



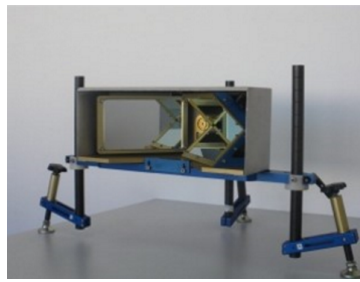
# Campagne de mesure des émissions de véhicules en conditions réelles de circulation par la technologie RSD



**Dans le cadre du projet MEET PAMPA (Mesures Environnementales des Emissions du Trafic et Plan d'Actions Municipales pour la Protection de l'Atmosphère)**  
Appel à Projet AACT-AIR ADEME - Edition 2015



# Campagne de mesure : Présentation du matériel

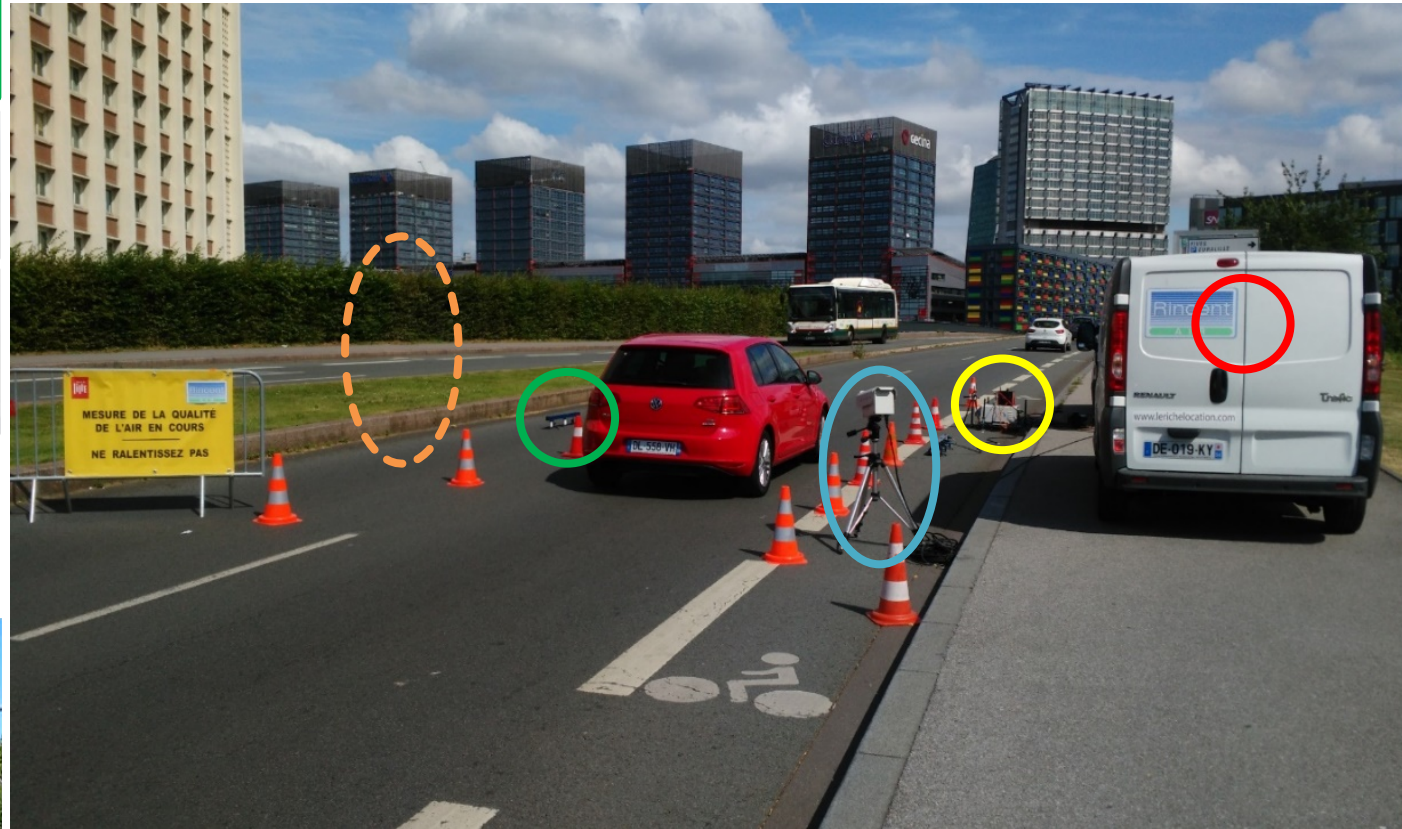
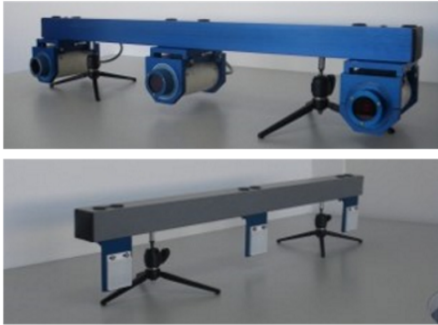


Miroir  
réfléchissant



Module source/détecteur  
Spectroscopie IR (CO) et  
UV (HC, NO)  
Opacimétrie (PM)

Capteurs de vitesse  
et accélération



Radar  
« qualité de l'air »



Système centralisé



Caméra (lecture  
de plaques)



## Campagne de mesure : Echantillonnage et bilan

### Sélection initiale :

11 sites de mesure

⇒ Contraintes techniques, de  
sécurité, flux journaliers...

### Sélection finale :

5 sites de mesure

+ dépôt de bus Transpole

Campagne de 23 jours menée du  
27 juin au 28 juillet 2016

### Sur les 5 sites de mesure intra-muros :

Env. 50 k véhicules scannés

Env. 25 k véhicules avec data valides

Env. 20 k véhicules uniques

### En termes de parc roulant :

Env. 90 % voitures particulières VP (cat. M1)

Env. 10 % véhicules utilitaires légers VUL (cat. N1)

Env. 0 % poids lourds PL (cat. M2, M3, N2, N3)

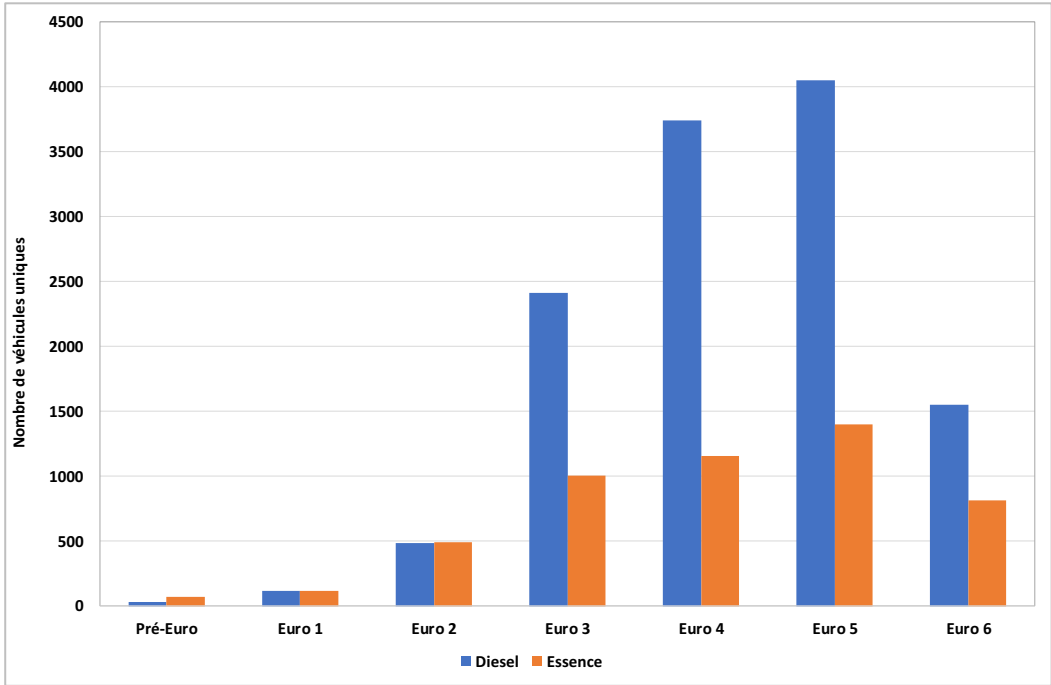


Le taux de recouvrement peut varier selon les campagnes en  
raison de plusieurs facteurs :

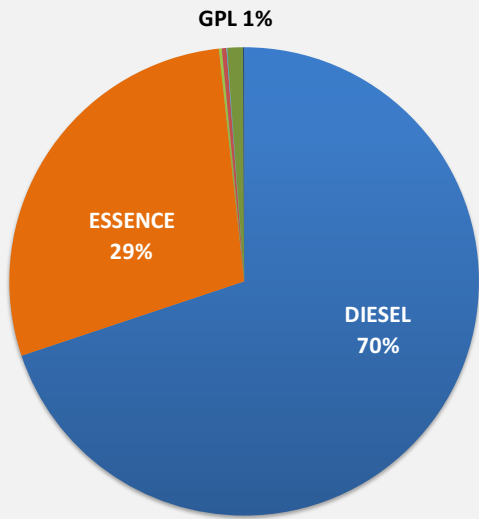
- vitesse/accélération (VSP)
- densité de trafic
- efficacité de lecture de plaques minéralogique
- conditions météorologiques (pluie)
- fréquence de l'étalonnage de l'instrument
- taux de véhicules étrangers

Caractérisation du parc  
roulant : Diesel / Essence

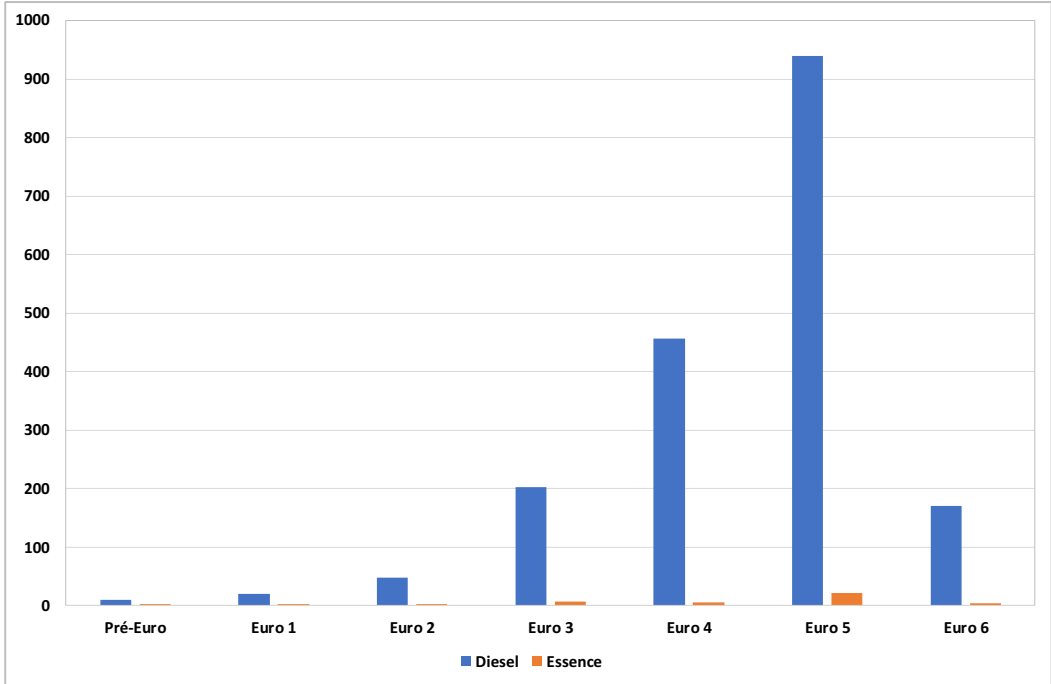
Distribution du nombre  
de VP (cat. M1) par  
norme Euro et carburant



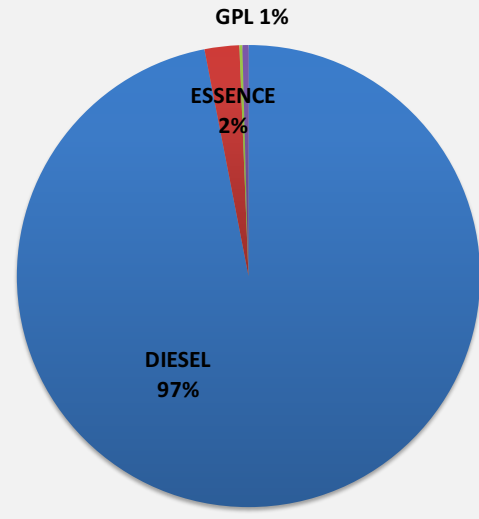
Pourcentage global de véhicules  
par type de carburant



Distribution du nombre  
de VUL (cat. N1) par  
norme Euro et carburant



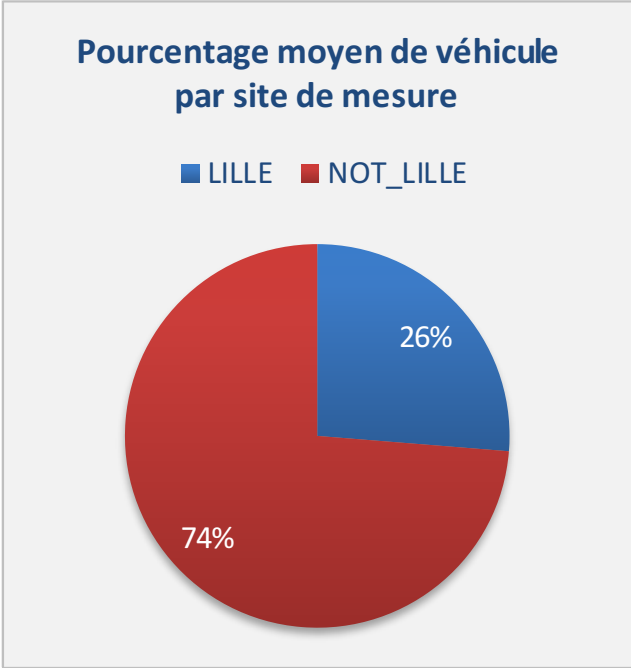
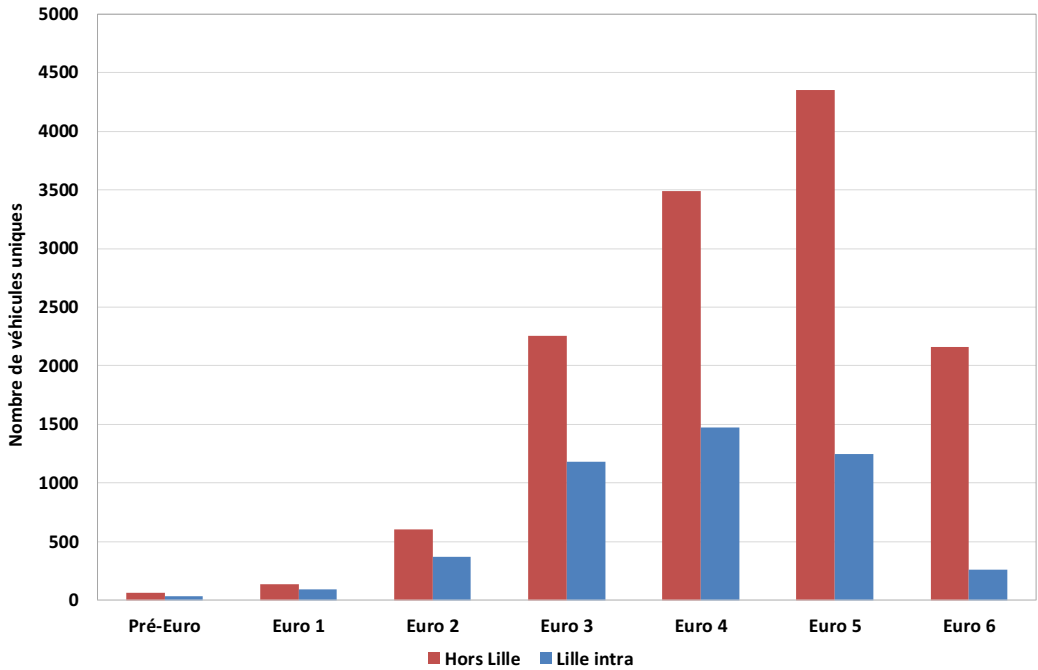
Pourcentage global de véhicules  
par type de carburant



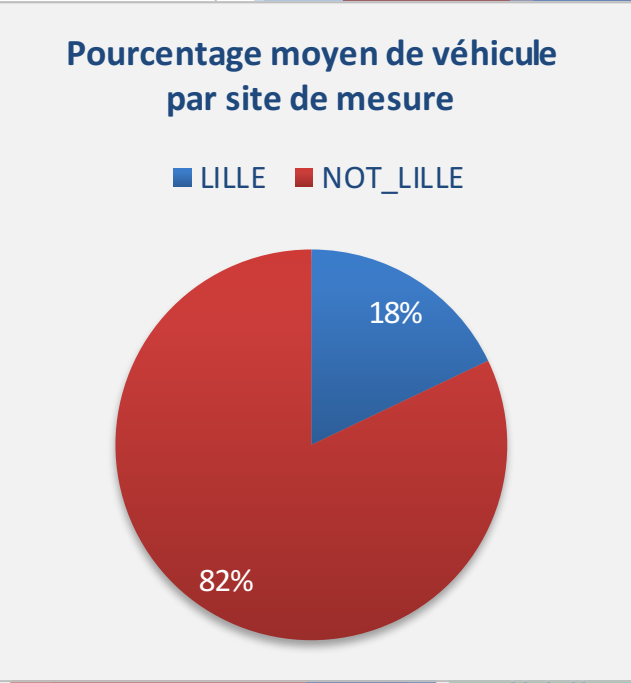
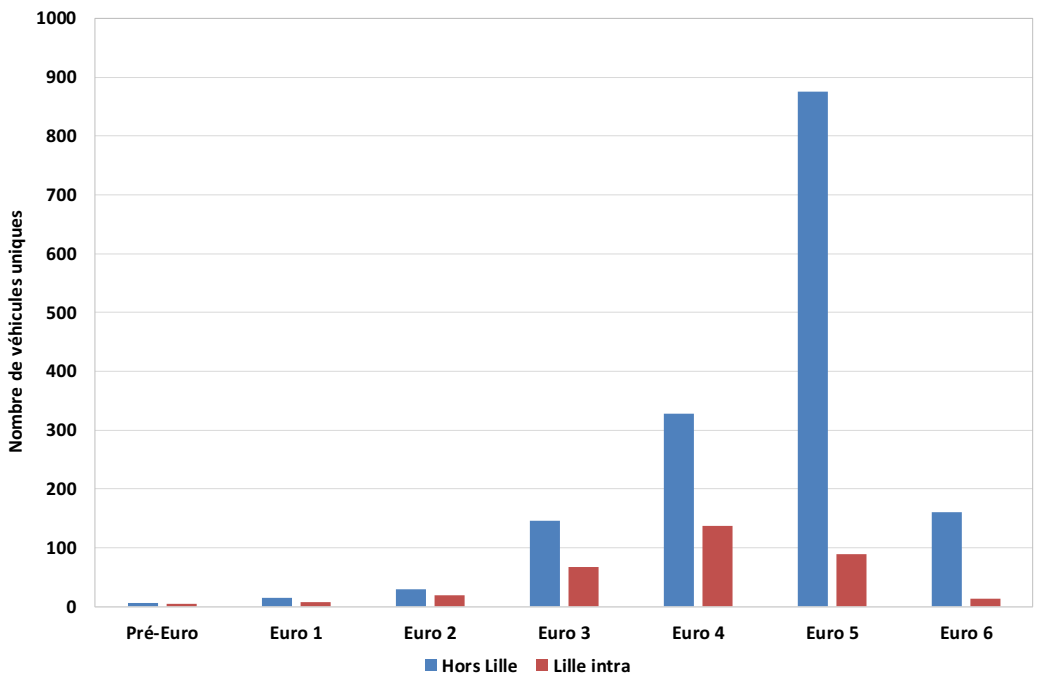


# Caractérisation du parc roulant : Lille / Hors Lille

Distribution du nombre de  
VP (cat. M1) par norme  
Euro et domiciliation du  
véhicule

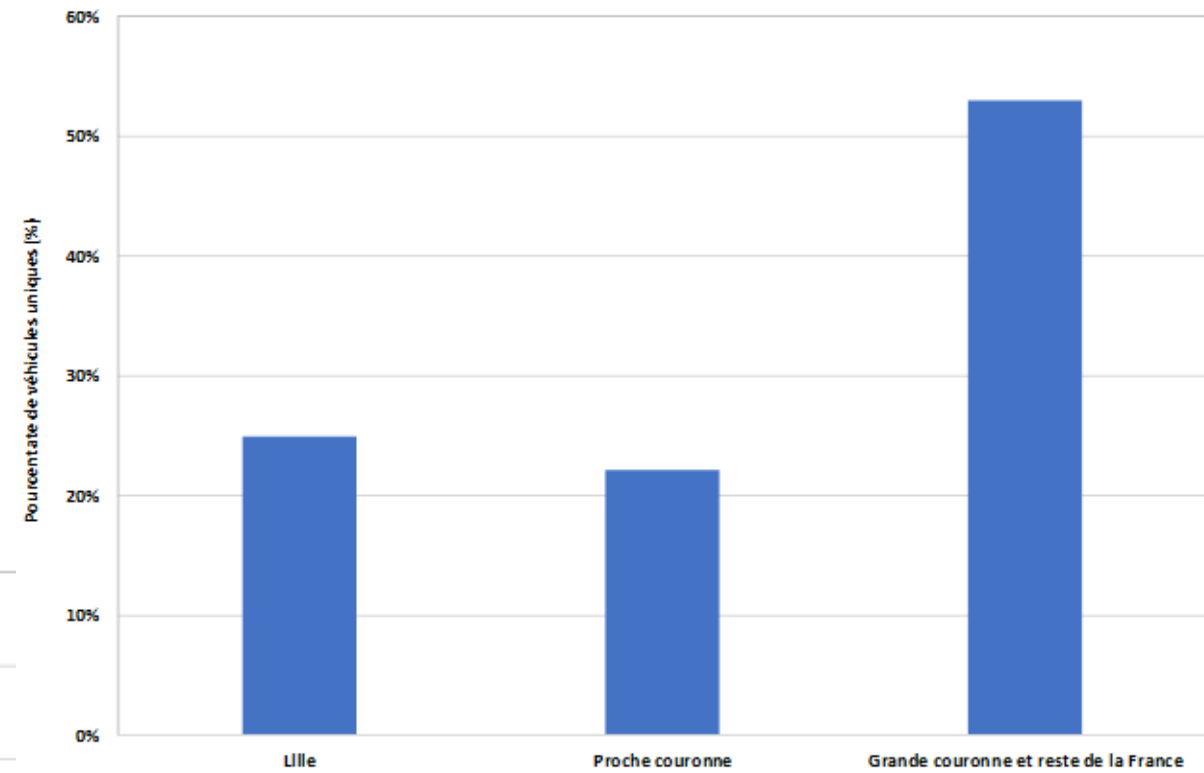
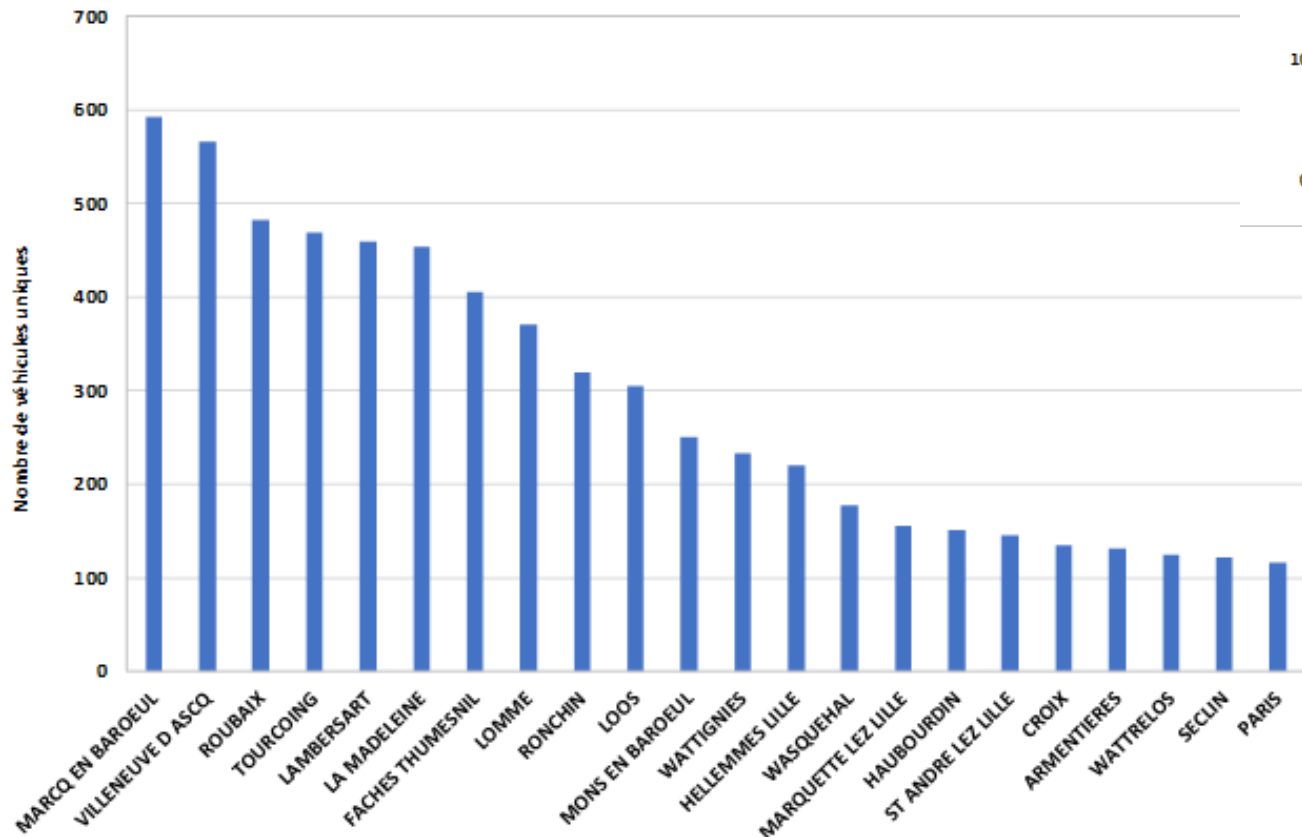


Distribution du nombre de  
VUL (cat. N1) par norme  
Euro et domiciliation du  
véhicule



## Caractérisation du parc roulant : Lille / Hors Lille

- ❑ 25% origine de Lille
- ❑ 53% grande couronne de Lille + reste de la France (env. 11k véhicules provenant de plus de 2 000 communes)
- ❑ 22% petite couronne (environ 4k véhicules provenant de 22 communes limitrophes et proche banlieue)



Env. 15k véhicules domiciliés  
hors de Lille

Véhicule d'origine étrangère  
non pris en compte

=> Limites SIV



## Caractérisation du parc roulant : Représentativité des vignettes Crit'Air

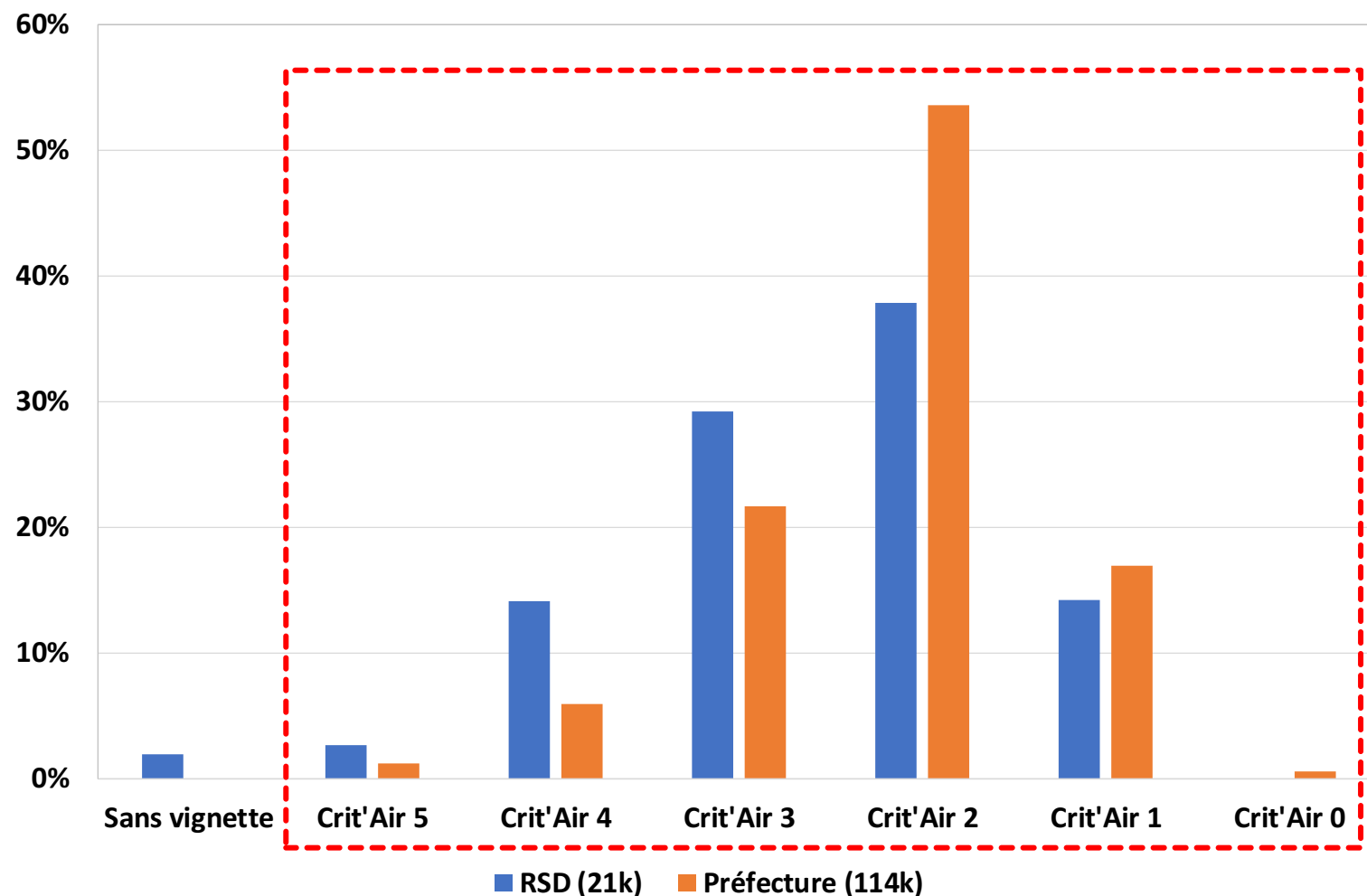
### Environ 21k véhicules uniques mesurés

=> Estimation du pourcentage de vignettes Crit'Air de chaque niveau (sans vignette, de 5 à 0) d'après les critères de motorisation (essence, diesel, GPL, hybride, électrique, etc.) et des normes des voitures

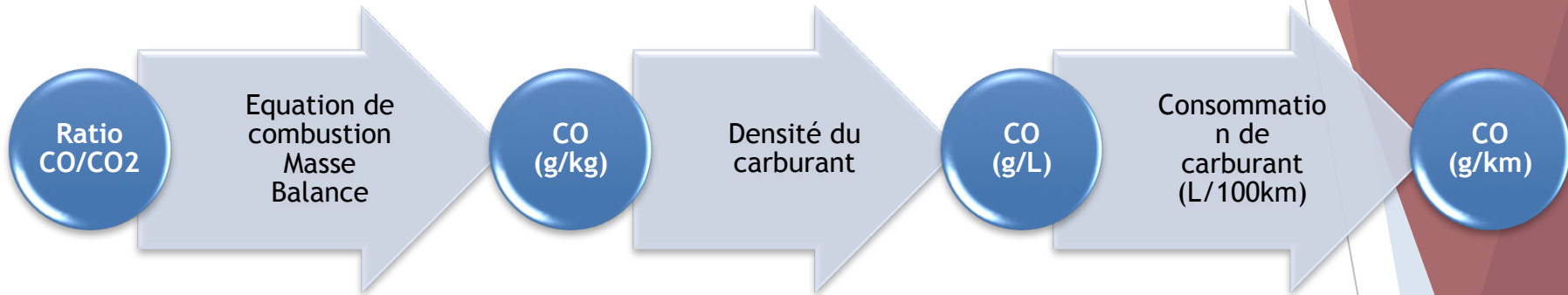
Comparaison avec les informations fournies par la MEL et la Préfecture du Nord sur 113 000 véhicules (dont 90 000 voitures particulières)

Répartitions cohérentes entre les véhicules mesurés par le RSD et les commandes de vignettes à l'échelle du département

Bonne représentativité  
des mesures RSD

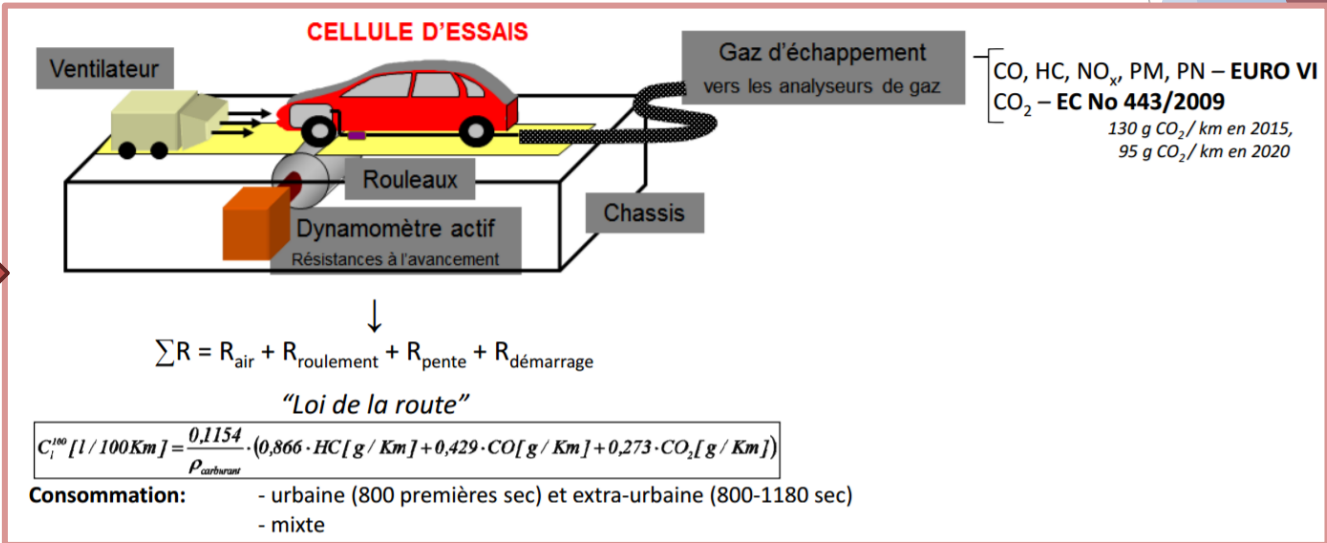


# Des émissions mesurées aux facteurs d'émissions



Facteurs d'émissions à l'instant t (en conditions réelles) de plusieurs dizaines de milliers de véhicules

Comparaison avec les facteurs d'émissions normatifs (réalisation sur banc d'essai, en conditions maîtrisées, durant 20 min)

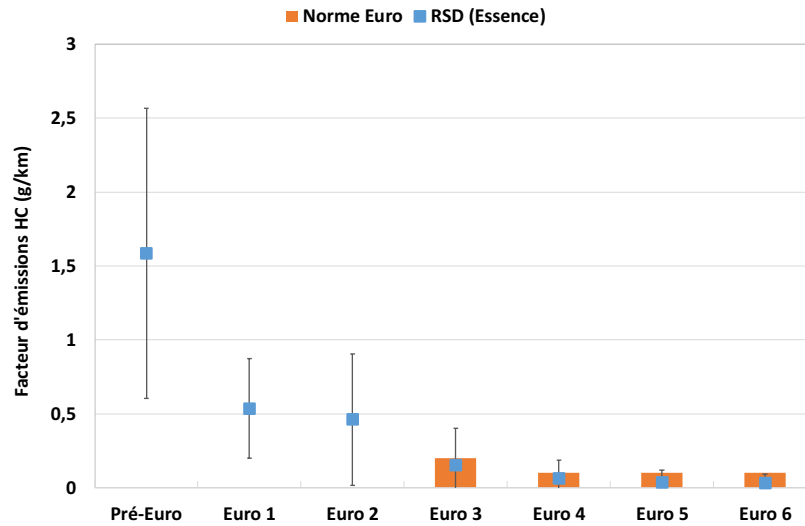
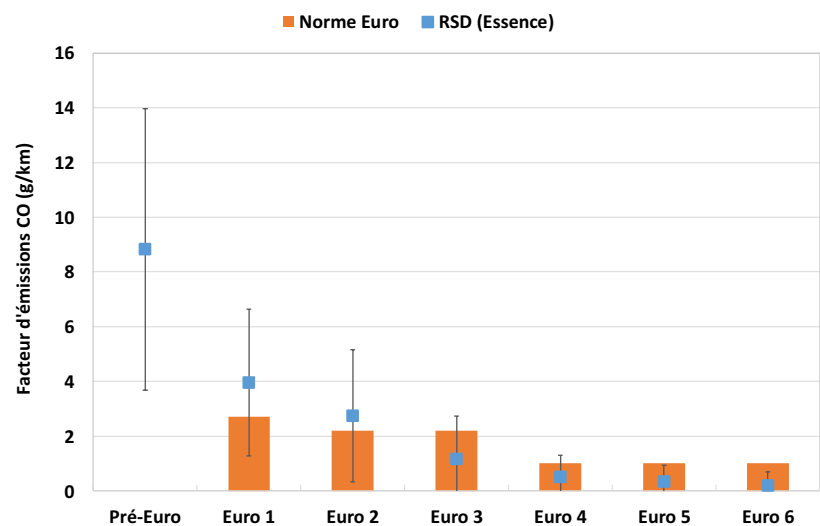
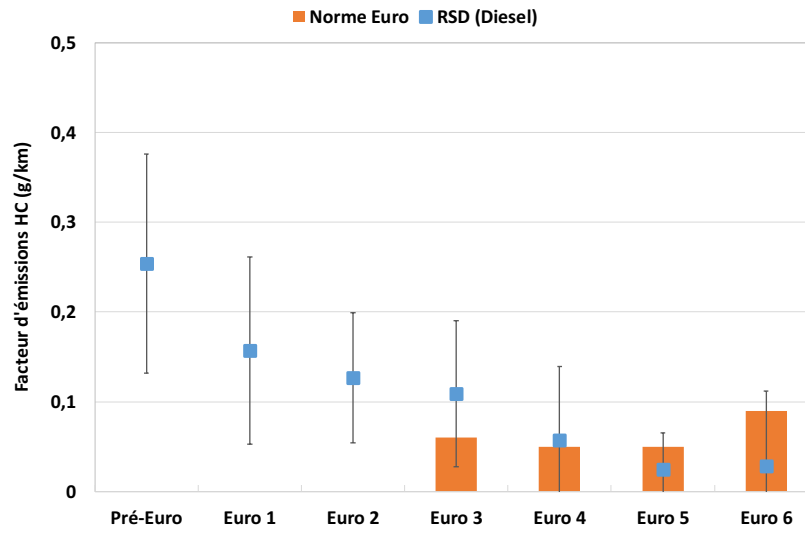
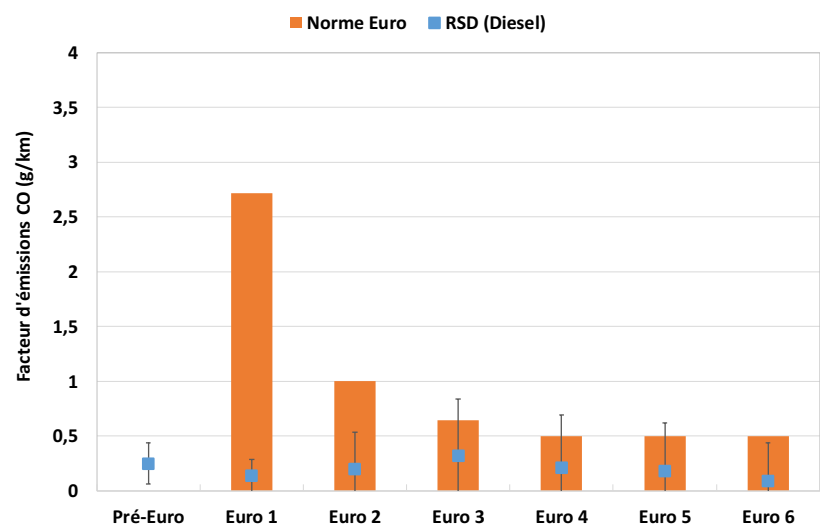




# Estimations des facteurs d'émissions moyens pour les VP

## Distribution par norme Euro

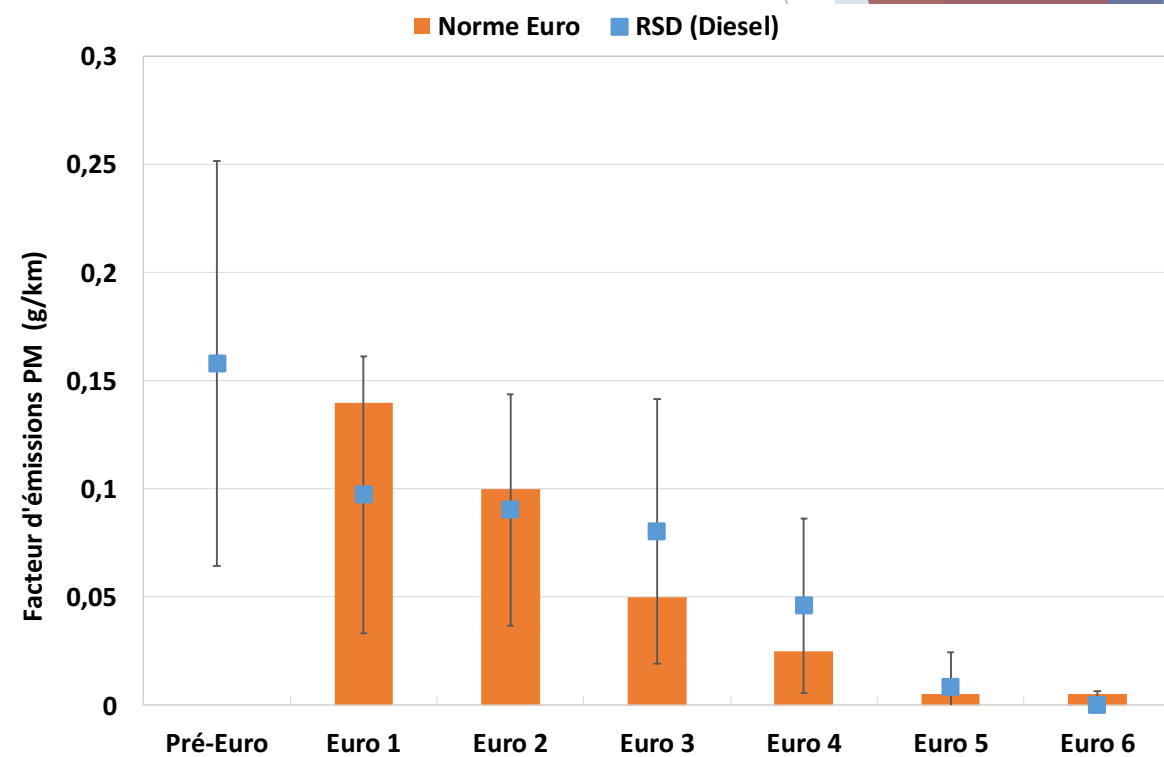
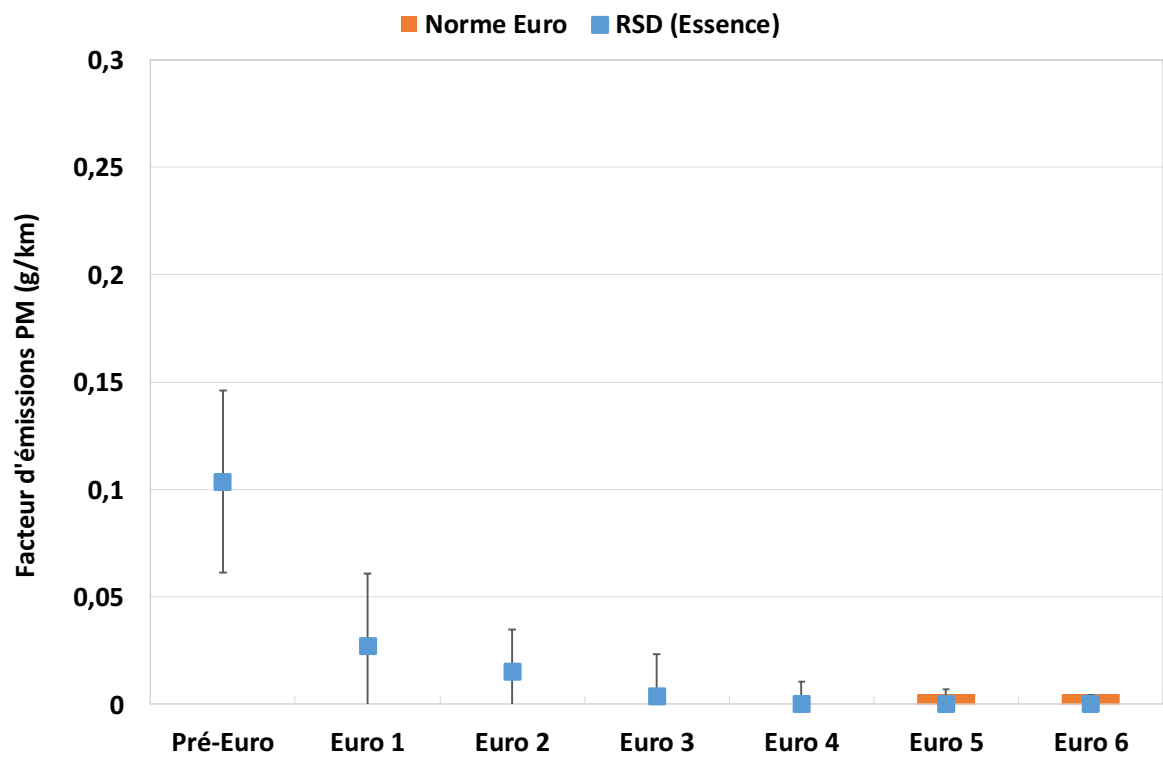
Comparaison entre les facteurs d'émissions moyens du CO et des HC issus des mesures en conditions réelles et les seuils réglementaires (norme Euro)



# Estimations des facteurs d'émissions moyens pour les VP

## Distribution par norme Euro

Comparaison entre les facteurs d'émissions moyens des PM issus des mesures en conditions réelles et les seuils réglementaires (norme Euro)

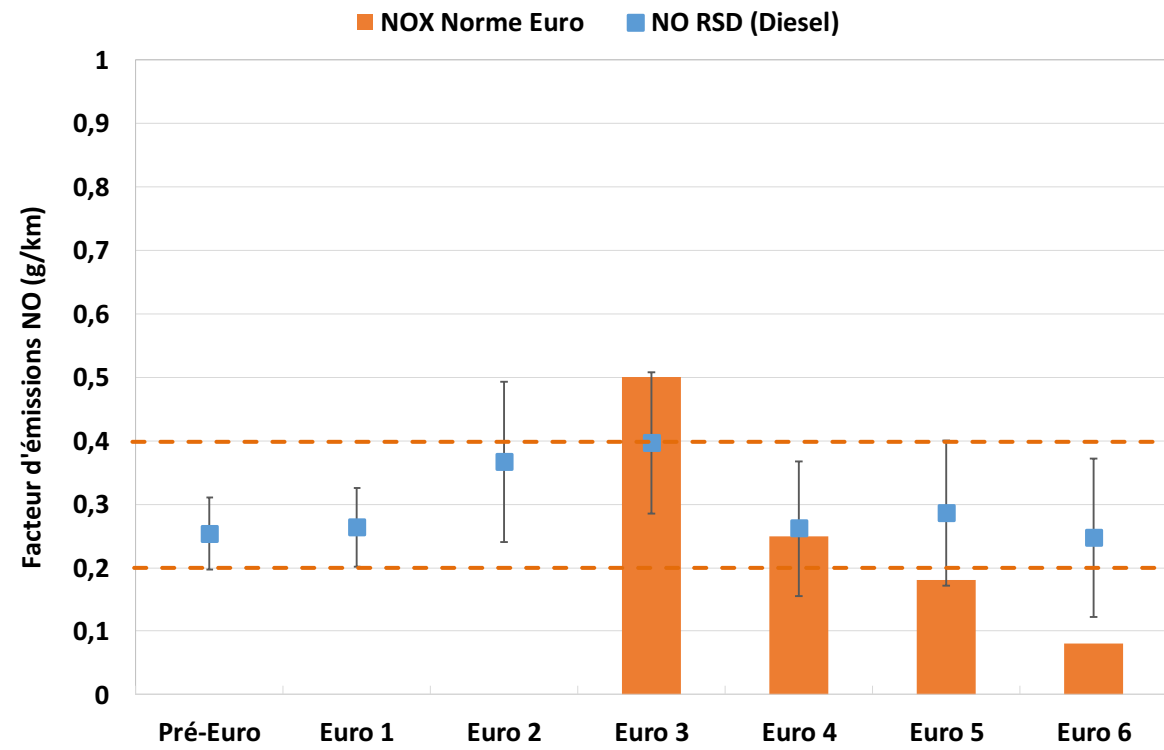
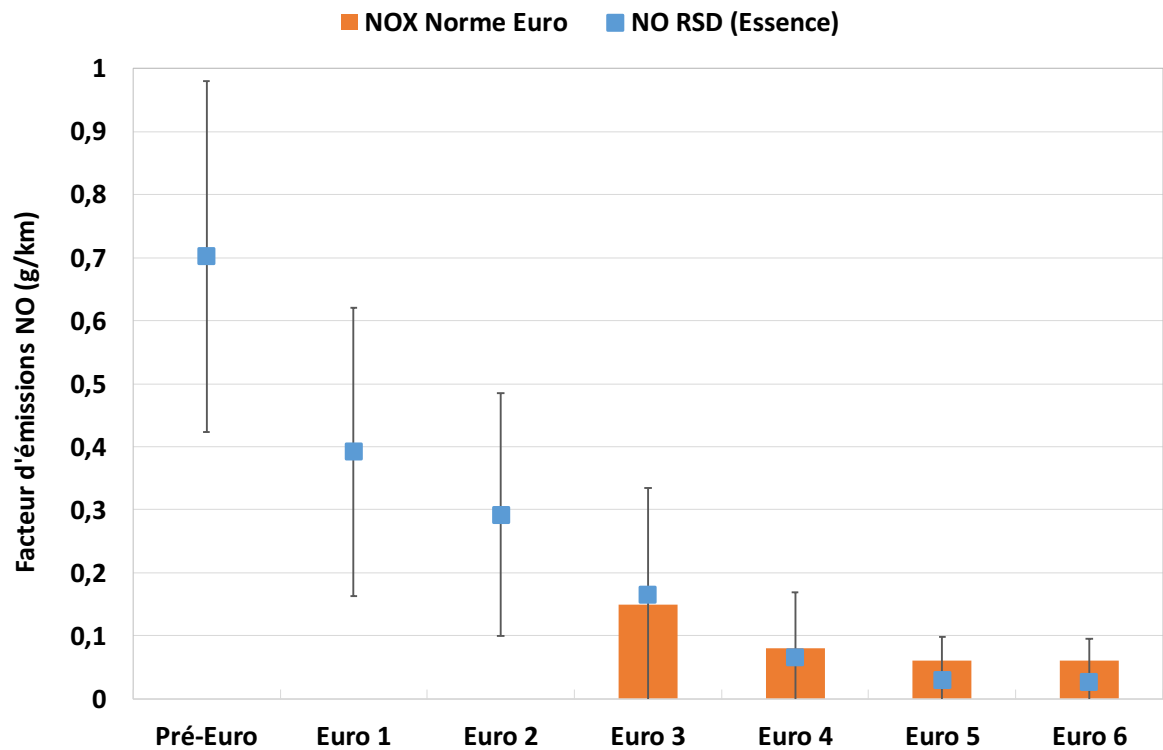




# Estimations des facteurs d'émissions moyens pour les VP

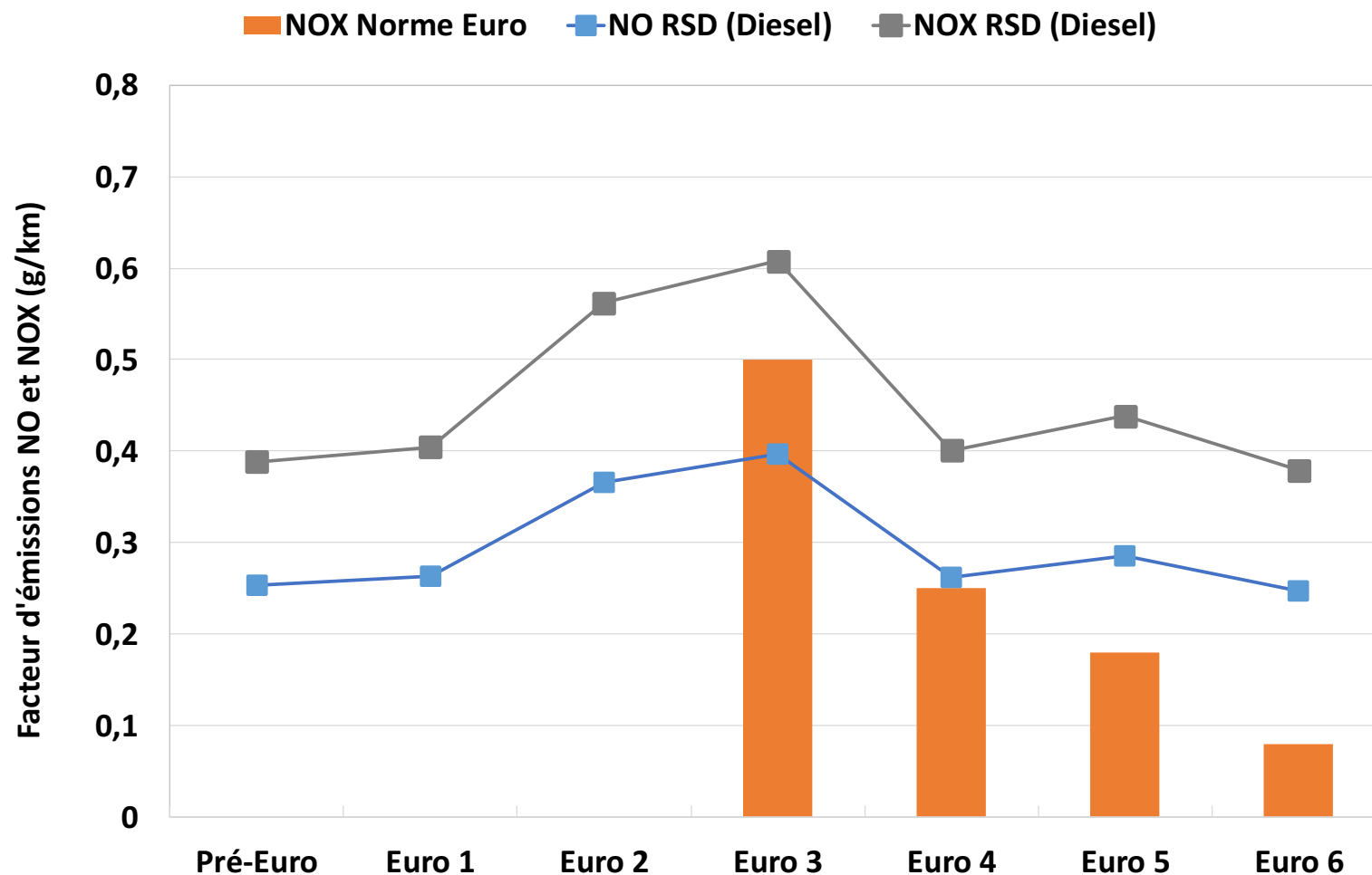
## Distribution par norme Euro

Comparaison entre les facteurs d'émissions moyens du NO issus des mesures en conditions réelles et les seuils réglementaires (norme Euro)



## Estimations des facteurs d'émissions moyens pour les VP Distribution par norme Euro

Comparaison entre les FE moyens de NO (g/km) et NO<sub>x</sub> (g/km) issus des mesures en conditions réelles et les seuils réglementaires (norme Euro) pour les véhicules diesel



Dépassement des normes Euro accru en considérant les NO<sub>x</sub>

Hypothèse prise : émissions d'environ 33% NO<sub>2</sub> pour 66% NO

Hypothèse minorante

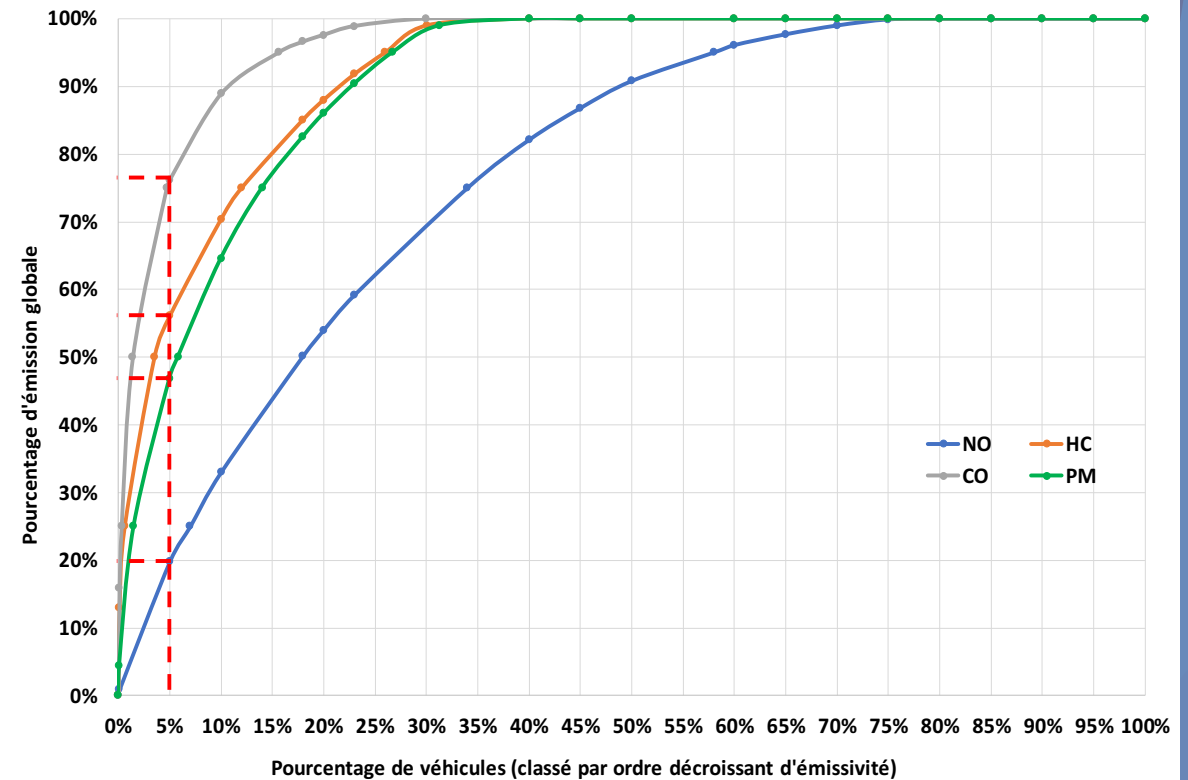
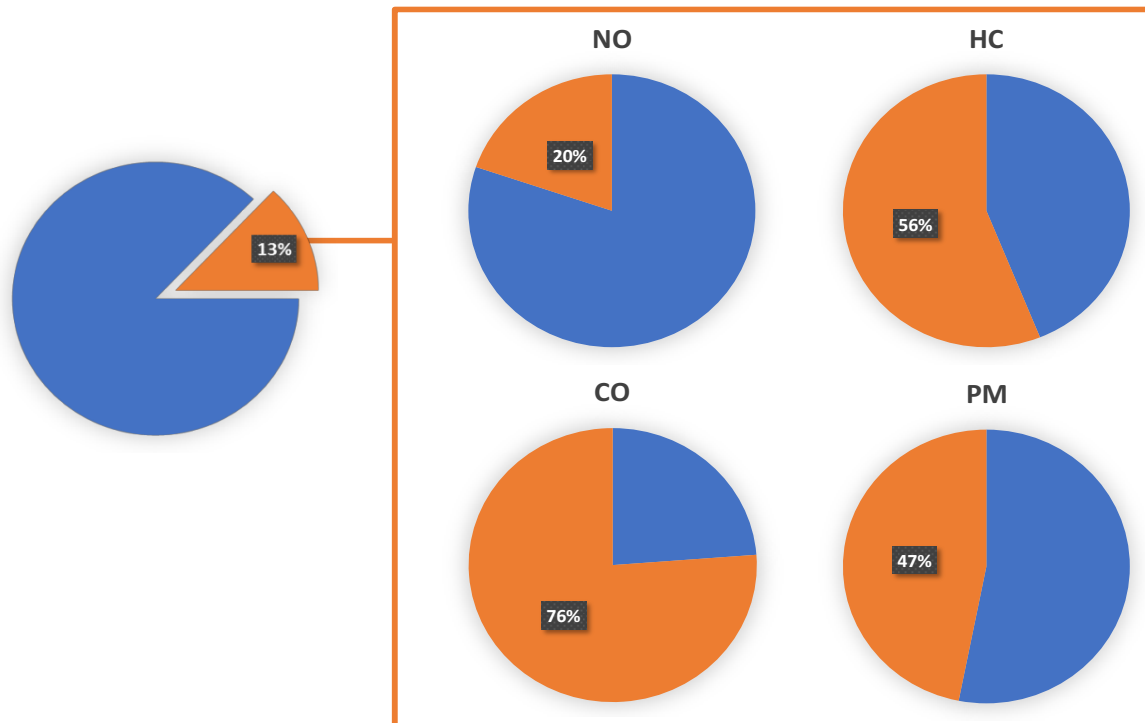
=> Proportion plus importante de NO<sub>2</sub> dans (jusqu'à 50-70% dans la bibliographie) les nouveaux véhicules diesel



## Identification des grands émetteurs

Pour chaque polluant, un classement des véhicules mesurés - du plus émissif au moins émissif - a été réalisé sur le parc total des voitures particulières

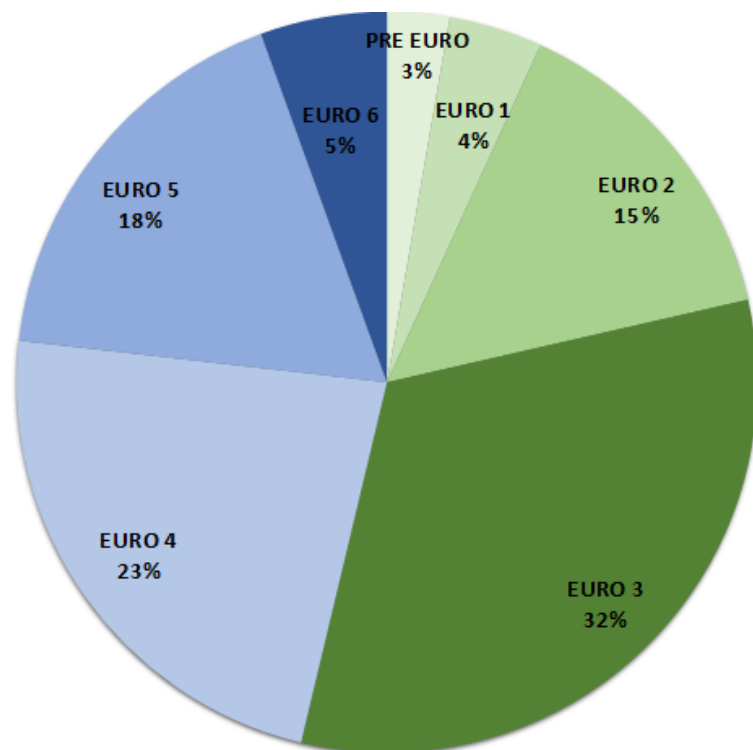
Les véhicules dits « grands émetteurs » ont été définis par le centile 5 pour chaque polluant



Pour chaque polluant :  
5% des véhicules les plus émetteurs sont responsables d'une grande majorité des émissions

Au total cela représente environ 13% du parc total de VP mesurées

## Identification des grands émetteurs



**47% de ces grands émetteurs concernant des véhicules relativement nouveaux (Euro 4-6)**

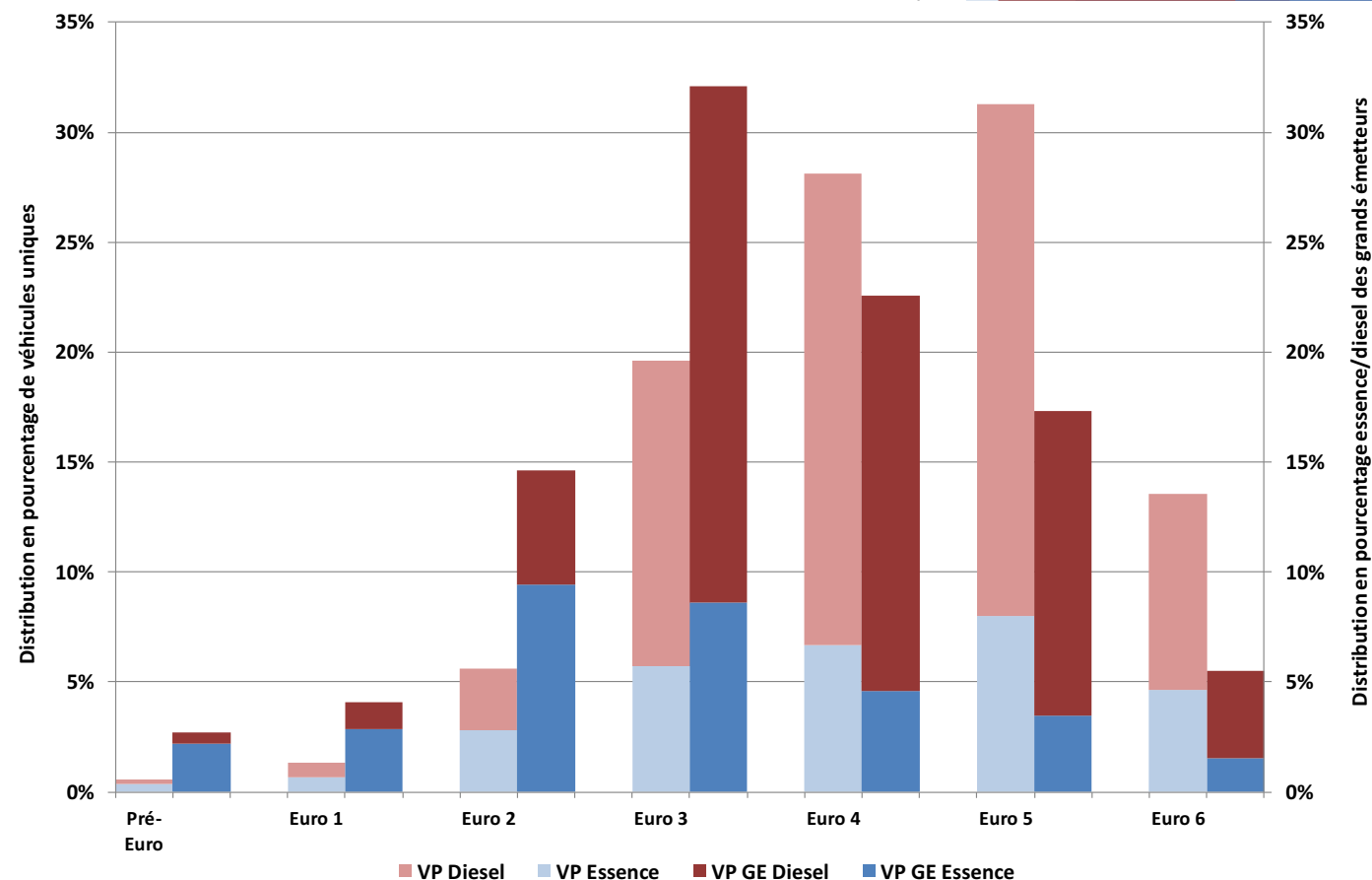
**Environ 66% de ces grands émetteurs sont des véhicules diesel et environ 33% sont des véhicules essence**

La distribution des grands émetteurs ne suit pas celle de la totalité du parc mesuré :

❑ le nombre de grands émetteurs n'est pas proportionnel au nombre de véhicules mesurés

❑ Proportion GE essence >> Diesel (Pré-Euro, Euro 1 et 2)

❑ Proportion GE Diesel >> Essence (Euro 3, 4, 5 et 6)



## Cas particulier : les bus

### Dépôt de bus Transpole :

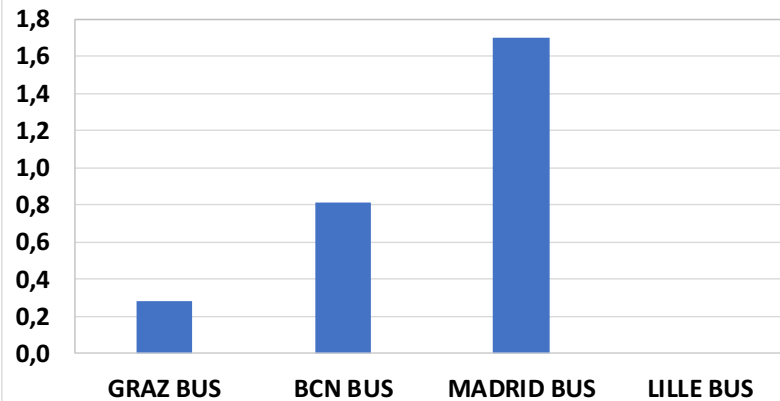
28 autobus avec données valides (62% GPL et 38% GN)

### Mesures en ville :

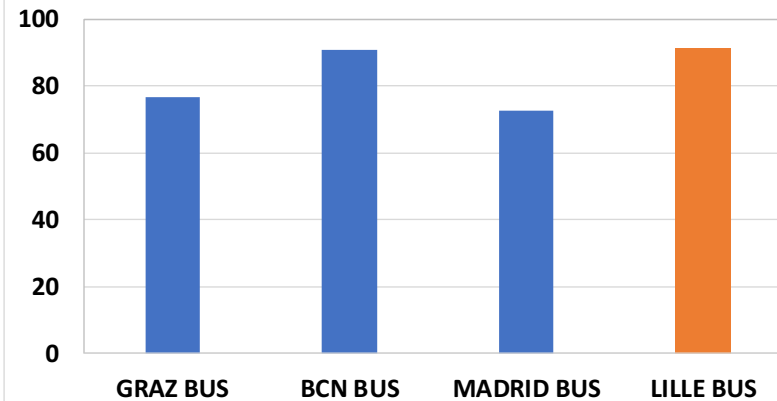
35 autobus avec données valides



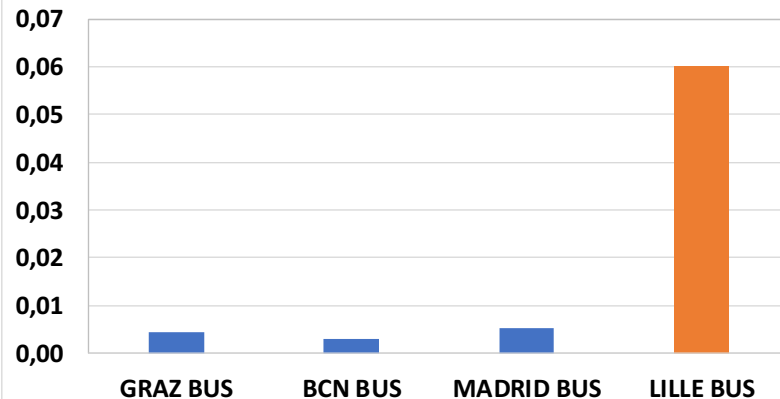
Bus - PM (g/Kg)



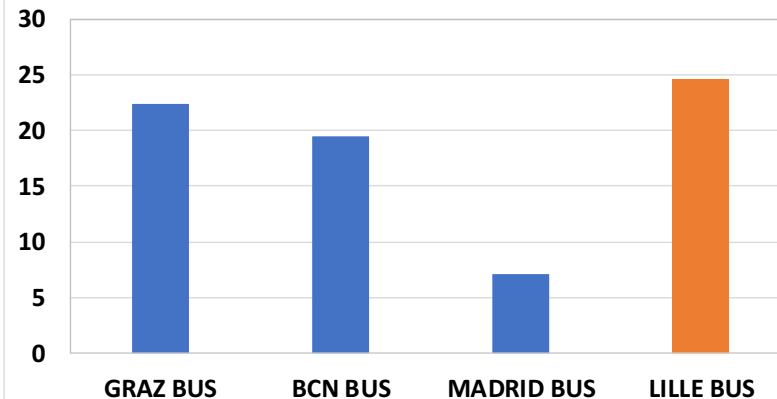
Bus - NO/CO2



Bus - CO/CO2



Bus - HC/CO2



En comparaison des autres campagnes RSD menées dans des dépôt de bus (Graz, Madrid, Barcelone), les émissions de NO, CO et HC sont plus fortes pour les bus lillois

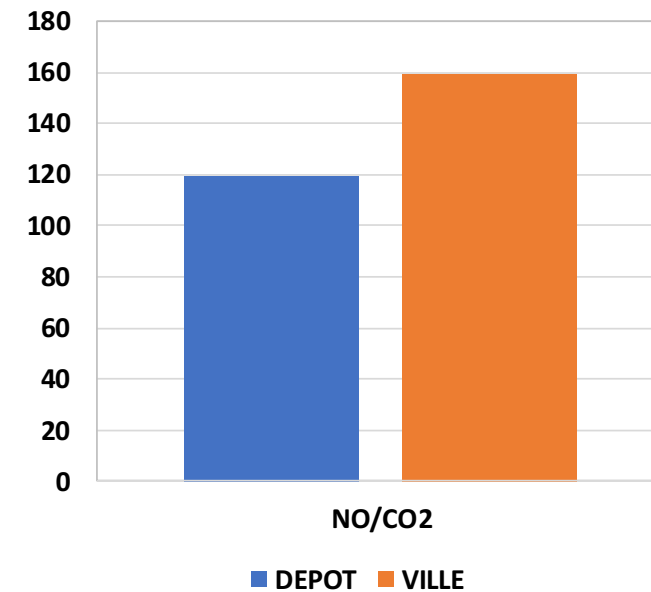
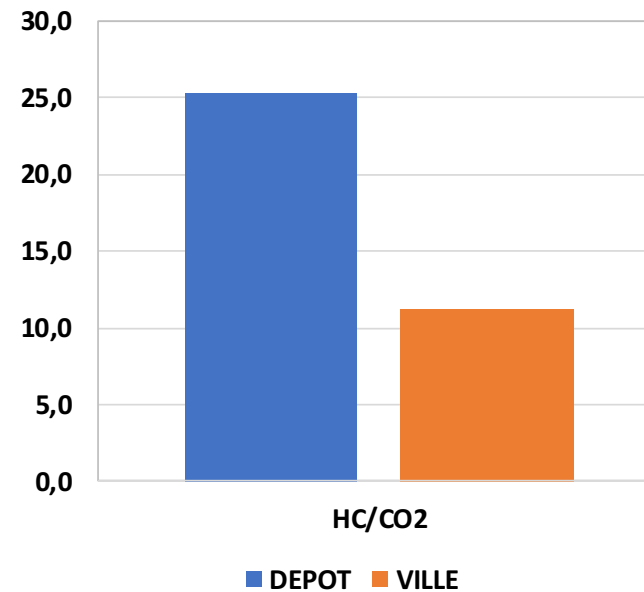
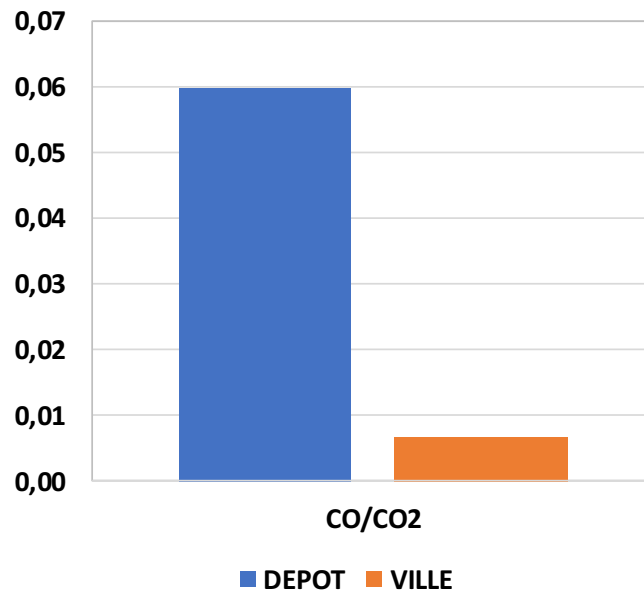
En revanche aucune particule en sortie de pot d'échappement n'est mesurée par le RSD pour les bus lillois

## Cas particulier : les bus

Surémissions des moteurs à froid ?

Au dépôt : 28 passages de bus

En ville : 35 passages de bus



CO et HC : Emissions dépôt (moteur à froid) >> Emissions ville (moteur à chaud)  
Mais pour le NO : Emissions ville (moteur à chaud) >> Emissions dépôt (moteur à froid)



## Gains économiques

Estimation du gain lié au renouvellement des grands émetteurs (13% du parc de VP) :

### ❑ Effets des polluants sur l'environnement et la santé

Exemple pour le NO :

$\sum_i [(émission\ NO_{GEi} - émission\ moyenne\ NO_{Parc})] \times conso_{GEi} \times km\ annuel\ moyen_{GEi} \times €NO_x\ (t/an)$

Renouvellement des grands émetteurs : **27 M€/an**

### ❑ Surconsommation de carburant

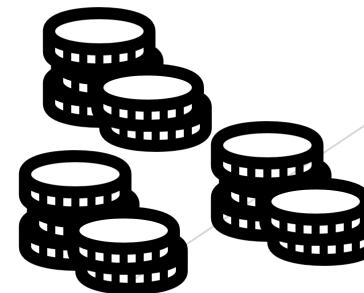
$\sum_i [(Fuel\ score_{GEi} - Fuel\ score\ médian_{Parc}) \times conso_{GEi}\ (L/km) \times km\ annuel\ moyen_{GEi}\ (km)] \times Prix\ moyen\ du\ carburant\ (€/L)$

Renouvellement des grands émetteurs: **4 M€/an**

*En considérant la totalité du parc de l'agglomération lilloise et en admettant que le parc de grands émetteurs corresponde à 13% du parc total, les économies réalisées seraient bien plus importantes.*



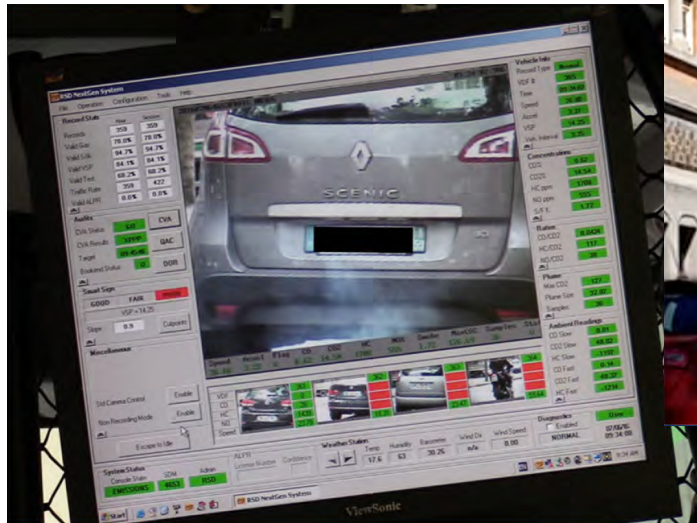
Au total, plus de  
**30 millions  
d'euros**  
d'économies par an



# Etude sociologique conduite en parallèle

Deux approches complémentaires :

- ✓ Une série d'entretiens auprès d'experts et de responsables dans le domaine de la qualité de l'air  
=> *Passation des entretiens en cours (environ une dizaine)*
- ✓ Une enquête de perception par questionnaire auprès de conducteurs dont les véhicules ont fait l'objet des mesures  
=> *Envoi du questionnaire par courrier (environ 3000 envois)*



Enquête de perception concernant la mesure des gaz d'échappement de votre véhicule



Durant le mois de juillet 2016 votre véhicule a été soumis à un dispositif de mesure à distance des émissions dans le cadre d'une campagne d'essais.

Ce système permet de mesurer en situation réelle les niveaux de certains des polluants émis par les véhicules directement en sortie du pot d'échappement.

Nous conduisons, en parallèle de ces mesures, un travail sociologique destinée à cerner l'intérêt de la population pour ce type de mesures, l'accueil qu'elles pourraient rencontrer et l'incitation qu'elles pourraient constituer en matière d'évolution des comportements si elles étaient utilisées à plus grande échelle.

Remplir ce questionnaire vous demandera environ 4 minutes. Les données collectées resteront anonymes.

Rincent Air et la Ville de Lille vous remercient de votre intérêt pour cette étude et de votre participation.

Pour plus d'informations : [www.google.fr](http://www.google.fr)

NEXT

Page 1 of 6

Never submit passwords through Google Forms.

# Potentialités du RSD

- Mesures d'un grand nombre de paramètres dynamiques (émissions, vitesse, accélération, VSP, etc.) sur environ 3000 véh/jour
- Acquisition d'un grand nombre de paramètres intrinsèques aux véhicules issus du SIV (catégorie, âge, norme, type de motorisation, type de carburant, cylindrée, etc.)

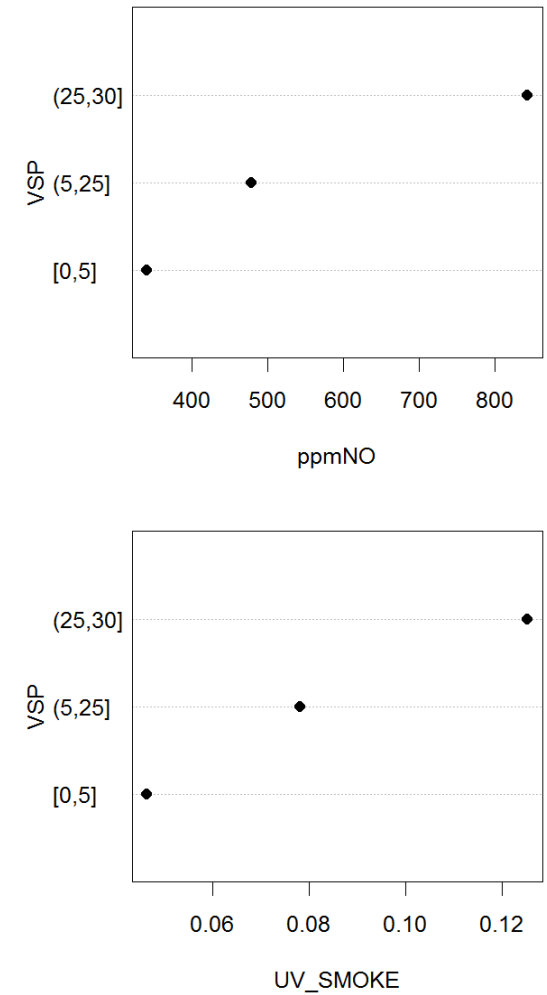
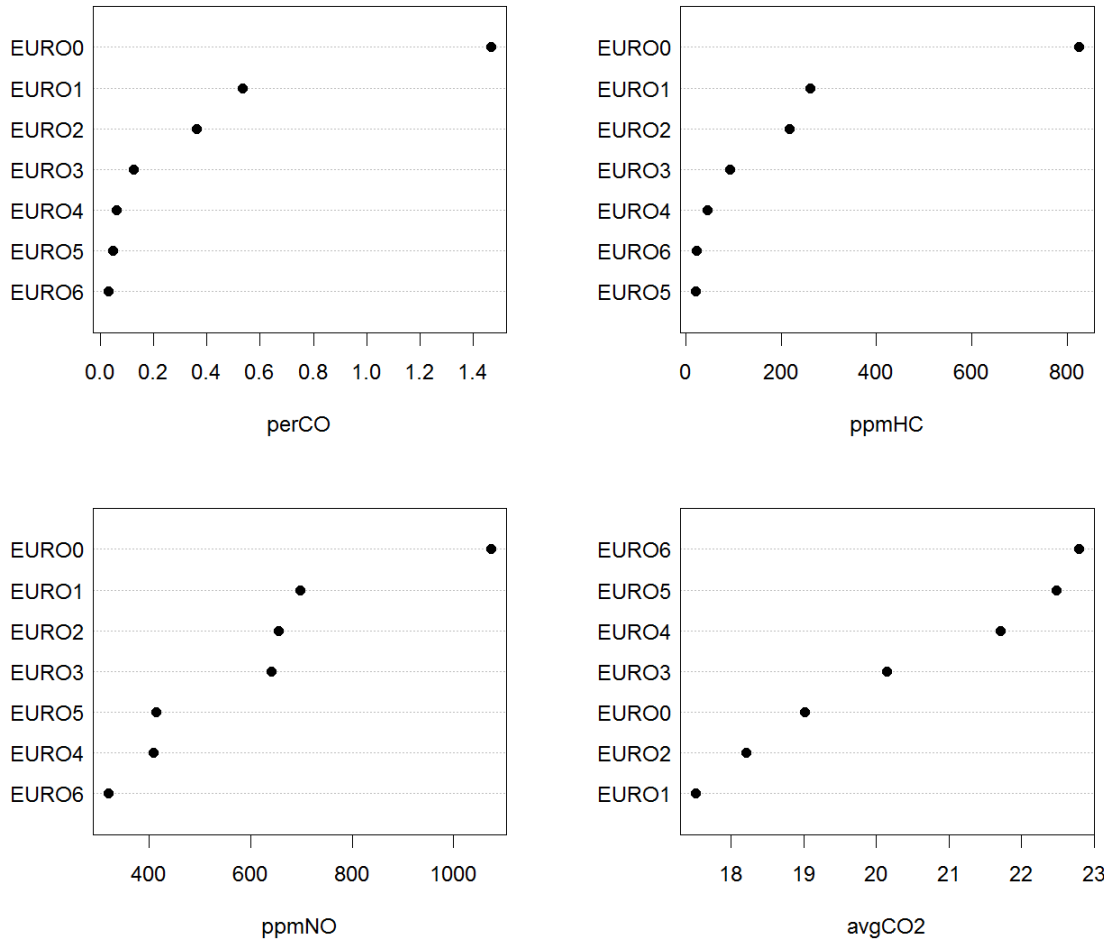
Plaque (RSD)	Plaque (SIV)	Marque	Genre	Carburant	Norme Euro	UNECE_CLASS	VITESSE	ACCELERATION	VSP	GAS_VALID	SA_VALID	CVA iAS_METHOD	SAMPLES	perCO	perCO2	ppmHC	ppmNO	avgCO2	maxCO2	UV_SMOKE	COCO2	HCCO2	NOCO2	CO_gpKg	CO2_gpKg	HC_gpKg	NO_gpKg	NO2_gpKg	
1009SC41	1009SC41	RENAULT	PC	ESSENCE	EURO3	M1	25,3939991	0,764999986	5,08	V	V	G	A	17	-0,0005	15,0508	85,0714	19,7746	41,1486	66,0911	-0,0099	0	5,6523	1,3139	0	3132,23455	3,89495	0,2806	0,43025
100CJ59	100CJ59	FORD	PC	DIESEL	EURO4	M1	37,29600143	3,444000006	16,12	V	V	G	A	42	0,0082	15,0231	20,9009	675,2555	23,81	46,6811	0,1559	0,0005	1,3913	44,9479	0,99867	3138,66771	0,71179	9,61885	14,74891
100CLZ59	100CLZ59	RENAULT	PC	DIESEL	EURO4	M1	40,81700134	1,850000024	12,38	V	V	G	A	28	-0,0036	15,038	57,0343	463,3362	21,656	42,1984	0,1922	-0,0002	3,7927	30,811	-0,39917	3136,34728	1,93892	6,58868	10,10265
101AG59	101AG59	RENAULT	LDV	DIESEL	EURO3	N1	28,53100014	0,953000009	9,45	V	V	G	A	21	0,0263	15,014	15,7956	570,8924	17,5659	36,0594	0,0794	0,0018	1,0521	38,0241	3,59127	3135,23457	0,53767	8,12826	12,46333
101AG59	101AG59	RENAULT	LDV	DIESEL	EURO3	N1	31,875	1,817999959	6,19	V	V	G	A	23	0,0156	15,0061	209,9124	842,2905	14,5284	24,0662	0,0413	0,001	13,9885	56,13	1,98139	3113,61069	7,09942	11,91593	18,27109
102CCJ59	102CCJ59	VOLKSWAGEN	PC	DIESEL	EURO4	M1	22,64900017	1,623999953	5,08	V	V	G	A	24	-0,012	15,0502	3,557	337,1304	14,6249	25,441	0,144	-0,0008	0,2363	22,4004	-1,60105	3144,9272	0,12113	4,80325	7,36498
102CTZ59	102CTZ59	DACIA	PC	DIESEL	EURO4	M1	20,7859993	-0,030999999	2,13	V	V	G	A	27	-0,0125	15,0587	62,6845	59,6866	32,6778	55,642	0,1473	-0,0008	4,1627	3,9636	-1,59729	3137,53081	2,12888	0,8479	1,30012
102DMN59	102DMN59	RENAULT	PC	ESSENCE	EURO4	M1	17,99300003	1,805999994	4,29	V	V	G	A	20	0,0015	15,0528	-17,6659	12,0263	11,5189	13,4476	-0,0086	0,0001	-1,1736	0,7989	0,20012	3144,75708	-0,81195	0,1713	0,26265
103BTC59	103BTC59	TOYOTA	PC	DIESEL	EURO3	M1	29,11700058	3,734999895	11,82	V	V	G	A	22	0,0982	14,9692	8,3963	387,7467	26,1819	58,2102	0,0609	0,0066	0,5609	25,9029	13,10907	3121,20677	0,28536	5,51238	8,45232
103DGH59	103DGH59	RENAULT	PC	ESSENCE	EURO4	M1	29,43199921	2,043999991	7,72	V	V	G	A	15	0,0024	15,054	-34,1677	-25,6145	30,0887	53,6373	-0,0038	0,0002	-2,2697	-1,7015	0,40047	3146,51282	-1,57116	-0,36503	-0,55971
103DGH59	103DGH59	RENAULT	PC	ESSENCE	EURO4	M1	42,26499939	1,340000033	11,03	V	V	G	A	16	0,0001	15,0485	183,2029	-10,0474	21,5717	51,0702	-0,0049	0	12,1741	-0,6677	0	3120,06674	8,35648	-0,14204	-0,2178
1049ZY59	1049ZY59	RENAULT	PC	DIESEL	EURO3	M1	21,47500038	3,194999933	7,68	V	V	G	A	33	0,0916	14,9422	388,28	954,276	15,7284	21,9034	0,4991	0,0061	25,9855	63,8645	11,94098	3076,13184	13,02938	13,3947	20,53854
104AGG59	104AGG59	AUDI	PC	DIESEL	EURO3	M1	36,52899933	3,456000009	14,77	V	V	G	A	20	0,0158	14,9588	15,3204	2319,627	27,3813	40,859	0,0522	0,0011	1,0242	155,0674	2,19623	3137,47787	0,52378	33,17185	50,86351
1057WQ62	1057WQ62	CITROEN	PC	DIESEL	EURO2	M1	24,33099937	3,782999992	11,21	V	V	G	A	26	-0,0001	15,0095	88,0128	1162,284	26,2028	62,3578	0,1268	0	5,8638	77,4363	0	3131,83846	2,99341	16,53532	25,35415
105CBN59	105CBN59	RENAULT	PC	ESSENCE	EURO4	M1	36,45000076	0,626999974	5,28	V	V	G	A	8	0,1315	14,9588	-64,686	74,2314	15,9663	34,5598	0,0128	0,0088	-4,3243	4,9624	17,49146	3123,47467	-2,97151	1,05681	1,62045
106AWZ59	106AWZ59	VOLKSWAGEN	PC	ESSENCE	EURO3	M1	27,86100006	1,991999984	7,17	V	V	G	A	16	0,8265	14,4288	112,3149	813,1636	17,5713	30,078	-0,111	0,0573	7,7841	56,3571	107,91261	2959,45816	5,06808	11,37181	17,43677
106AWZ59	106AWZ59	VOLKSWAGEN	PC	ESSENCE	EURO3	M1	29,82799911	0,629999995	4,25	V	V	G	A	23	0,0266	15,0327	23,8263	36,5702	15,9245	22,4363	0,0184	0,0018	1,585	2,4327	3,59012	3134,23486	1,09291	0,51986	0,79712
1070VS86	1070VS86	RENAULT	PC	DIESEL	EURO4	M1	25,6420002	0,583999991	3,51	V	V	G	A	14	0,1721	14,919	-73,0594	380,808	12,7487	19,234	0,0502	0,0115	-4,8971	25,5251	22,80475	3116,17724	-2,48742	5,42323	8,31562
1078YJ59	1078YJ59	FORD	PC	ESSENCE	EURO4	M1	26,39500046	3,457999945	10,07	V	V	G	A	25	-0,0067	15,0585	-0,7141	23,3327	53,7062	0,0006	-0,0004	0,1943	-0,0474	-0,80023	3143,74814	0,13438	-0,01016	-0,01558	
107CRK59	107CRK59	CITROEN	PC	DIESEL	EURO4	M1	41,43700027	0,910000026	9,28	V	V	G	A	10	0,0121	15,0428	26,1392	41,6197	24,0624	46,8021	0,0818	0,0008	1,7376	2,7667	1,59706	3137,07689	0,88851	0,59177	0,90739
1084WX62	1084WX62	PEUGEOT	PC	DIESEL	EURO4	M1	22,61199951	5,747000217	13,21	V	V	G	A	48	0,2926	14,8159	22,1651	767,7609	32,0728	62,3187	0,2334	0,0197	1,496	51,802	38,60483	3079,42831	0,75091	10,88022	16,68301
1088MF59	1088MF59	HYUNDAI	PC	DIESEL	EURO3	M1	19,58600044	4,193999767	8,65	V	V	G	A	30	0,2311	14,8758	268,5564	117,3375	17,1783	27,9677	0,3326	0,0155	18,0532	7,8878	30,20465	3062,22293	9,01112	1,64688	2,52521
1088WX59	1088WX59	BMW	PC	DIESEL	EURO3	M1	24,28199959	3,710999966	9,77	V	V	G	A	41	0,004	15,0463	2,8633	124,3502	31,2083	83,433	0,0014	0,0003	0,1903	8,2645	0,59975	3141,55597	0,09745	1,77023	2,71435
108DGS59	108DGS59	CITROEN	PC	DIESEL	EURO4	M1	34,16899872	1,712000012	9,69	V	V	G	A	14	-0,0039	15,0495	32,2507	171,9577	23,5425	57,2786	0,1017	-0,0003	2,143	11,4262	-0,59941	3139,76197	1,09675	2,44606	3,75063
1090ZJ59	1090ZJ59	RENAULT	PC	ESSENCE	EURO2	M1	35,18099976	3,405999899	15,23	V	V	G	A	30	0,2419	14,8577	126,3081	525,5746	22,3544	45,9728	0,0216	0,0163	8,5012	35,3738	31,91695	3077,00698	5,75482	7,42128	11,37929
1108BL59	1108BL59	RENAULT	PC	DIESEL	EURO3	M1	43,23099899	4,070000172	19,89	V	V	G	A	48	0,0021	15,0318	31,3769	543,5092	18,9816	34,4387	0,1265	0,0001	2,0874	36,1572	0,19973	3138,61236	-1,0679	7,73751	11,86418
1108LY59	1108LY59	CITROEN	PC	DIESEL	EURO3	M1	36,41799927	3,963000059	15,6	V	V	G	A	30	0,0158	15,0006	59,6405	1116,779	17,6136	53,4034	0,1977	0,0011	3,9759	74,4489	2,19236	3131,94064	2,02972	15,89792	24,37682
111CSM59	111CSM59	FIAT	PC	DIESEL	EURO4	M1	38,18399811	2,259999999	12,68	V	V	G	A	25	0,0114	15,0102	248,3407	780,1359	15,8477	22,889	0,8043	0,0008	16,5448	51,9738	1,58302	3109,50189	8,38571	11,01904	16,89587
1130ZL59	1130ZL59	AUDI	PC	DIESEL	EURO2	M1	30,0739994	3,160000086	10,89	V	V	G	A	20	0,0469	14,9352	58,5077	2319,382	22,1753	31,1772	0,2437	0,0031	3,9174	155,2959	6,16639	3125,82005	1,99595	33,0973	50,74919

⇒ **Traitement statistique** afin de mettre en évidence des liens entre les paramètres et la variabilité des émissions d'un véhicule (en cours)



# Potentialités du RSD

## Traitement statistique : premiers résultats





## Nouveautés :

- ❑ Mesure directe du  $\text{NO}_2$  afin de réduire l'incertitude liée aux hypothèses de calculs, notamment au ratio  $\text{NO}/\text{NO}_2$  et de caractériser beaucoup plus finement les émissions de  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$  et  $\text{NO}_x$  en fonction des caractéristiques des véhicules
- ❑ Mesure du  $\text{NH}_3$  afin d'obtenir des données scientifiques plus récentes permettant de caractériser le phénomène de formation des particules fines et ultrafines en ville (particules organiques secondaires)

## Développement envisagés :

- ❑ Développement d'un radar pédagogique « qualité de l'air » similaire à un radar pédagogique de vitesse



## Projet en cours :

Appel d'offre pour une étude internationale

### Objectif principal :

Mesures des émissions des véhicules en conditions réelles à Paris, Londres et Berlin

### Attendus :

100 000 véhicules (émissions validées) pour chacune des 3 villes

Réponse de Rinent Air en partenariat avec Opus (fournisseur Accuscan), Ricardo (opérateur Londres) et un bureau d'étude autrichien (opérateur Berlin)



Réponse de Rinent Air en partenariat Hager (fournisseur Edar)



Hager Environmental & Atmospheric Technologies

