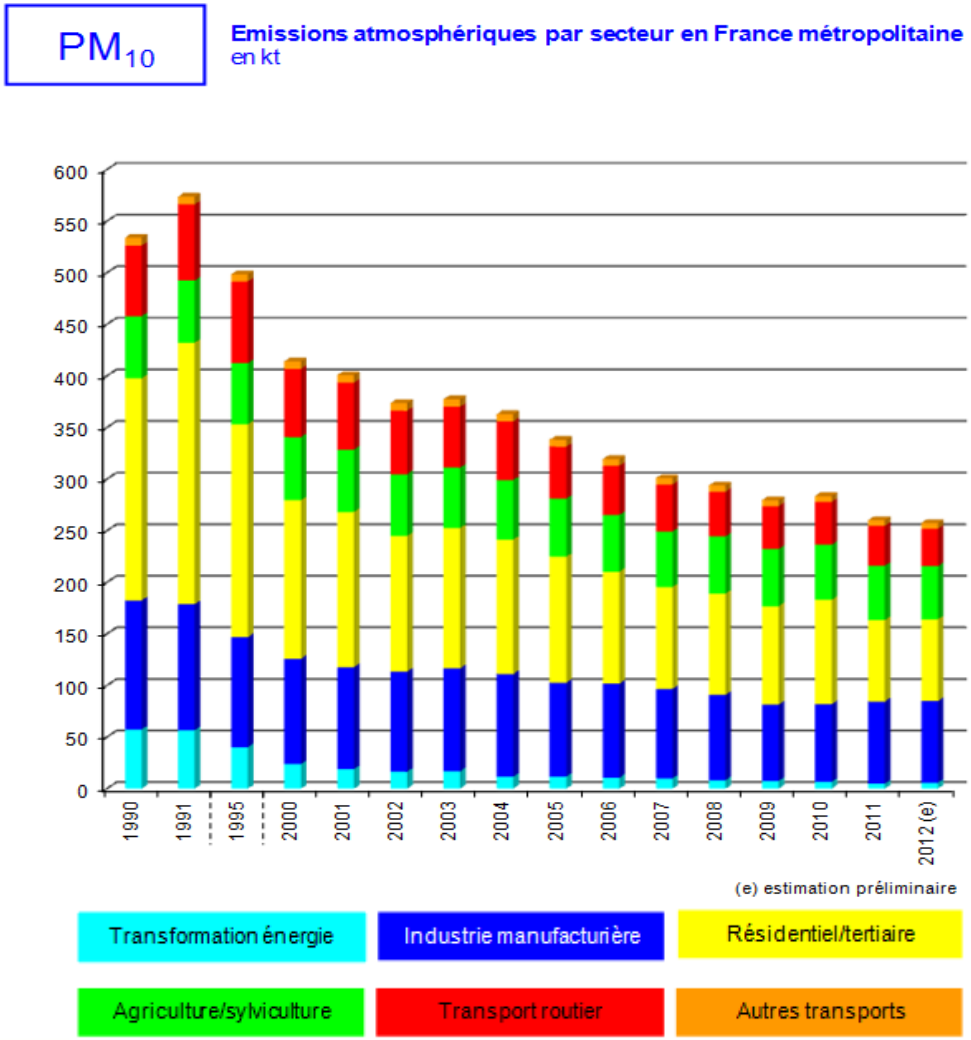
Figure 2.7 Contributions to EU emissions from main source sectors of primary PM, NO_x, SO_x, NMVOCs and NH_3, 2002–2011 (Gg/year = 1 000 tonnes/year)



Source: EEA.

La contribution « route » dans les émissions de particules-France

CITEPA / Format SECTEN - avril 2013



260 Kt en 2011 répartis par secteur :
1- l'industrie manufacturière (31%), en particulier le sous-secteur de la construction du fait des chantiers et du BTP (38,2% du secteur)

2-le résidentiel/tertiaire (30%), du fait de la combustion du bois et, dans une moindre mesure, du charbon et du fioul

3-l'agriculture/sylviculture (20%)

4-le transport routier (15%)

5-la transformation d'énergie (2%)

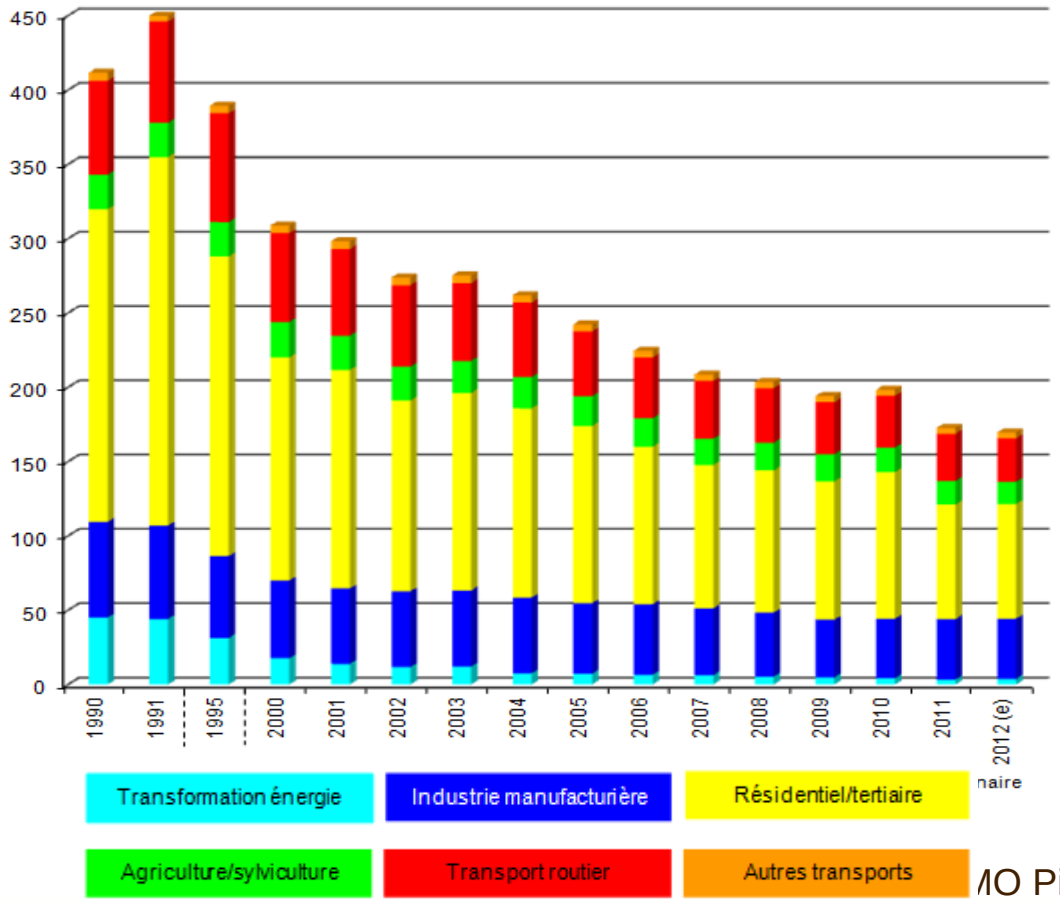
6-les autres transports (hors transport routier) (2%).

La contribution « route » dans les émissions de particules-France

CITEPA / Format SECTEN - avril 2013

$PM_{2,5}$

Emissions atmosphériques par secteur en France métropolitaine
en kt



173 Kt en 2011 répartis par secteur :
1-le résidentiel/tertiaire avec 45% des émissions totales de la France métropolitaine

2-l'industrie manufacturière (24%)

3- **le transport routier (18%)**

4- le secteur de l'agriculture/sylviculture (9%)

5-la distribution et la transformation d'énergie (2%)

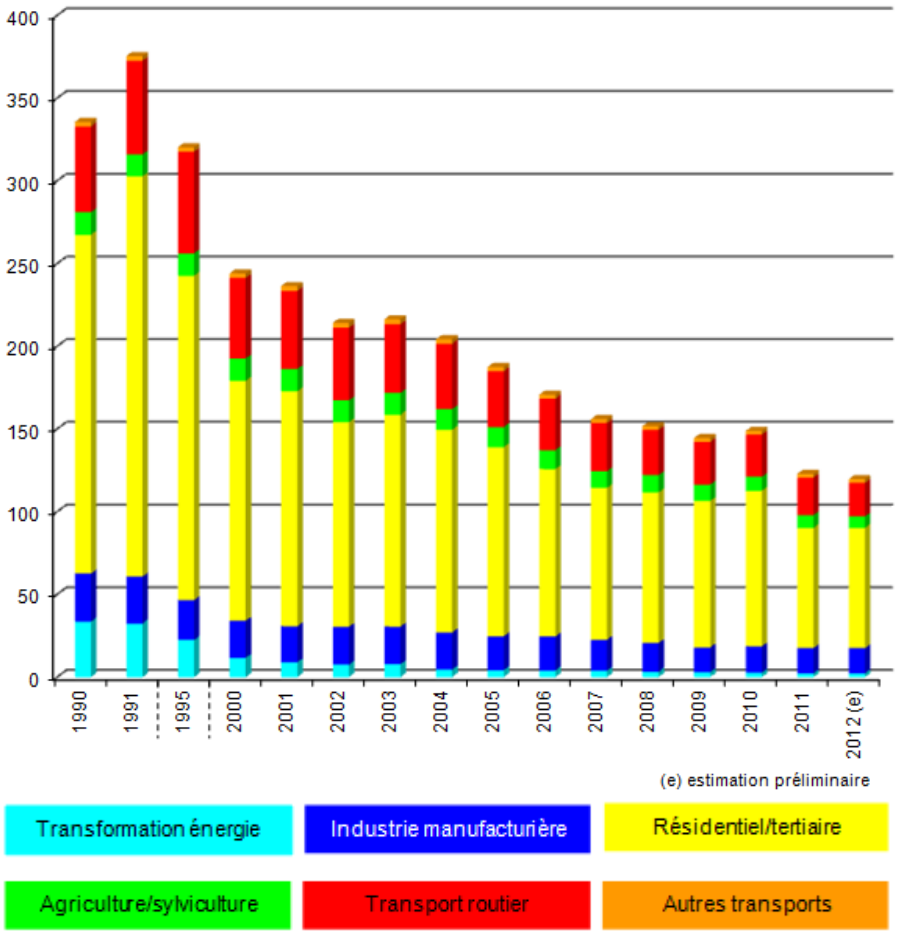
6-les autres transports (hors routier) (2%).

La contribution « route » dans les émissions de particules-France

CITEPA / Format SECTEN - avril 2013

$PM_{1,0}$

Emissions atmosphériques par secteur en France métropolitaine
en kt



123 Kt en 2011 répartis par secteur :

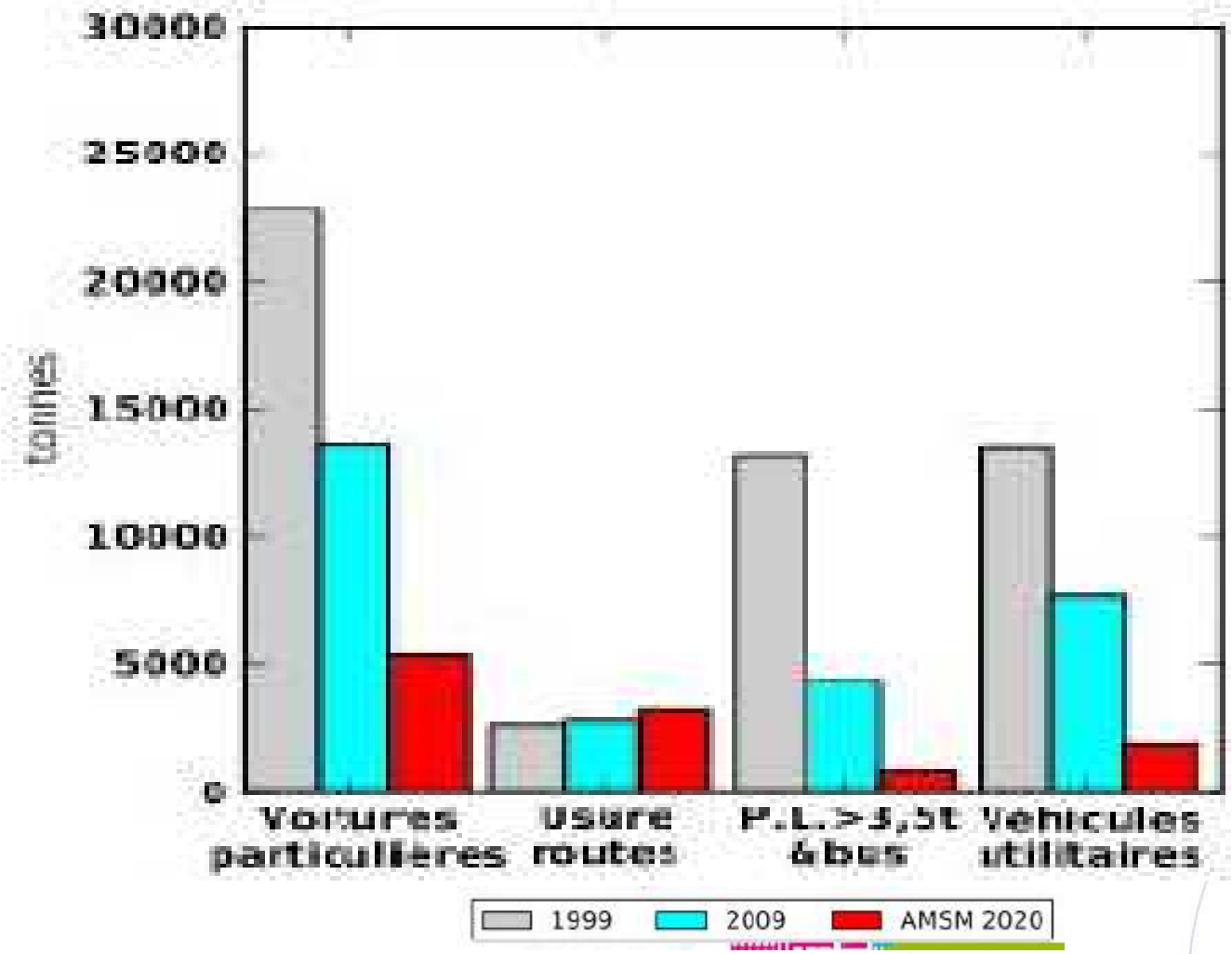
1-le résidentiel/tertiaire (59%) à cause principalement de la combustion du bois et, dans une moindre mesure, du charbon et du fioul.

2-le transport routier (18%), du fait essentiellement de la combustion du gazole.

3-l'industrie manufacturière (13%)

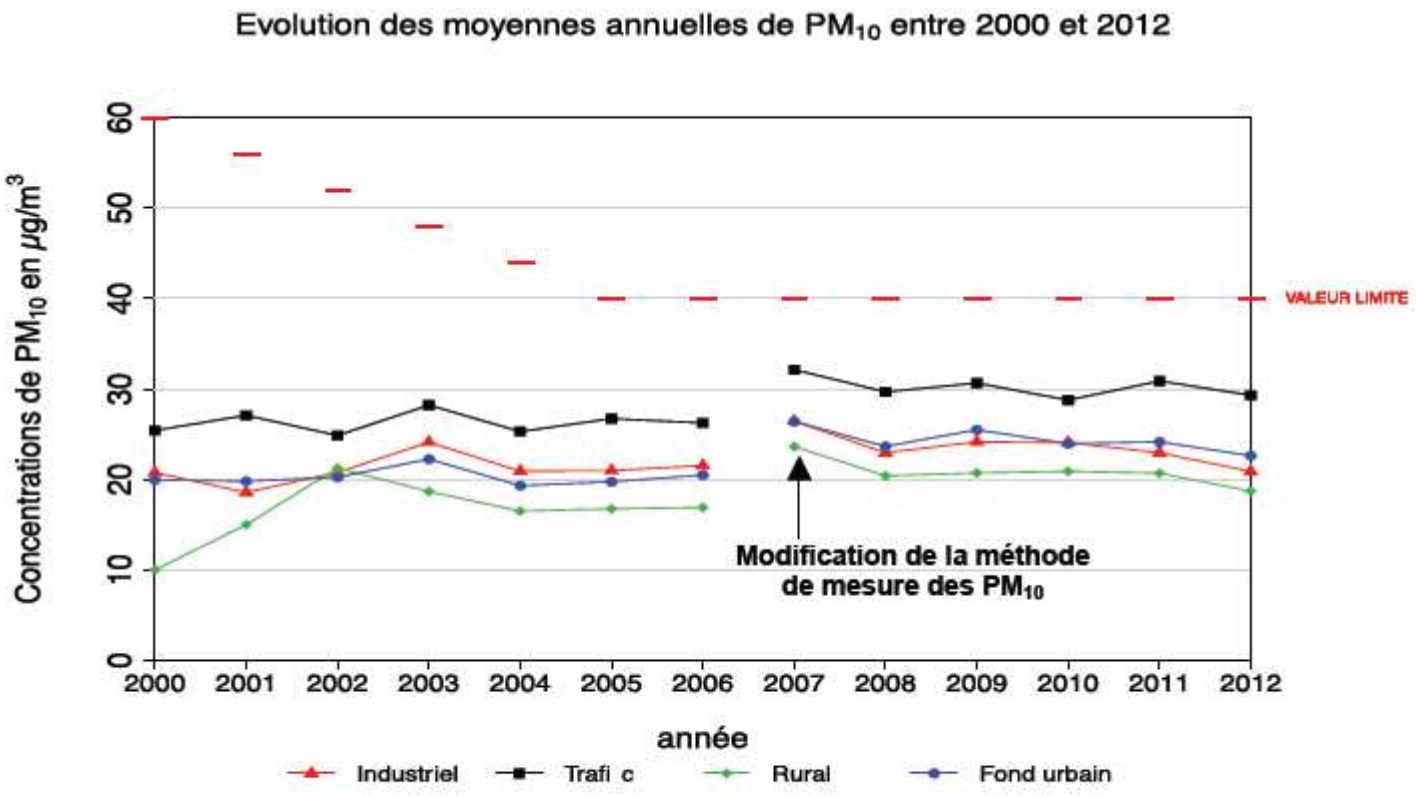
4-l'agriculture/sylviculture (6%)
5- la distribution et la transformation d'énergie (2%)
6-les autres transports (hors transport routier) (2%).

PM2,5 : quels véhicules source ?



Source : CITEPA

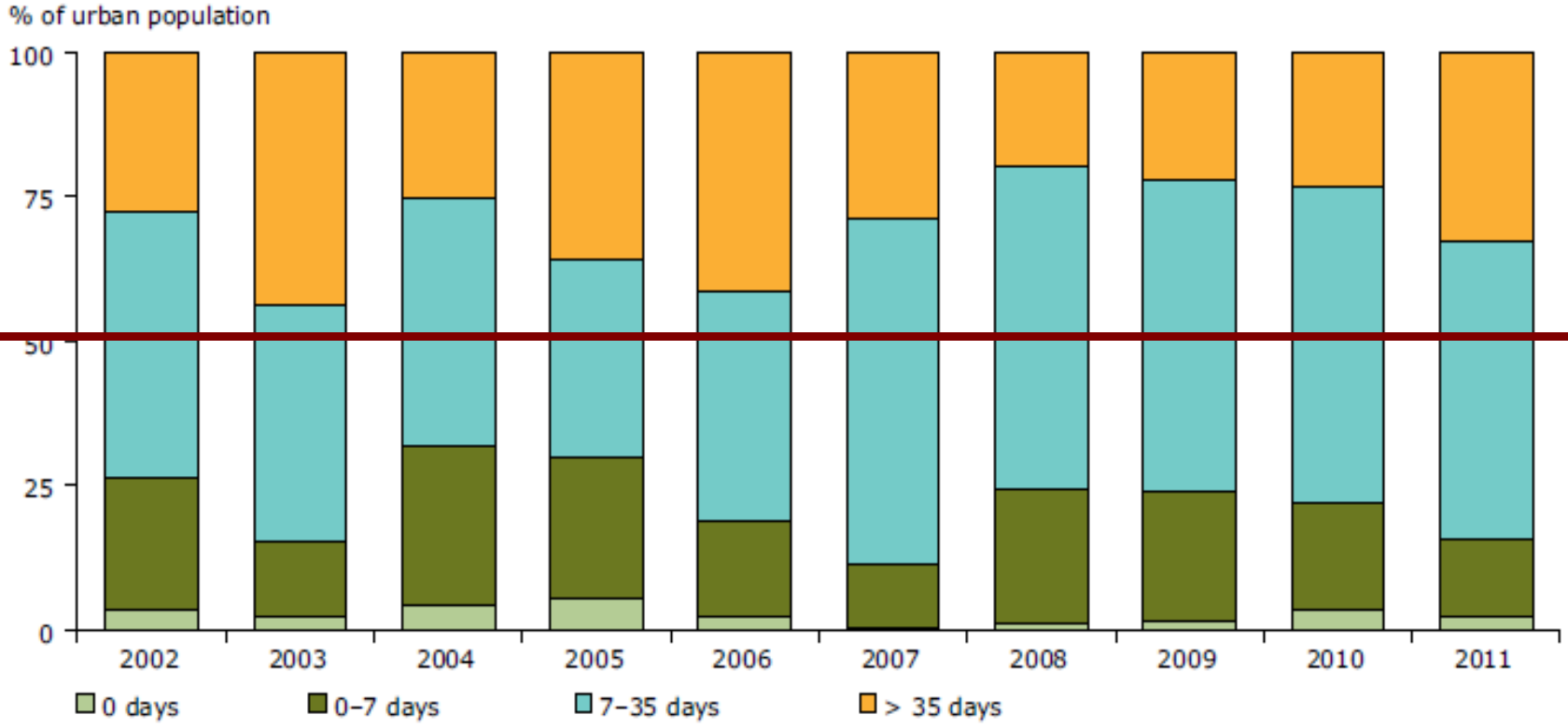
Les concentrations PM10 sur les sites trafic en France



Source : Base de données nationale de la qualité de l'air

Exposition aux particules-Europe

Figure 2.8 Percentage of population resident in EU urban areas exposed to PM_{10} concentration levels exceeding the daily limit value, 2002–2011



Source: EEA, 2013e (CSI 004).

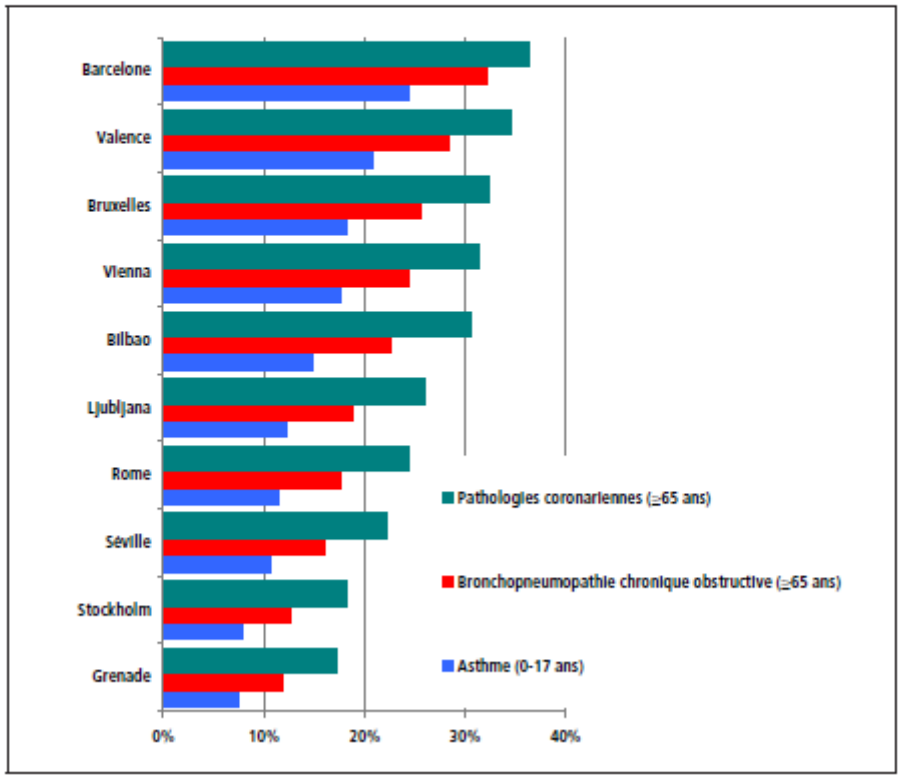
Vivre à côté d'une route : quel impact sanitaire ?

Etude APHEKOM: 25 villes européennes, 12 pays et 39 millions d'habitants

50% de la population (sur 10 villes européennes) réside à moins de 150 mètres de routes avec un trafic de plus de 10 000 véhicules /jour

Habiter à proximité de voies à forte densité de trafic pourrait être responsable d'environ 15 à 30% de nouveaux cas d'asthme de l'enfant, et de proportions similaires ou plus élevées de pathologies chroniques respiratoires et cardiovasculaires fréquentes chez les adultes âgés de 65 ans et plus.
Les coûts associés dépasseraient 300 millions d'euros chaque année.

Pourcentage de population atteinte de pathologies chroniques dont la pathologie pourrait être attribuée au fait de résider à proximité de grands axes de circulation dans 10 villes du projet Aphekom



Particules diesel et santé
une évolution de la prise en compte des effets

Juin 2012 : Les gaz d'échappement des moteurs diesel seront désormais classés parmi les cancérogènes certains (groupe 1). Auparavant, ces émissions étaient recensées comme cancérogènes probables (groupe 2A).

Selon les experts du CIRC, l'exposition aux fumées de diesel est associée à un risque accru de cancer du poumon et à un moindre niveau au cancer de la vessie.

Octobre 2013 : l'Organisation mondiale de la santé (OMS) a décidé de classer la pollution atmosphérique parmi les cancérogènes certains pour les êtres humains.

Les matières dites "particulaires", comme par exemple les particules fines, et qui font partie de la pollution de l'air, ont aussi été classées par le CIRC dans la catégorie "cancérogène certain"(groupe 1)

Travaux de sélection des polluants à prendre en compte dans les ERS dans le cadre des études d'impact des IR (Travaux ANSES, août 2012)

- Classification des substances cancérigènes pour une exposition chronique par inhalation

Tableau 11 : Classification des substances cancérigènes pour une exposition chronique par inhalation

Substance	Formule	Score		Rang de classement	
		Trafic urbain	Trafic autoroutier	Trafic urbain	Trafic autoroutier
particules diesel		2,83E-06	2,60E-06	1	1
chrome	Cr	3,26E-07	3,87E-07	2	2
formaldéhyde	CH_2O	2,59E-07	7,24E-08	3	3
1,3-butadiène	C_4H_6	1,29E-07	3,60E-08	4	4
benzène	C_6H_6	8,63E-08	9,21E-09	5	5
acétaldéhyde	C_2H_4O	2,26E-08	6,55E-09	6	6
nickel	Ni	6,15E-09	5,52E-09	7	8
cadmium	Cd	4,14E-09	5,54E-09	8	7
benzo[a]pyrène	C_20H_{12}	2,13E-09	2,25E-09	9	9
naphtalène	$C_{10}H_8$	1,57E-09	1,54E-09	10	11
arsenic	As	9,13E-10	2,06E-09	11	10
benzo[ghi]pérylène	$C_{22}H_{12}$	4,22E-11	4,06E-11	12	12
anthracène	$C_{14}H_{10}$	3,17E-11	3,35E-11	13	13
fluoranthène	$C_{16}H_{10}$	2,71E-11	2,72E-11	14	15
pyrène	$C_{16}H_{10}$	2,69E-11	2,82E-11	15	14
acenaphtene	$C_{12}H_{10}$	2,23E-11	2,18E-11	16	16
acenaphthylene	$C_{12}H_8$	1,66E-11	1,62E-11	17	17

L'évolution des normes EURO/PM

Pour les PM total en masse :

Euro 4 (depuis 2005) est 75%/92% plus basse que Euro 2(1996) pour les VL/PL.

Euro 5 (depuis 2009) est 80% plus basse que Euro 4 pour les VL diesel

-Diminution de 24%/27% émissions PM10/PM2,5 dues au transport sur la période 2002-2011

Peu de mesures en condition réelle des émissions : incertitude des estimations, ne reflètent pas les émissions sous circulation probablement plus élevées

Pas de réglementation des émissions hors échappement (usure freins, et contact route)

L'évolution des normes EURO/PM

- Désormais, les normes Euro 5 et Euro 6 fixent également des valeurs limites de PM aux **voitures de tourisme carburant à l'essence** (5 mg/km) et aux **véhicules utilitaires légers** équipés d'un moteur à allumage commandé (5 mg/km).

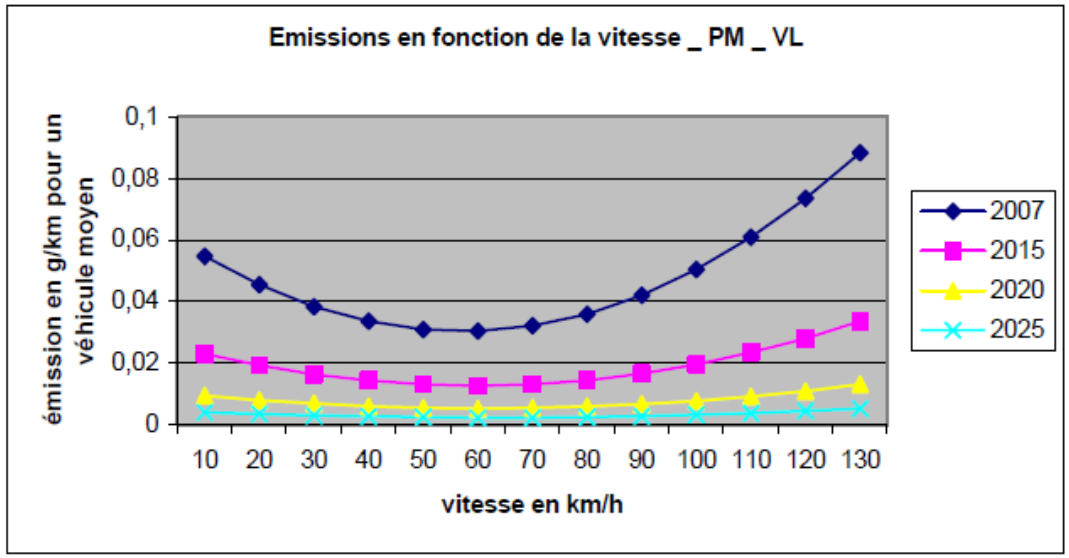
- La norme de gaz d'échappement Euro 6 pour les camions entrera probablement en force fin 2013.

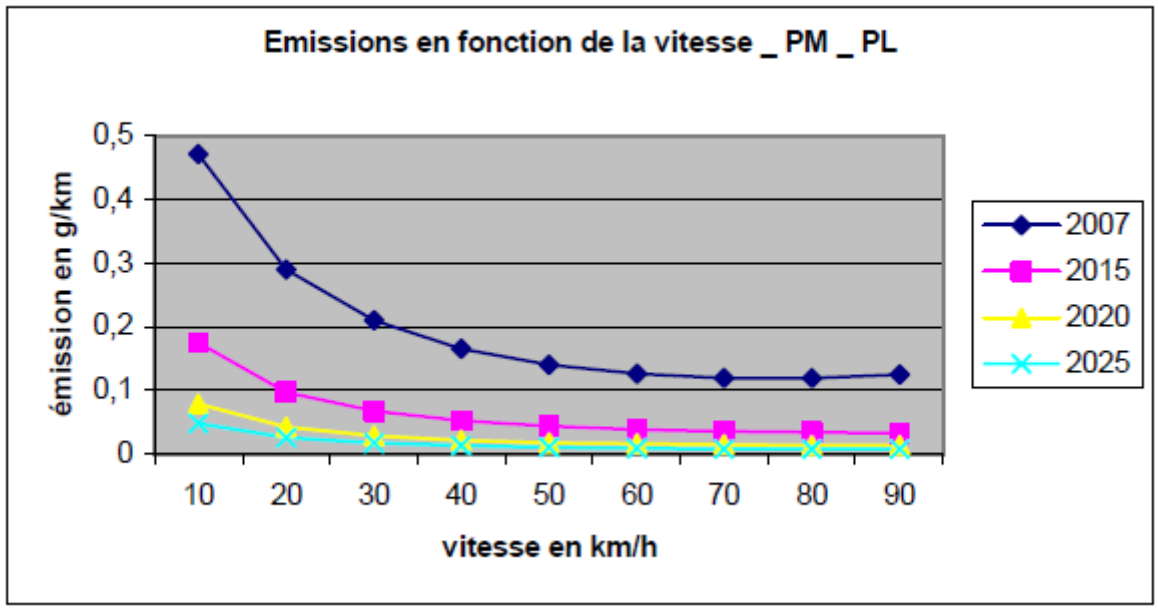
  Ces valeurs limites rendront obligatoires dès fin 2013 le filtre à particules fermé pour les nouveaux camions .

- La norme actuelle **ne mesurant que la masse des particules** favorise donc en priorité **l'élimination des particules les plus grosses, donc les moins toxiques** (et, depuis l'installation quasi-systématique de l'injection directe à rampe commune sur les moteurs Diesel, les particules qu'ils rejettent sont devenues plus fines et donc plus nocives11.

  C'est pourquoi la future norme Euro6 compte introduire une notion de nombre de **particules émises**, en plus de la limite de masse.

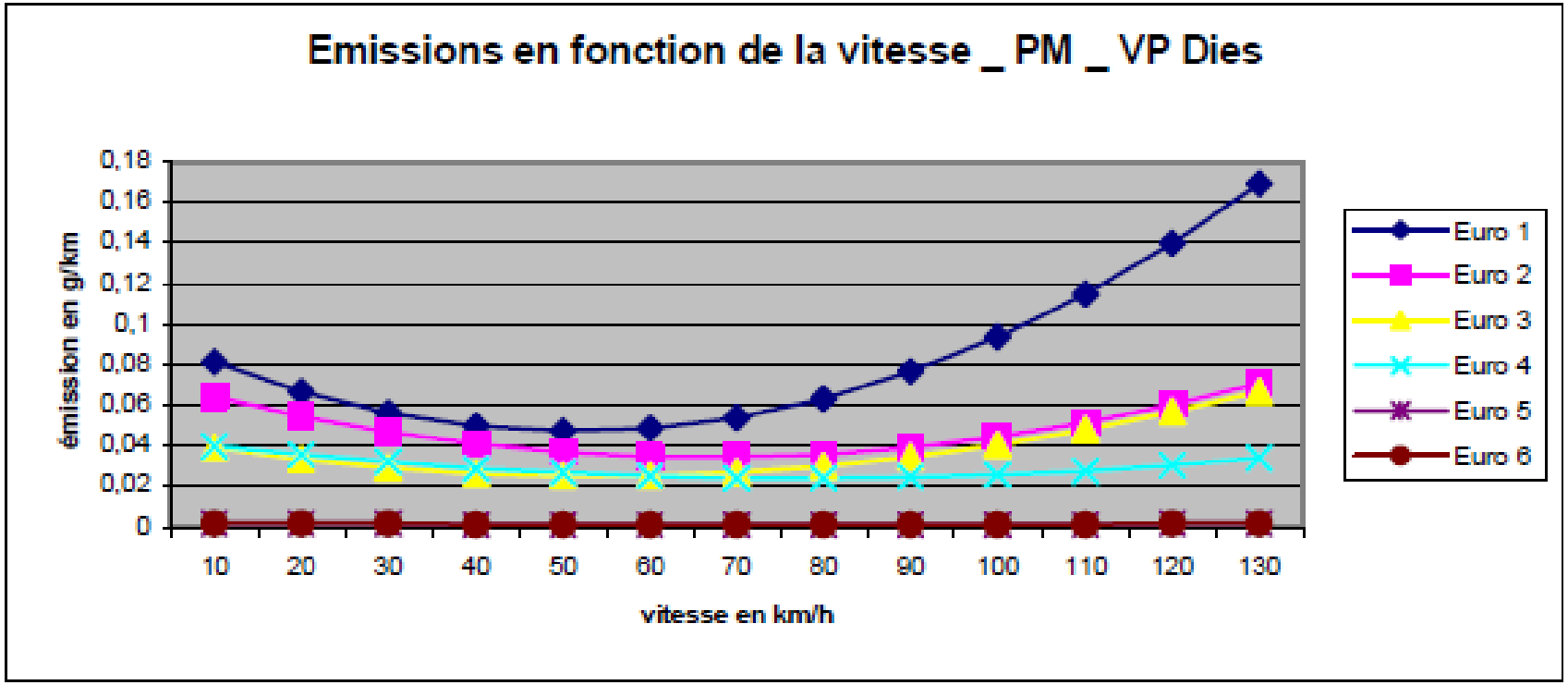
Emissions de PM et vitesse





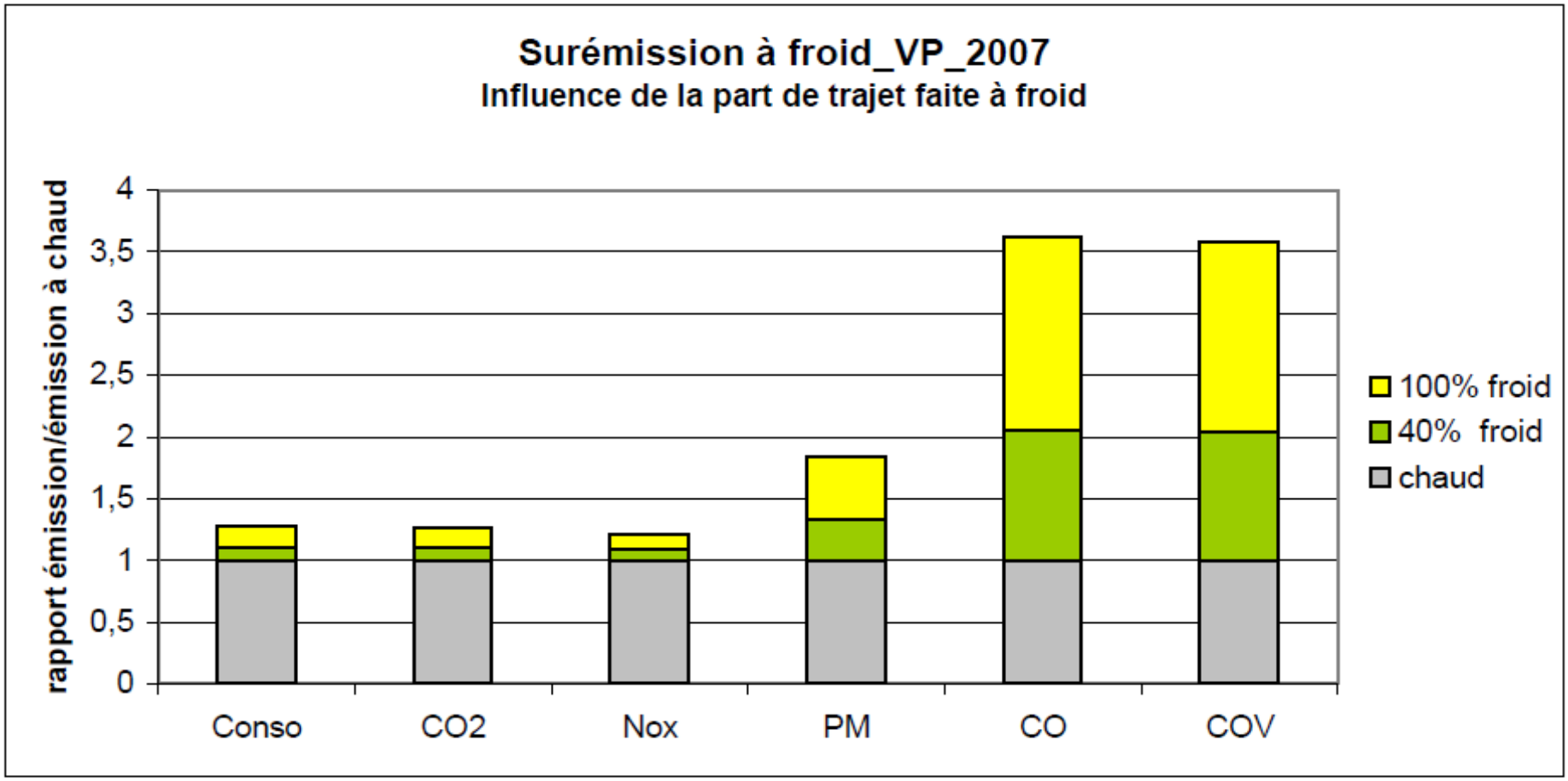
Source : SETRA

L'impact de la vitesse faible sur les nouveaux véhicules



Source : SETRA

Surémission de PM en cas de moteur froid



Source : SETRA

Le parc automobile français

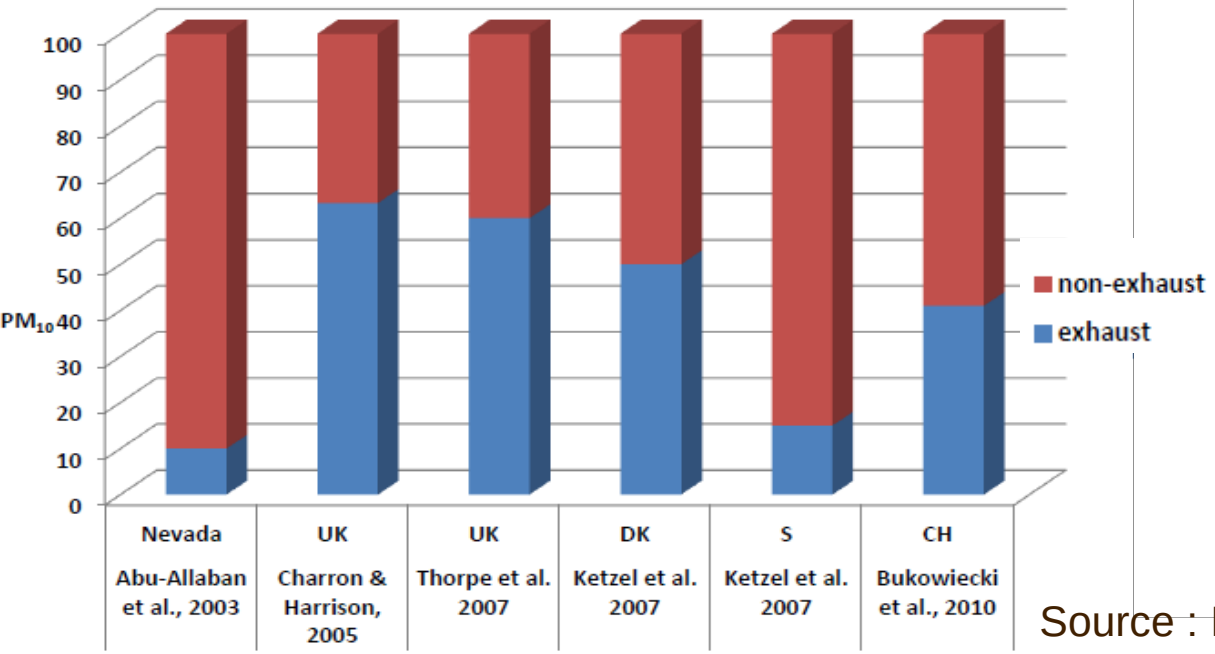
- >30 millions de voitures particulières dont environ 60% de moteurs diesel
-Plus de ¾ des voitures particulières neuves vendues sont à motorisation diesel (CCFA 2011)

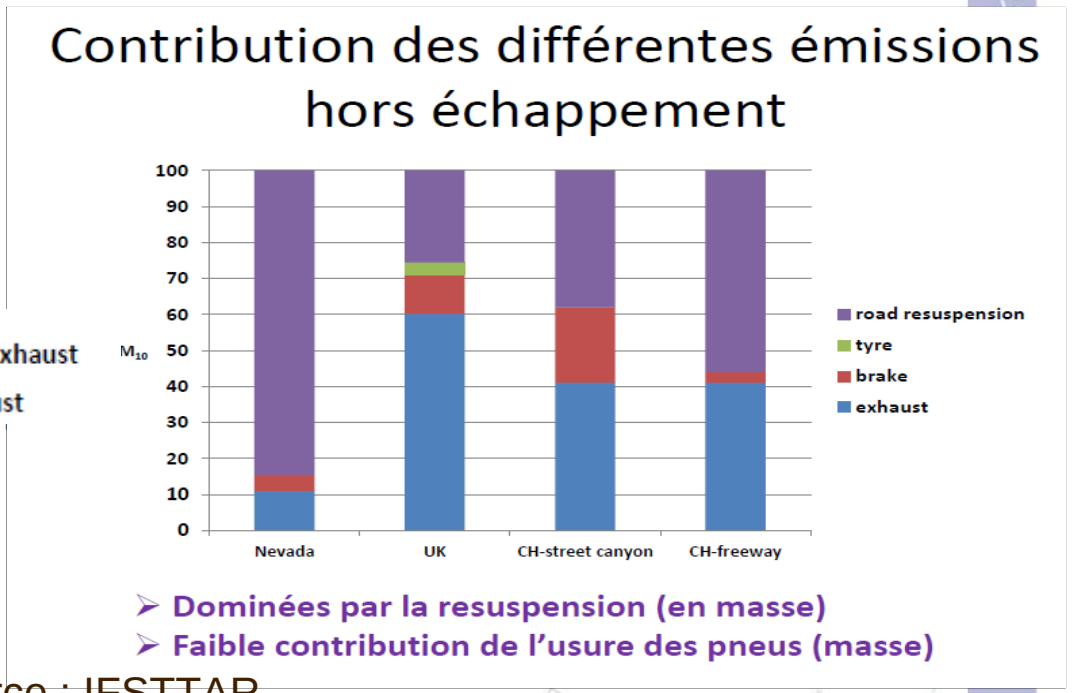
Octobre 2013 :

C'est une première en vingt ans : les immatriculations de véhicules diesel ont reculé en France face à l'essence.
Le diesel reste toutefois majoritaire sur le marché automobile.
Cette baisse des immatriculations diesel vient en grande partie de la mue de certaines petites citadines, qui ne sont plus proposées à l'achat en diesel.
Il faut noter principalement le prix élevé ainsi que l'impact environnemental.

Les émissions hors échappement
Usure freins, pneus, route

L'impact des émissions de PM_{10}/$PM_{2,5}$ hors échappement équivaut à 50%/22% des émissions directes échappement (Hak, 2009)





Source : IFSTTAR

Il a été estimé que 90% des émissions totales d'origine « route » proviendraient de sources hors échappement d'ici la fin de la décennie.
(Rexeis and Hausberger, 2009)

Les émissions par resuspension et/ou liées à l'utilisation de fondants routiers

-La **resuspension** des PM_{10} contribue à 38%/56% des concentrations en PM10 dans une rue canyon/bord de route (Bukowiecki, 2010)

-Quantification difficile car dépendante de nombreux facteurs (parc roulant, vitesse du trafic, intensité du trafic, périodes de pluies...)

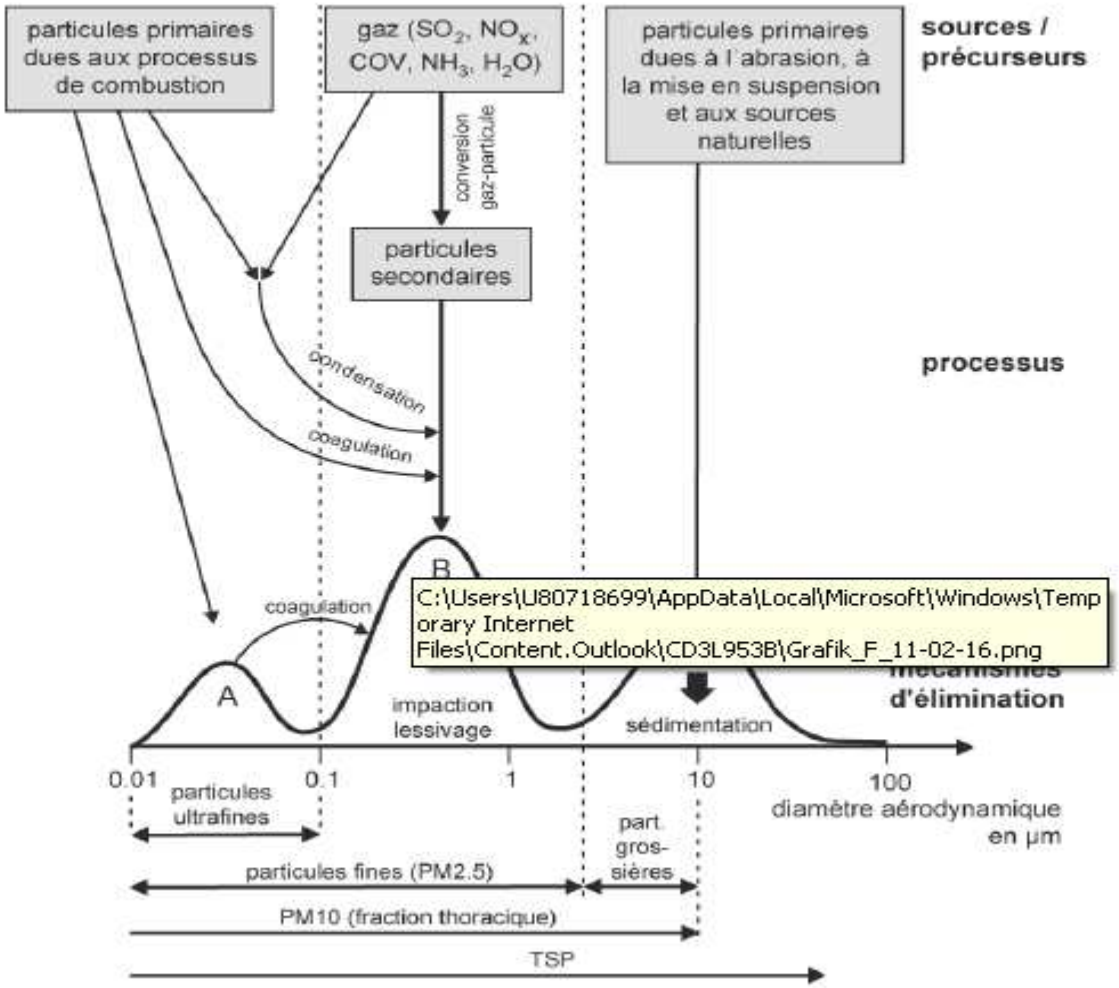
-**Resuspension par le trafic de sels de fondants routiers** dans le cadre des opérations de salage lors d'épisodes de neige ou verglas.

-En moyenne 750 000 tonnes/an soit 0,75 tonnes/(km-an)

-Fraction des particules projetée lors du passage des véhicules : 0,33 (autoroute) à 0,70 (RN) (Legret, 2001) (Blok, 2005)

Ces émissions ne sont pas prises en compte dans les modèles actuels (Copert 4)

Problématique des particules organiques secondaires



-Des études de caractérisation de la composition chimique des particules menées ou en cours.

-Part d'aérosol secondaire : 50% (ammonium, sulfates, nitrates : 25 à 33%) (Hüglin, 2012)

Quelles pistes de réduction ??
Le GT MERIT (MEsures de Réduction des Impacts du Trafic routier)

Financement MEDDE/DGITM à la demande du CERTU/SETRA

Pilotage CETE NP (C. Bugajny)

Participants : CETEs, IFSTTAR, ADEME,CGDD..

3 objectifs (recenser les mesures étudiées, évaluation par analyse bibliographique, recenser les besoins d'études)

4 polluants ou familles de polluants (NO_2, PM, métaux, HAP)

11 typologies de mesures étudiées(mesures physiques, mesures chimiques, mesures pratiques, mesures électrostatiques, mesures de gestion de trafic, mesures d'organisation et de gestion urbaine, mesures « bâtiment », mesures fiscales, technologiques, comportementales, mesures « route »)

Merci de votre attention

christine.bugajny@developpement-durable.gouv.fr