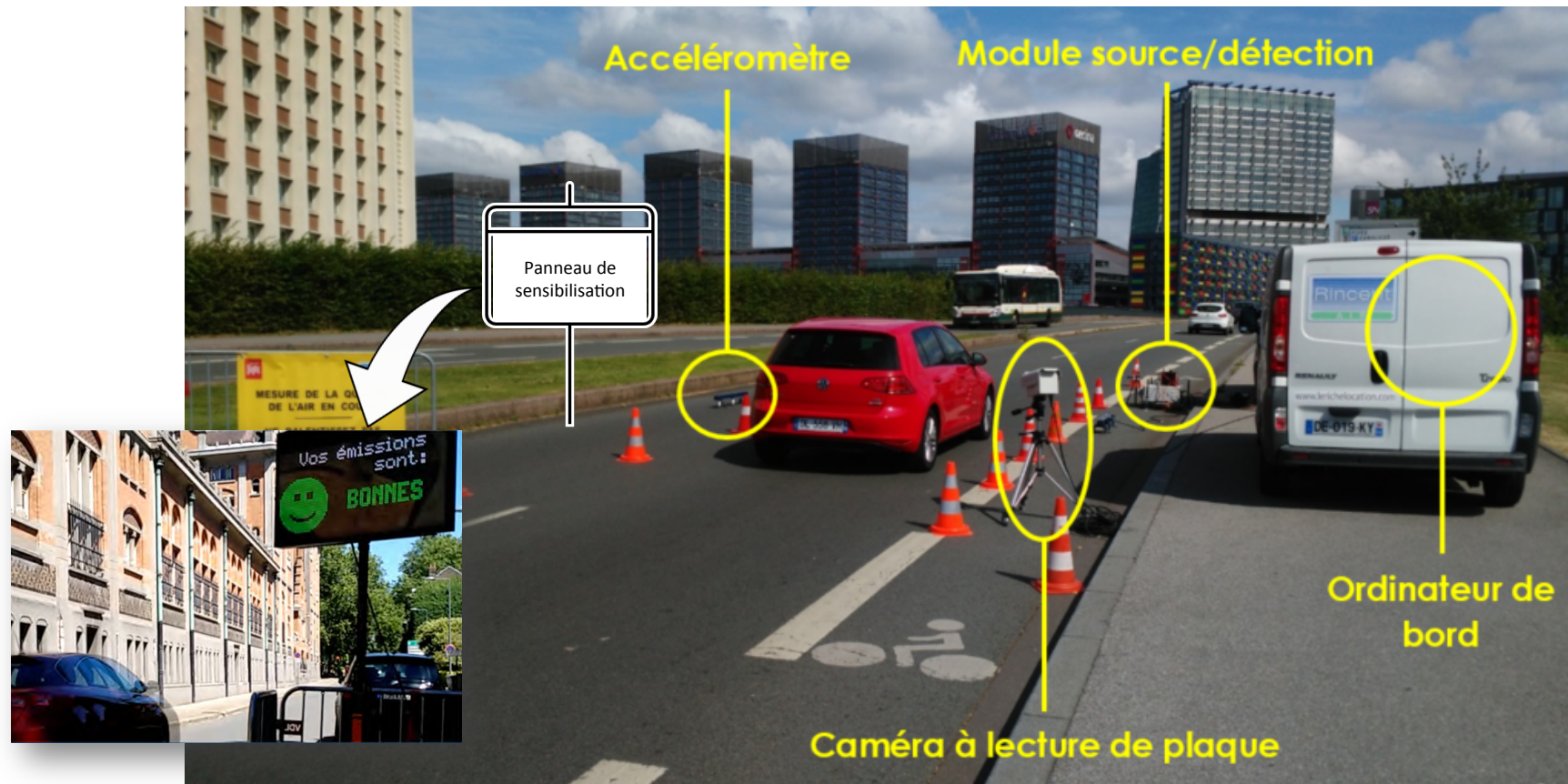


MESURES DES ÉMISSIONS DE VÉHICULES EN CONDITIONS RÉELLES DE CIRCULATION PAR LA TECHNOLOGIE RSD (RADAR POLLUTION)

*Etude réalisée pour le compte d'Atmo Sud, en
partenariat avec l'IFPEN*

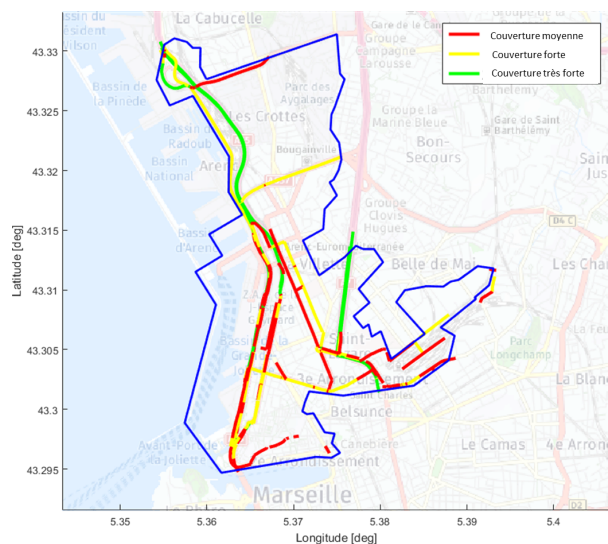




Sélection initiale : 4 sites de mesure dans le quartier Euroméditerranée

- ⇒ Contraintes techniques
- ⇒ Contraintes de sécurité
- ⇒ Données de trafic disponibles
- ⇒ Données GECO Air (IFPEN) disponibles (à des fins de comparaison)

Sélection finale : 1 site de mesure
Campagne de mesure de 5 jours



Total des mesures pendant la campagne :

- 29 066 panaches mesurés
- 22 022 mesures de panaches validées
- **20 200 véhicules mesurés (après SIV)**
- 17 210 véhicules uniques

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 minéralogiques
- Conditions météorologiques (pluie)
- Fréquence de l'étalonnage de l'instrument
- Taux de véhicules étrangers

Vitesse moyenne calculée sur l'ensemble des véhicules échantillonnés : **39,3 km/h**

Distribution par type de véhicule :

- 87,5 % de VP
- 10,6 % de VUL
- 1,7 % de 2R
- 0,2 % de PL

Distribution des VP par type d'énergie :

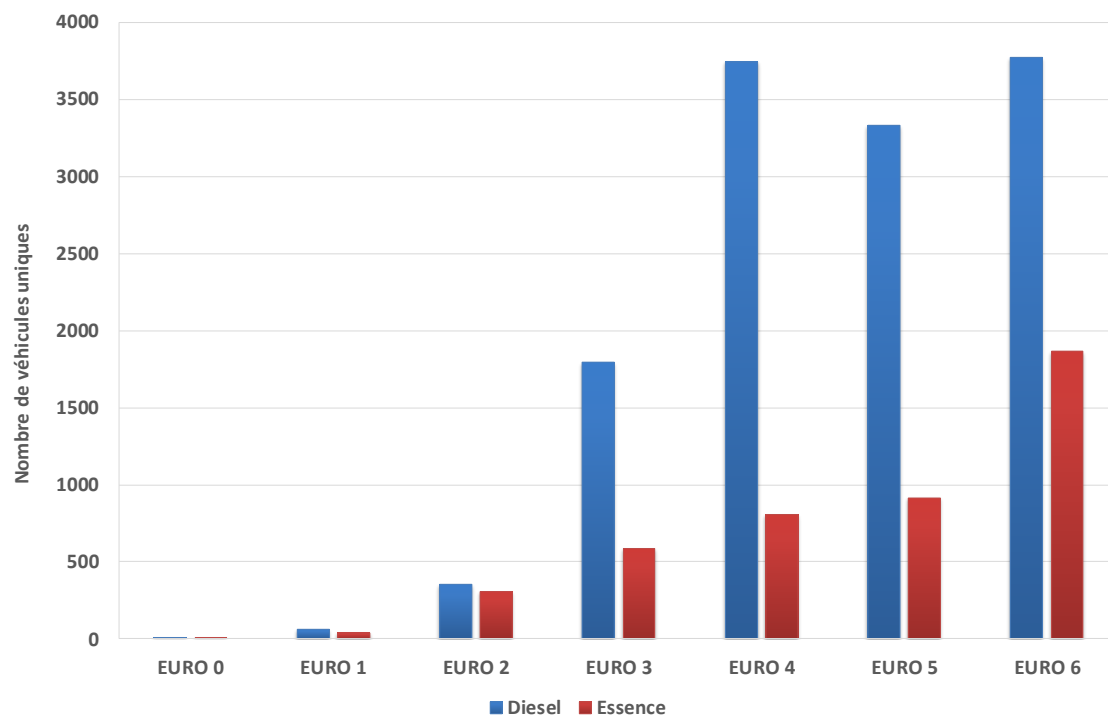
- 72,4 % Diesel
- 27,3 % Essence
- 0,3 % Autres

Distribution des VUL par type d'énergie :

- 98,6 % Diesel
- 1,2 % Essence
- 0,3 % Autres

Parc échantillonné dominé par les trois constructeurs français :

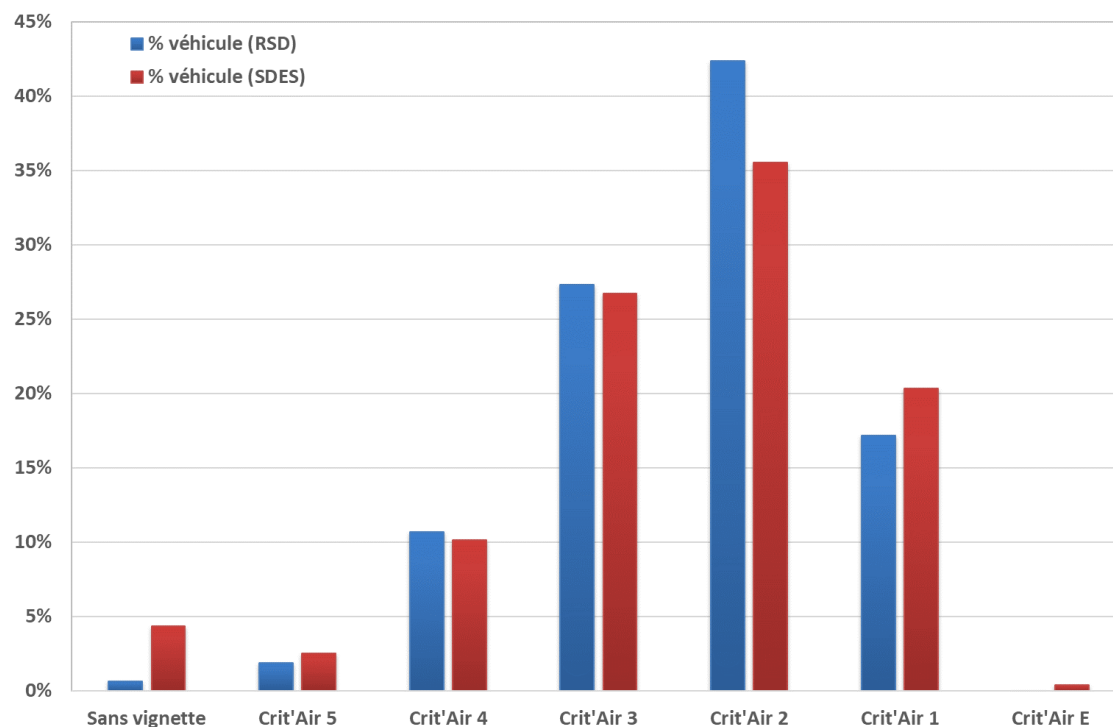
- Renault : 4333 véhicules
- Peugeot : 3068 véhicules
- Citroën : 2195 véhicules
- Volkswagen : 1374 véhicules...



La figure ci-contre permet d'analyser les tendances :

- **Dieselisation importante du parc roulant** à partir de la norme Euro 3 (début des années 2000), en constante augmentation par rapport aux véhicules à moteur essence, jusqu'à la norme Euro 5.
- **Inversion de cette tendance** pour les voitures particulières les plus récentes (norme Euro 6).

L'évolution de ces valeurs est par ailleurs en cohérence avec les données du CCFA concernant la part du diesel dans les ventes de voitures particulières en France.



Comparaison indicative entre :

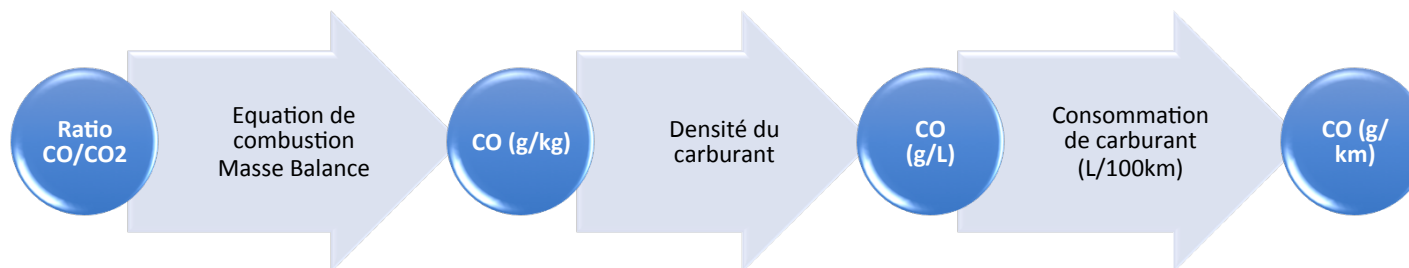
- Les véhicules particuliers mesurés par Rincet Air sur **1 site de mesure dans le quartier Euromed**
- Les données estimées par le SDES sur **l'ensemble des véhicules particuliers présents dans les communes de la Métropole Aix-Marseille-Provence** en 2019

Répartition cohérente entre les VP mesurés par le RSD (environ 15 000) et celle provenant de l'échantillon plus important à l'échelle du territoire (environ 120 000)

- ⇒ Traduit une bonne représentativité du parc roulant de véhicules identifiés
- ⇒ Intérêt de ce type de mesure dans le cadre de la mise en place de la ZFE-m sur le territoire marseillais

Des émissions mesurées aux facteurs d'émissions réels

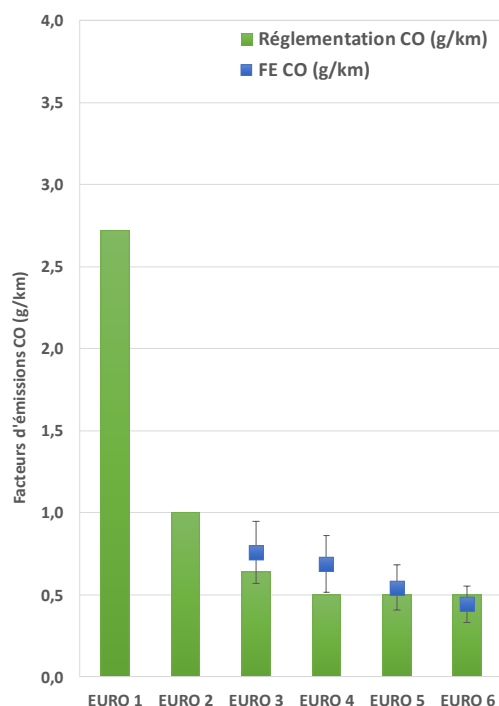
Mesures RSD dans le quartier Euromed à Marseille (13)



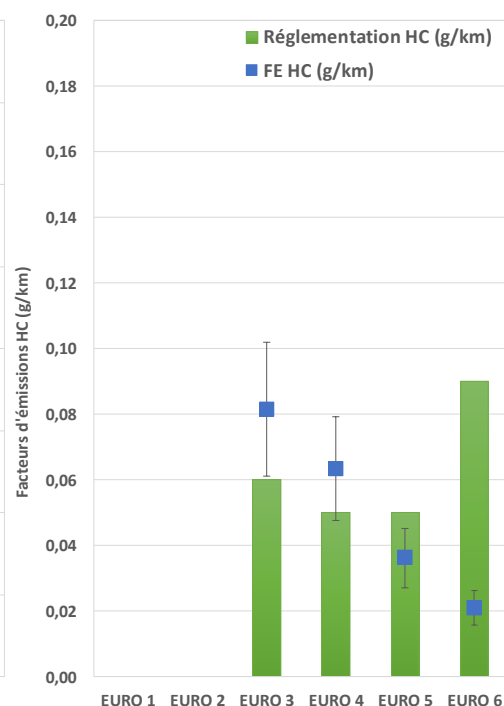
Facteurs d'émissions à l'instant t (en conditions réelles) sur plusieurs milliers de véhicules

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

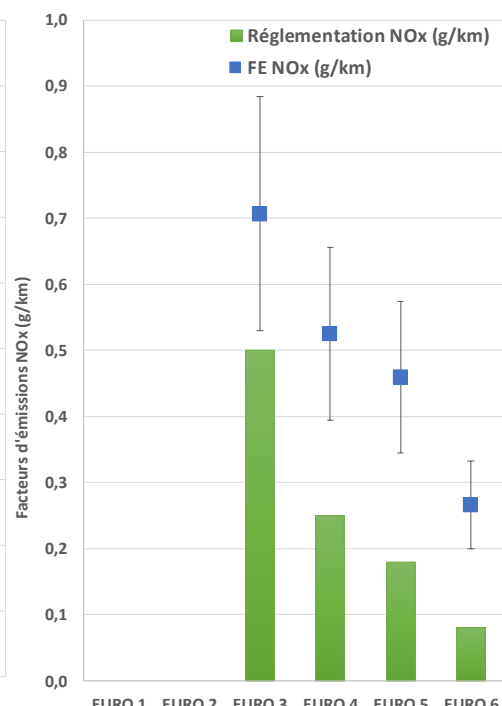




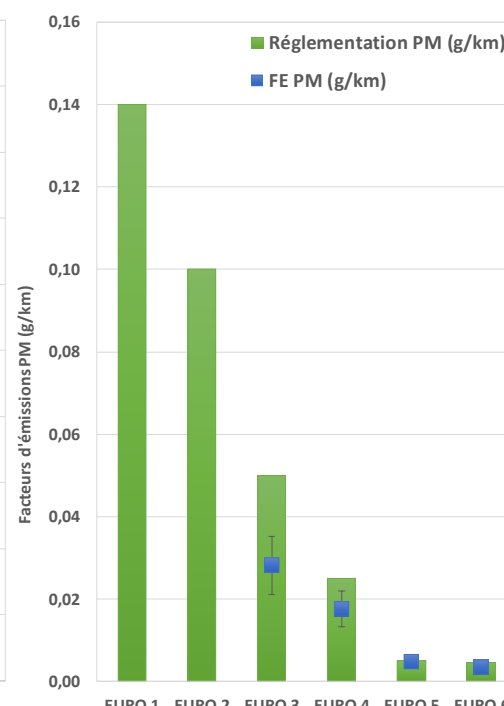
Facteurs d'émissions moyens CO par norme Euro



Facteurs d'émissions moyens HC par norme Euro



Facteurs d'émissions moyens NOx par norme Euro

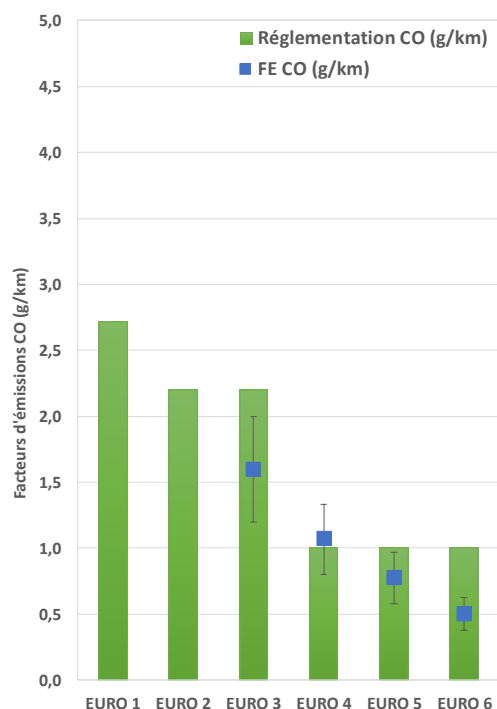


Facteurs d'émissions moyens PM par norme Euro

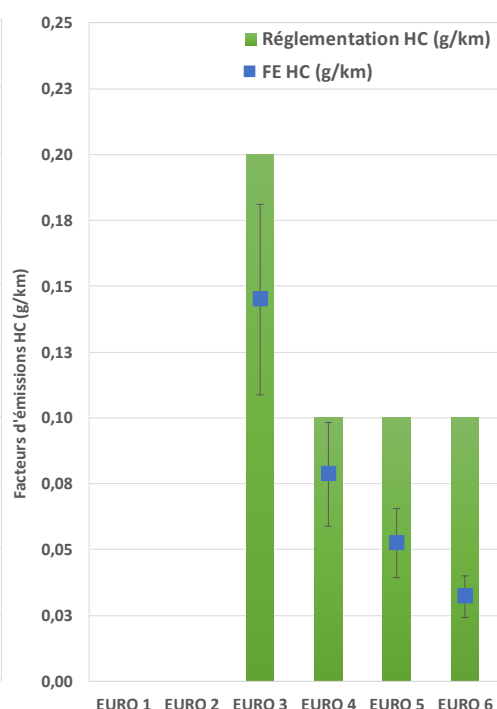
- ⇒ Réduction des FE moyens de CO (-42 % et HC (-88 %) : respect des seuils réglementaires désormais pour les Euro 5 (HC) et les Euro 6 (CO et HC)
- ⇒ Diminution progressive des FE moyens de NO_x mais dépassements systématiques des seuils et creusement de l'écart au fur et à mesure des restrictions
- ⇒ Diminution importante des FE moyens de PM entre Euro 3 (début des FAP) et Euro 5 (FAP systématique) : respect des seuils pour les Euro 6

Comparaison FE RSD / réglementation pour les VP essence

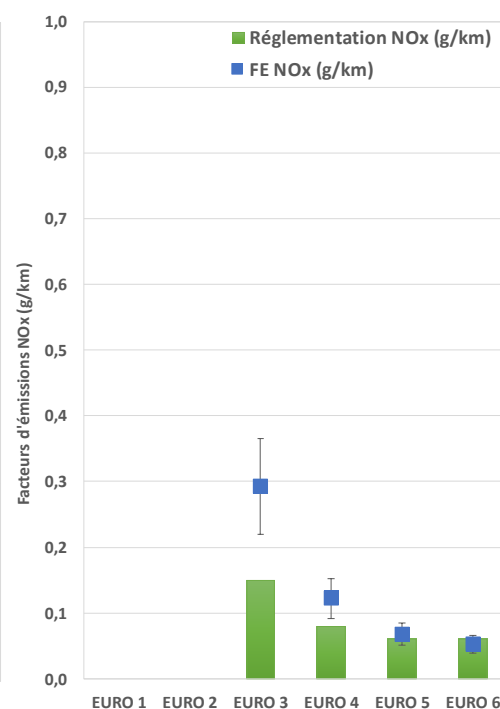
Mesures RSD dans le quartier Euromed à Marseille (13)



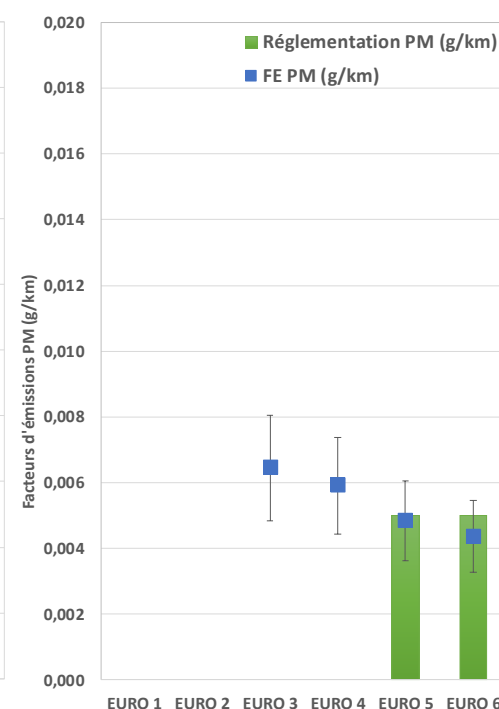
Facteurs d'émissions moyens CO par norme Euro



Facteurs d'émissions moyens HC par norme Euro



Facteurs d'émissions moyens NOx par norme Euro

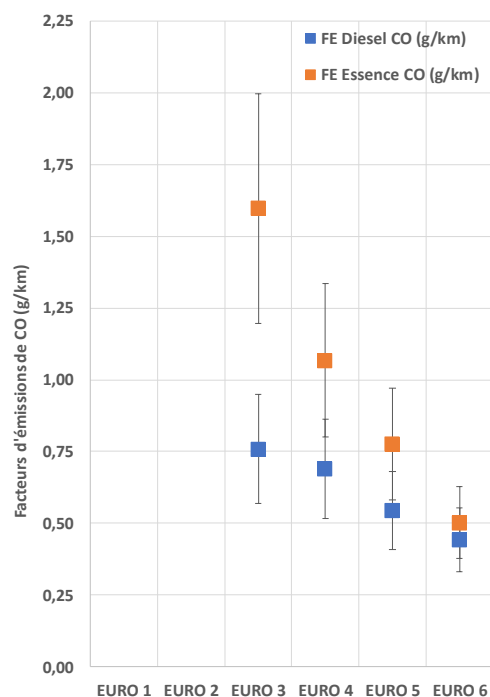


Facteurs d'émissions moyens PM par norme Euro

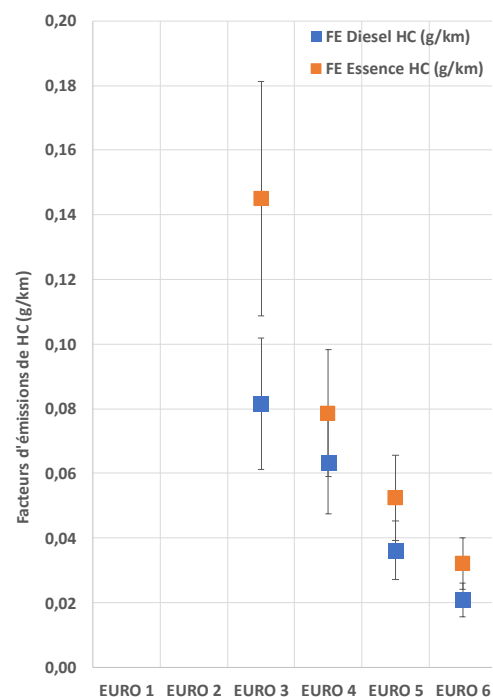
- ⇒ Réduction significative des FE moyens de CO (-69 %), HC (-94 %) et NOx (-87 %) : pots catalytiques dès les années 90 + amélioration technologique
- ⇒ Respect réglementaire pour CO et HC, dépassement pour les NOx jusqu'à Euro 5 (respect des seuils pour les Euro 6)
- ⇒ FE moyens de PM faibles pour les véhicules essence, respect des valeurs seuils (existants seulement pour les VP en injection directe en mélange pauvre)

Comparaison FE RSD entre VP essence / VP diesel

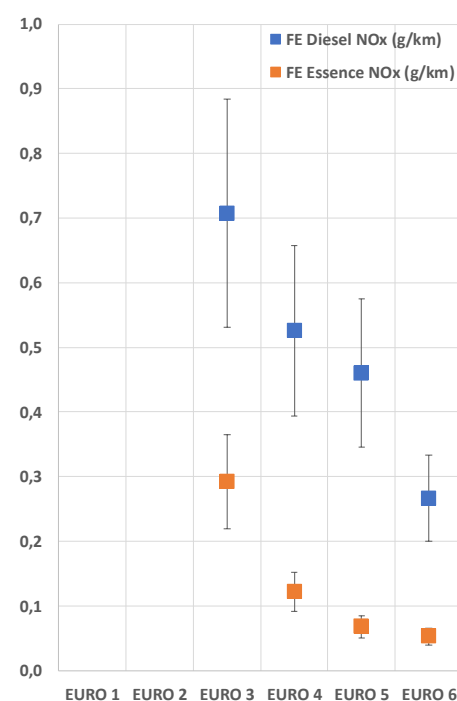
Mesures RSD dans le quartier Euromed à Marseille (13)



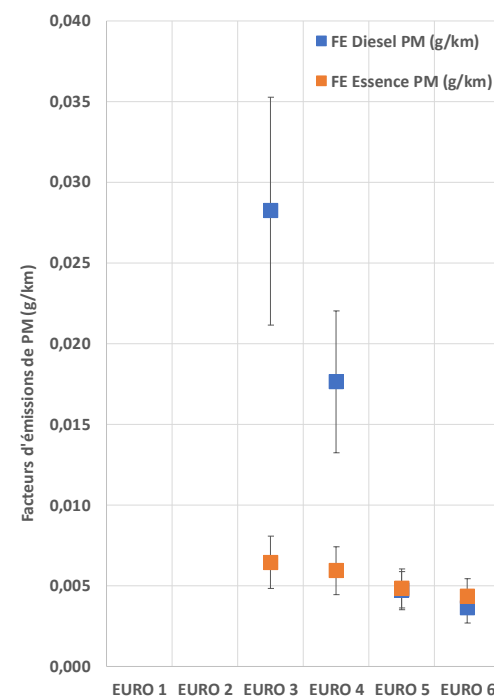
Facteurs d'émissions moyens CO par norme Euro



Facteurs d'émissions moyens HC par norme Euro



Facteurs d'émissions moyens NOx par norme Euro



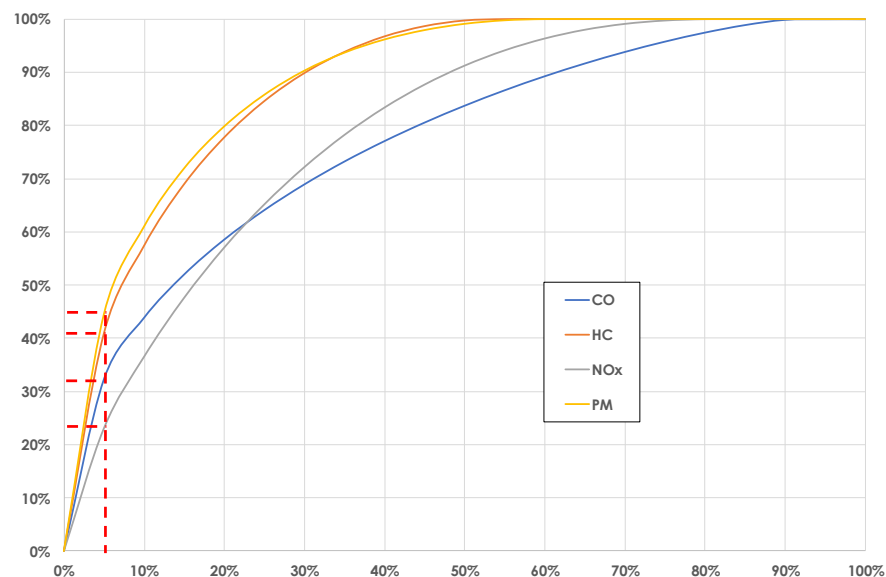
Facteurs d'émissions moyens PM par norme Euro

- ⇒ Historiquement CO/HC essence >> CO/HC diesel => réduction des écarts au fil des normes Euro (réduction essence > réduction diesel)
- ⇒ Historiquement PM diesel >> PM essence => réduction significative des écarts avec l'apparition des FAP
- ⇒ Historiquement NOx diesel >> NOx essence => malgré une réduction importante pour les Euro 6 diesel (post scandale) l'écart reste significatif

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.

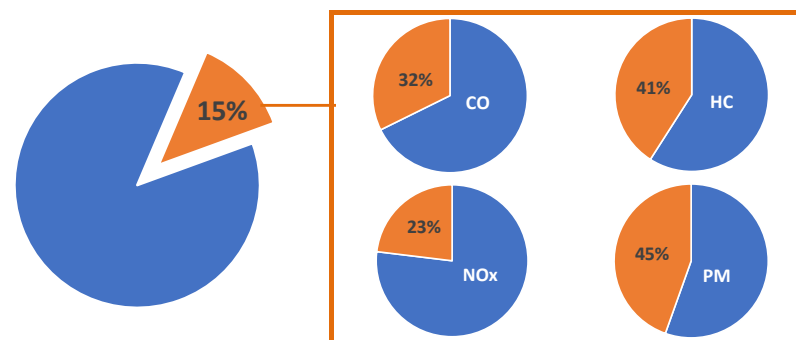
Les véhicules dits « **grands émetteurs** » ont été définis par le centile 5 pour chaque polluant.



Mesures RSD dans le quartier Euromed à Marseille (13)

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

Au total cela représente environ **15 % du parc total de véhicules particuliers mesurés**

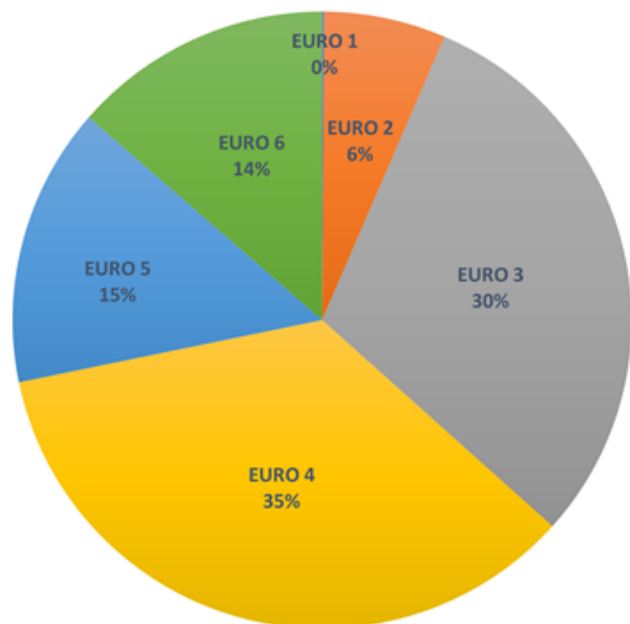


Identification des « grands émetteurs »

Mesures RSD dans le quartier Euromed à Marseille (13)

Les véhicules **les plus anciens** (normes Euro 1 à 4) représentent presque les trois quarts (**72 %**) des **grands émetteurs**.

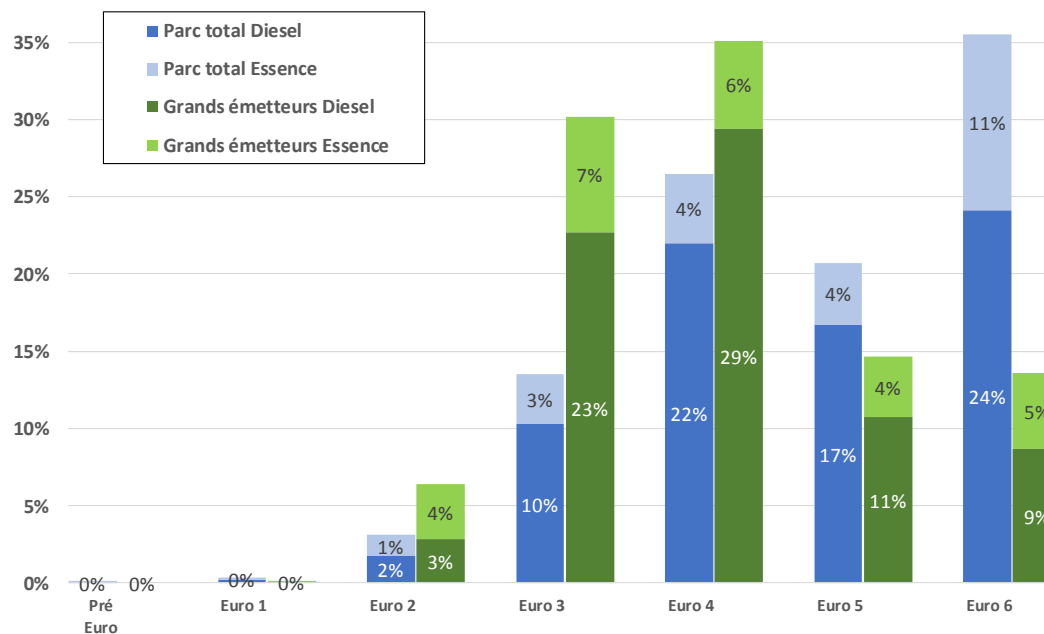
Les véhicules **les plus récents** (norme Euro 6) constituent néanmoins environ **14 %** des **grands émetteurs**.



Comparaison entre la distribution du parc total et des grands émetteurs selon la norme Euro (diesel/essence) :

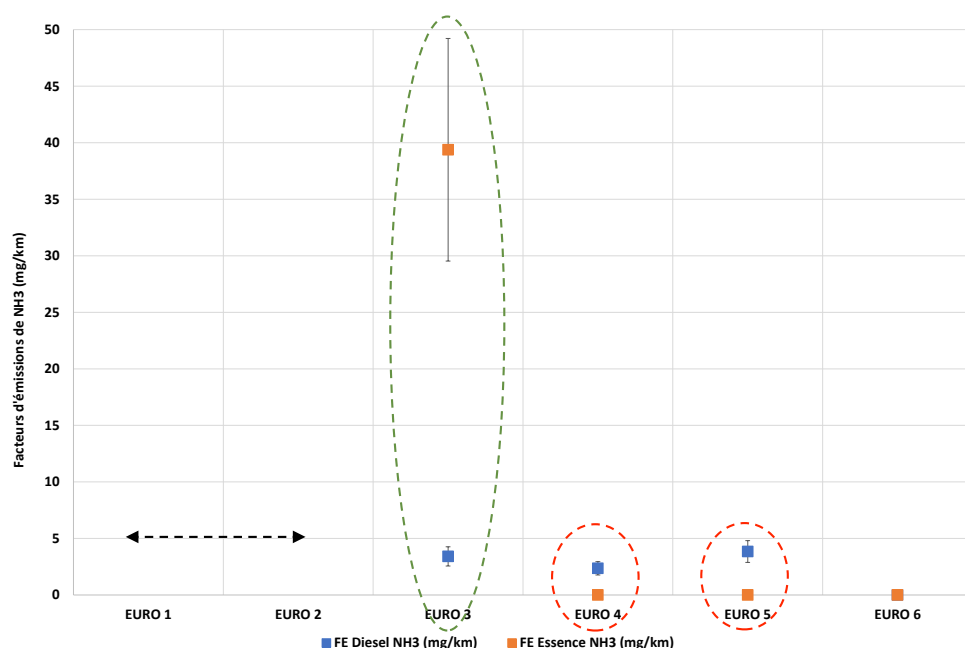
⇒ La **distribution des grands émetteurs ne suit pas celle du parc global** ce qui signifie que le **nombre de grands émetteurs n'est pas proportionnel au nombre de véhicules mesurés**.

⇒ Les **véhicules grands émetteurs de norme Euro 4 sont les plus importants** du parc (35 %) tandis que le **nombre de véhicules échantillonnés le plus important concerne les véhicules Euro 6** (environ 35 %).



Cas particulier : mesure de l'ammoniac (NH₃)

Mesures RSD dans le quartier Euromed à Marseille (13)



⇒ FE moyens de NH₃ très faibles et similaires pour les VP essence et diesel de norme Euro 6 (contrairement aux croyances actuelles)

⇒ Concernant les véhicules de norme Euro 4 et Euro 5, les FE moyens des véhicules diesel sont légèrement supérieurs à ceux des véhicules essence

⇒ Concernant les véhicules les plus anciens du parc échantillonné (norme Euro 3), les **résultats s'inversent fortement** : le facteur d'émissions moyen de NH₃ des véhicules essence est environ 8 fois plus élevé que les véhicules diesel

⇒ « Les catalyseurs trois voies augmentent leur production de NH₃ à mesure qu'ils vieillissent [...] À mesure que le vieillissement se poursuit et que les catalyseurs commencent à perdre leur activité catalytique, la production de NH₃ diminue à nouveau » (ICCT, 2019)

⇒ Le manque de données sur les véhicules essence Euro 1 et Euro 2 ne permet pas de vérifier ces conclusions de l'ICCT sur l'échantillon mesuré à Marseille (durée de vie pot catalytique sur un véhicule essence ≈ 80 000 km)

- Développement d'un **radar pédagogique « qualité de l'air »** similaire à un radar pédagogique de vitesse
- **Développer la mesure du NH_3** dans différents types de villes (grande métropole, ville moyenne, villes du sud, villes du nord) afin d'obtenir des données scientifiques plus complète et récentes permettant de caractériser le phénomène de formation des particules fines et ultrafines en ville (particules organiques secondaires)
- Optimiser la **détection des poids lourds fraudeurs** aux systèmes anti-pollution
- Acquisition d'un grand nombre de paramètres dynamiques (émissions, vitesse, accélération...) et de paramètres intrinsèques aux véhicules issus du SIV (catégorie, âge, norme, type de motorisation, type de carburant, cylindrée...) => **Traitement statistique pour caractériser localement les paramètres jouant un impact significatif** dans les variations d'émissions en conditions réelles
- **Lien avec les ZFE** (possible point de contrôle, amélioration des connaissances du parc local circulant, des émissions en conditions réelles, intérêt communicationnel...)

