

## Les déplacements dans l'espace métropolitain



### L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DES DÉPLACEMENTS

Flux de marchandises ou déplacements de personnes, le secteur des transports est un des principaux contributeurs aux émissions polluantes : **gaz à effet de serre, oxydes d'azote, particules en suspension, etc.**

**Un enjeu climatique.** Chaque année, les Bucco-Rhodaniens émettent près de 2 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>, seulement pour se déplacer. C'est l'équivalent de dix années de chauffage pour une ville de la taille d'Aix en Provence.

**Un enjeu sanitaire.** La mauvaise qualité de l'air, en grande partie imputable aux transports, est à l'origine de 40 000 décès prématurés chaque année en France. C'est dix fois plus que les accidents de la route.

Quels sont les déplacements qui contribuent le plus à la pollution ? Qui sont les habitants les plus pollueurs, les plus exposés ? Quelles sont les alternatives pour polluer moins ? Autant de questions auxquelles ce numéro de *Focus* tente d'apporter des éléments de réponses chiffrés et illustrés.

*Les émissions polluantes des déplacements : un enjeu local et métropolitain (pages 2 et 3).*

Les déplacements internes aux pôles urbains et les déplacements d'échange métropolitains ont des caractéristiques très contrastées. Lesquels contribuent le plus aux émissions polluantes ?

*Zone de résidence et statut des individus : des facteurs déterminants (pages 4 et 5).*

Citadins ou périurbains, qui sont les individus les plus contributeurs aux émissions polluantes ? Quel est l'impact de leur activité ?

*La voiture : évolutions et alternatives pour le mode de déplacements le plus polluant (pages 6 et 7)*

La contrainte des normes européennes et l'apport de la technologie tendent à rendre les véhicules moins polluants. Est-ce suffisant au regard des objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre et d'amélioration de la qualité de l'air ?

# Les émissions polluantes des déplacements : un enjeu local et métropolitain

Les émissions polluantes sont concentrées dans les centres des pôles urbains et le long des grands corridors de déplacements

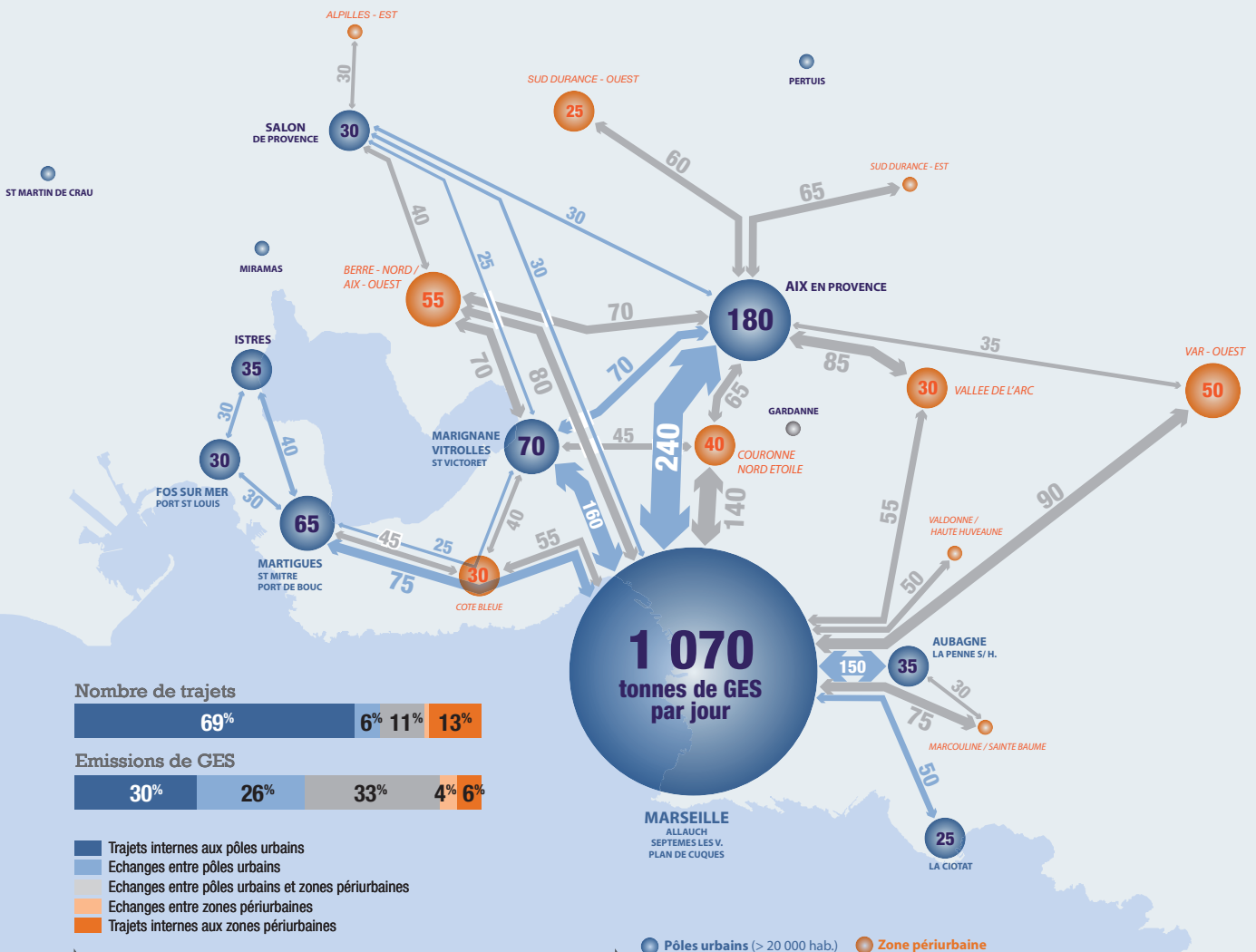
30% des émissions polluantes sont dues aux déplacements internes aux pôles urbains, notamment Aix-en-Provence et Marseille.

Bien que 4,5 fois moins nombreux que les déplacements internes, ce sont les déplacements d'échange qui génèrent le plus d'émissions polluantes (64% des émissions de GES), notamment les échanges entre pôles urbains et zones périurbaines (33%).

On retrouve donc une forte part des émissions polluantes le long des grands corridors de déplacements (A55, A7, A50, etc.)

Type de déplacement	Nombre de déplacements	GES par déplacement (en kg)
Interne à Marseille	2 816 000	380
Interne à Aix	473 000	380
Marseille / Aubagne	68 800	2 180
Marseille / Marignane-Vitrolles	50 900	3 140
Marseille / Aix	55 400	4 330

Les déplacements internes beaucoup moins polluants



Près des deux tiers des émissions polluantes sont dues aux déplacements d'échanges

Emissions quotidiennes de GES dues aux déplacements de personnes en 2009.

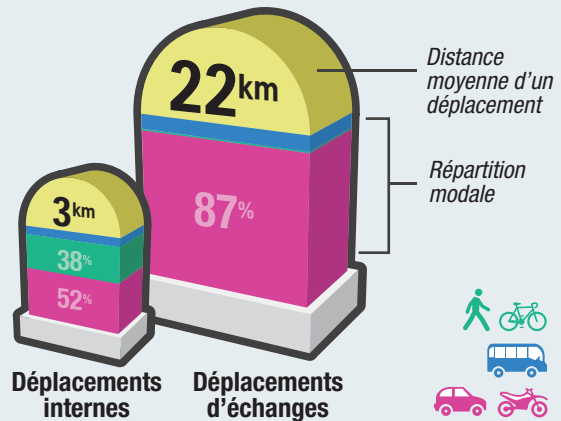
Les émissions inférieures à 25 tonnes par jour ne sont pas représentées.

## Forte contribution des déplacements d'échanges\* aux émissions polluantes

Conjuguée à une utilisation massive de la voiture particulière, la longueur des déplacements d'échanges contribue fortement aux émissions polluantes.

Des déplacements d'échanges longs, surtout effectués en voiture

\* Echanges entre pôles urbains + échanges entre pôles urbains et zones périurbaines + échanges entre zones péri-urbaines



## Les habitants les moins émetteurs sont parmi les plus exposés

On enregistre les taux de pollution les plus élevés le long des axes routiers où la circulation est la plus dense. Les autoroutes et les centres-villes sont les plus touchés.

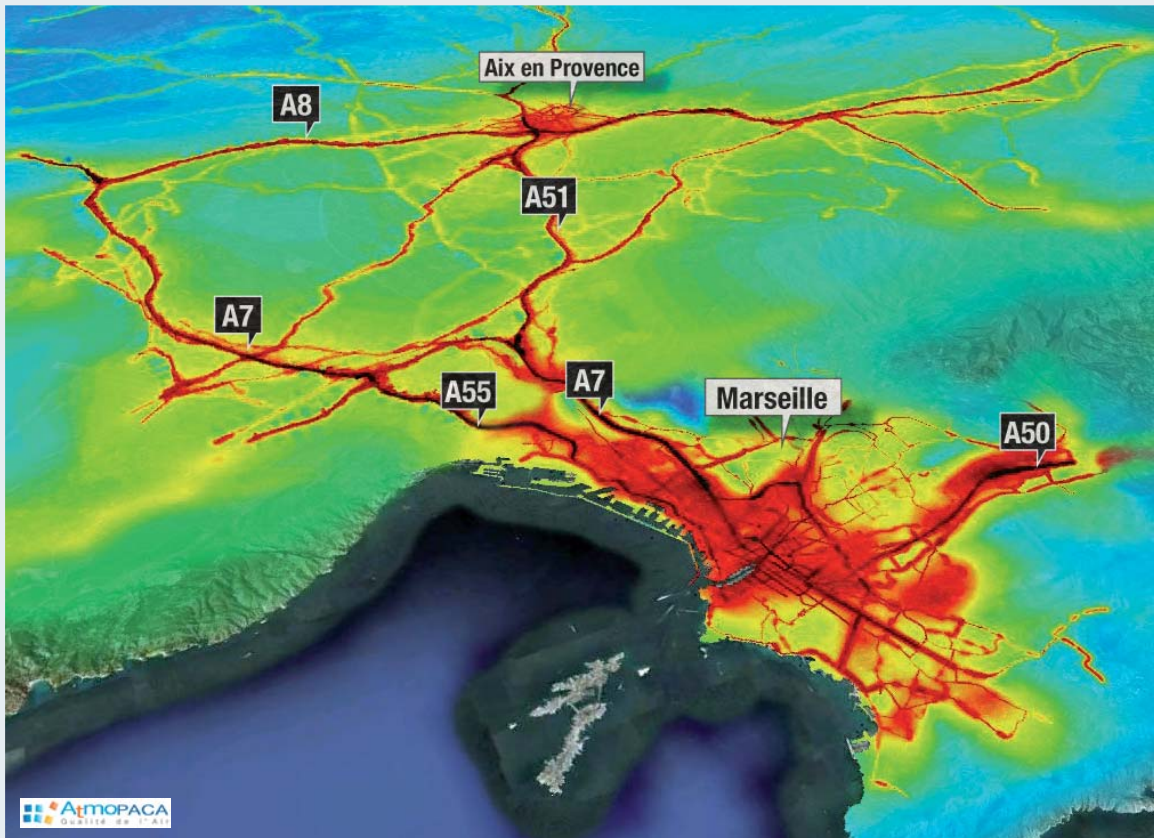
D'où un paradoxe fort : les habitants des centres-villes sont parmi les moins émetteurs de tout le périmètre de l'enquête ménages, mais subissent la pollution la plus forte.

Cette pollution provient en majorité des déplacements d'échange,

effectués par des non-résidents des centres-villes.

Si des actions locales peuvent réduire efficacement la pollution des centres urbains, des mesures à l'échelle métropolitaine sont indispensables pour englober totalement le problème de la pollution.

Modélisation de la pollution au dioxyde d'azote principalement émis par le trafic routier.





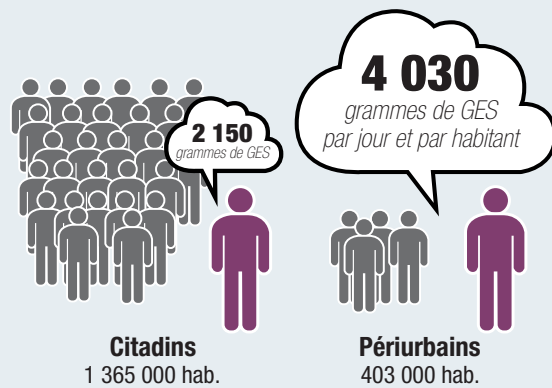
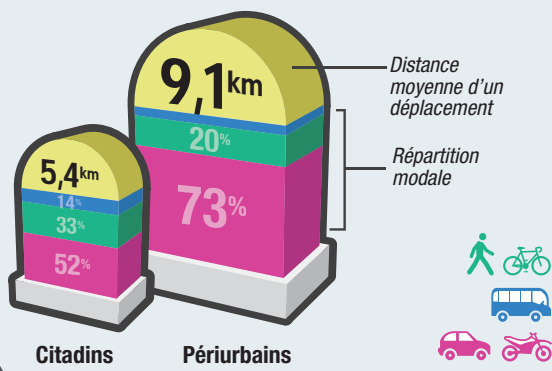
# Zone de résidence et statut des individus : des facteurs déterminants

Un périurbain pollue deux fois plus qu'un citadin pour se déplacer

La densité urbaine et la mixité fonctionnelle des pôles urbains (habitat, emploi, achats, loisirs, etc.) favorisent les déplacements de proximité et la marche à pied. En outre, la mise en place d'un réseau de transports collectifs efficace est facilitée.

A l'inverse, les habitants des zones éloignées des centres-villes parcourent des distances plus longues pour accéder aux emplois, activités, équipements et services qu'ils ne trouvent pas à proximité de leur lieu de résidence. Les déplacements sont le plus souvent effectués en voiture en raison de la difficulté à mettre en place un réseau de transports collectifs performant au sein de tissus urbains émiétés.

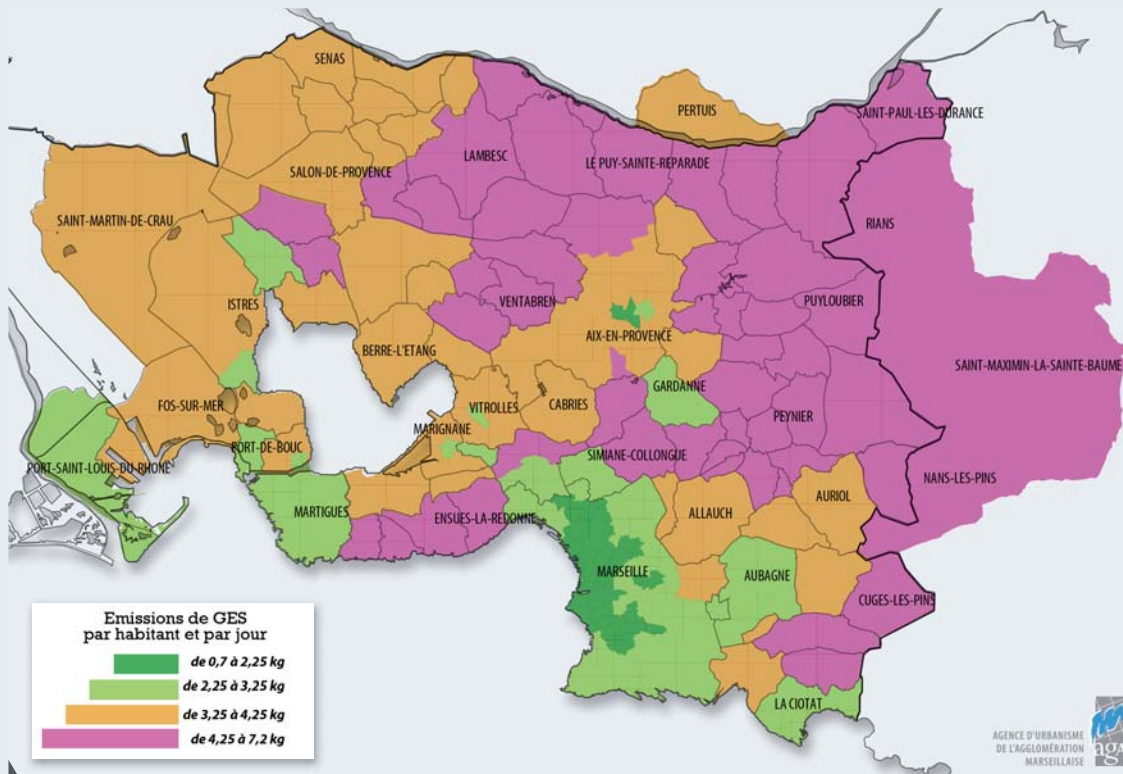
Longues distances et utilisation de la voiture expliquent les fortes contributions des périurbains aux émissions polluantes.



Des déplacements plus longs pour les périurbains effectués majoritairement en voiture

Un périurbain émet quasiment deux fois plus qu'un citadin pour se déplacer

Citadins : habitants des pôles urbains - Périurbains : habitants des zones périurbaines.

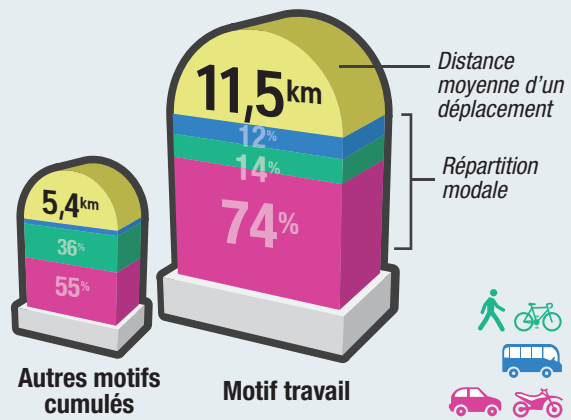


Des émissions individuelles contrastées selon le lieu de résidence.

## Le motif travail : 1 déplacement sur 5, 44% des émissions de GES

Les déplacements liés au travail sont les plus émetteurs, notamment en raison de distances parcourues particulièrement longues et d'un recours massif aux véhicules particuliers. Ces déplacements sont de plus en plus longs (+11% entre 1997 et 2009), et par conséquent de plus en plus émetteurs.

Des déplacements plus longs, un recours plus important à la voiture



## Le profil-type du parfait "pollueur"

### Age

Les 35-49 ans sont en général des individus plus actifs et plus mobiles que les autres classes d'âge.

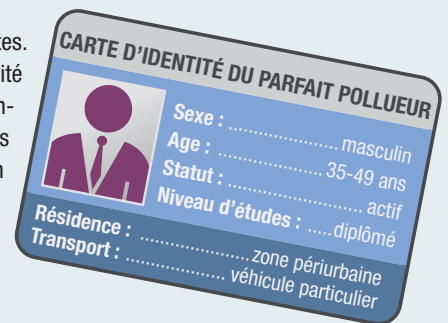
### Sexe

Chez les actifs, les hommes arrivent assez nettement devant les femmes (+46%). Les hommes parcourent en général des distances plus longues pour se rendre sur leur lieu de travail, et utilisent plus souvent la voiture (d'autant plus si le ménage ne possède qu'un seul véhicule).

### Activité

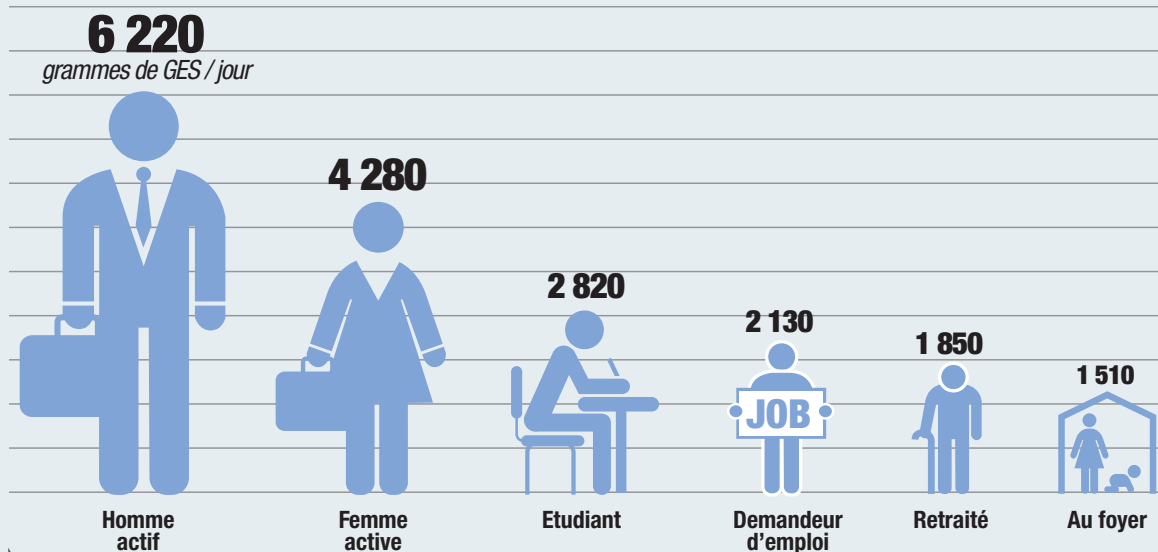
Les actifs sont les plus importants émetteurs. Cela s'explique assez largement par le poids des déplacements liés au travail

dans les émissions polluantes. Les personnes sans activité professionnelle émettent environ trois fois moins que les actifs. A noter la part non négligeable des étudiants, fortement motorisés.



### Niveau d'études

L'instruction est un facteur déterminant des comportements de mobilité : plus les individus sont diplômés, plus ils utilisent la voiture et plus ils participent aux émissions de GES et à la détérioration de la qualité de l'air.



Emissions de GES par personne selon l'occupation principale (en grammes par jour).

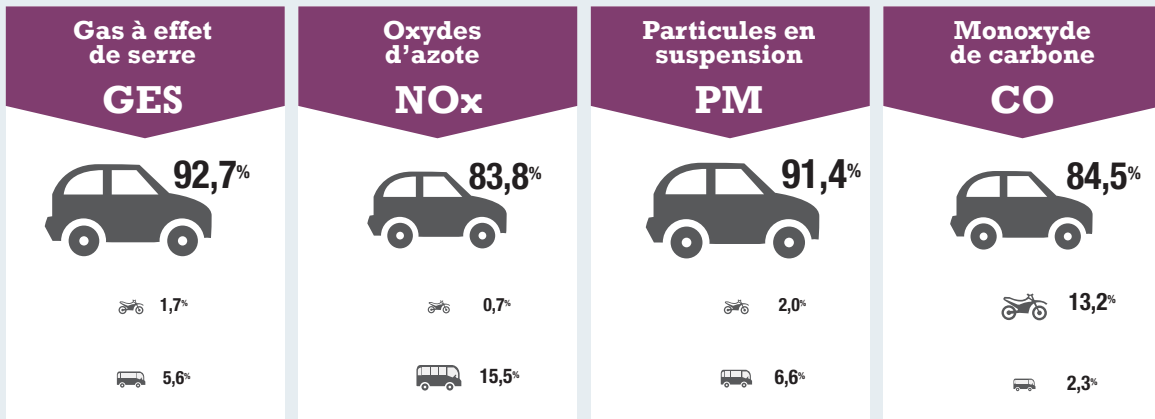
# La voiture : quelles évolutions et quelles alternatives ?

## La voiture particulière, championne des émissions

La voiture particulière est – de loin – le mode qui contribue le plus aux émissions polluantes. Chaque jour, 32 millions de kilomètres sont parcourus en voiture : 800 fois le tour de la Terre ! Les véhicules lourds diesel (bus, cars) sont très émetteurs en NOx, tandis que les deux roues motorisés, en raison d'une

réglementation tardive, émettent de grandes quantités de CO pour des véhicules très légers.

Répartition des émissions par mode de transport sur l'ensemble des déplacements de l'espace métropolitain en 2009



## De plus en plus de voitures diesel : quelles conséquences ?

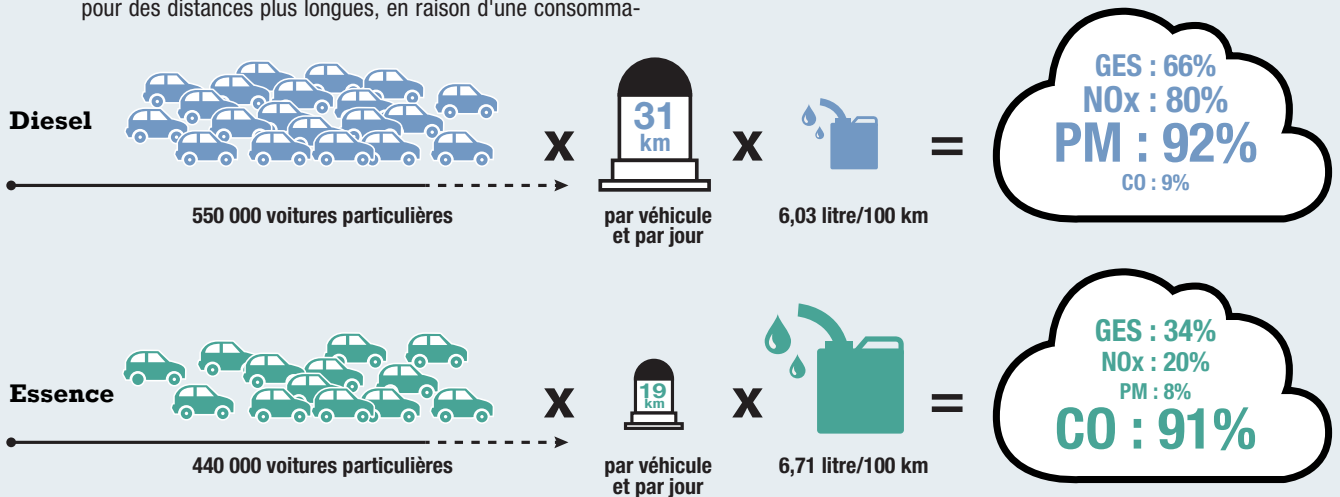
Entre 1990 et 2009, le nombre de véhicules diesel a été multiplié par 5,5 pendant que le nombre de véhicules essence reculait de 30%.

D'une manière générale, les moteurs diesel sont moins énergivores que les moteurs à essence. Or, les émissions de GES sont directement liées à la consommation en carburant.

Mais, les voitures diesel sont plus fréquemment utilisées et pour des distances plus longues, en raison d'une consomma-

tion moindre et d'un prix à la pompe plus avantageux.

Deux tiers des émissions de GES sont ainsi dues aux voitures diesel. Quant aux rejets de polluants atmosphériques, il n'y a pas de carburant vertueux : à motorisations équivalentes, les diesel émettent deux fois plus de NOx et six fois plus de particules que les essences, tandis que les essences émettent vingt fois plus de CO que les diesel.

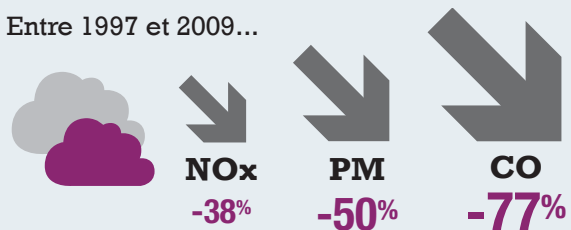


Répartition des émissions entre voitures particulières diesel et essence.

## Le renouvellement des parcs automobiles : un phénomène lent, des effets contrastés

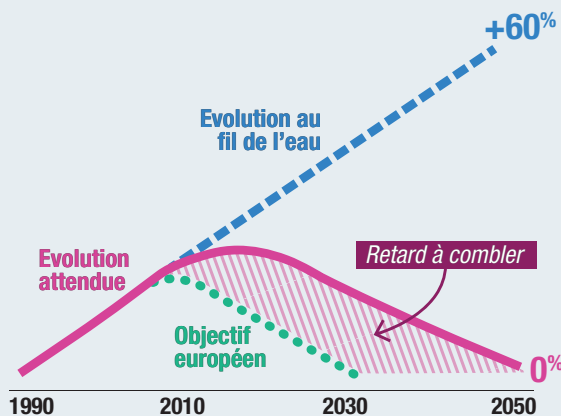
La mise en vigueur des normes européennes d'émissions qui se sont succédées depuis 1993 a conduit à des baisses significatives des rejets de polluants atmosphériques (NOx, PM et CO). La norme Euro V, entrée en vigueur fin 2009, et la norme Euro VI, prévue pour 2014, vont entretenir cette tendance. Mais, ces normes ne concernent pas les émissions de GES.

Entre 1997 et 2009...



La déséclisation du parc automobile et l'apport des nouvelles technologies ne seront pas suffisantes pour atteindre les objectifs de réduction fixés aux niveaux national et européen. Car la population est toujours plus nombreuse, plus mobile et plus étalée. De plus, le parc automobile vieillissant\* met environ 20 ans pour se renouveler entièrement. D'où la nécessité d'intervenir sur les pratiques de déplacements pour atteindre les objectifs de réduction des émissions.

\* 8,6 ans en moyenne



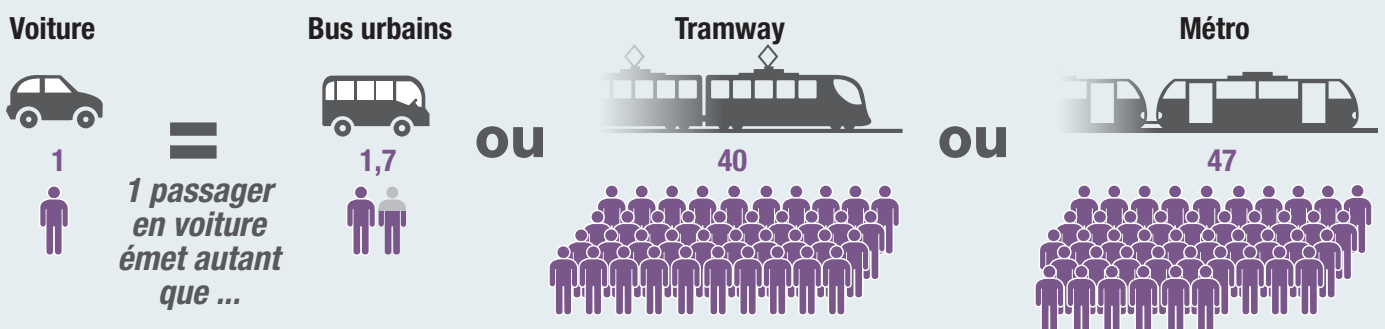
Simulation de l'évolution des émissions de GES engendrées par les voitures particulières

## La voiture face aux autres modes de déplacements : quelles alternatives ?

Plus les transports collectifs sont fréquentés, plus ils sont efficaces. L'enjeu principal consiste donc à améliorer leur compétitivité pour inciter au changement de mode de déplacement. La traction électrique par alimentation directe est une solution bien adaptée aux transports en commun urbains – y compris aux bus – peu émetteurs de GES, et ne rejetant aucun polluant atmosphérique. Le report modal vers les modes "doux" (marche à pied, vélo)

n'est envisageable que pour les déplacements de distances courtes à modérées, et seulement si les conditions de confort et de sécurité des cheminements sont réunies.

La question des distances parcourues est un enjeu déterminant pour le futur proche. Le logement, l'emploi, le commerce, les transports, toutes les composantes de la planification urbaine devront être prises en compte pour tenter de stabiliser, voire réduire, ces distances à terme.



Comparaison des émissions de GES par passager sur la base des taux de remplissage des véhicules en 2009.

## MÉTHODOLOGIE

### CALCUL DÉSAGRÉGÉ

Les émissions polluantes des déplacements ont été évaluées par le croisement des résultats de l'enquête ménages déplacements de 2009 réalisée par le CETE pour le compte de la région PACA et le modèle européen de calcul des émissions du transport routier COPERT IV.

L'enquête ménages détaille les pratiques de déplacements, selon le mode utilisé – et ses caractéristiques dans le cas des voitures (carburant, cylindrée, année de mise en circulation) –, les distances parcourues, l'origine, la destination et le motif du déplacement, etc. et en fonction des caractéristiques socio-démographiques de la population.

Le modèle européen COPERT IV calcule les émissions unitaires (par km) de gaz à effet de serre (GES) et de polluants locaux de tous types de véhicules (VP, 2R, VUL, PL, Bus, Car) selon l'énergie utilisée, la cylindrée (le tonnage pour les PL, les Bus et les Cars), le type de motorisation (sujette à une norme ou non) et la vitesse.

L'application des émissions unitaires aux distances parcourues issues de l'enquête ménages permet d'analyser la contribution des déplacements aux émissions polluantes de manière désagrégée.

### RÉSULTATS CONCORDANTS

Les travaux de l'Agam concluent aux mêmes ordres de grandeur dans les volumes des émissions polluantes que les bilans annuels "qualité de l'air" réalisés par ATMOPACA, à partir de campagnes de mesures in situ et d'un outil de modélisation.

Le Bilan environnemental des déplacements de Marseille Provence Métropole (MPM), réalisé par l'Agam selon la même méthodologie, et le Bilan carbone® réalisé par BG Conseils dans le cadre du Plan climat et énergie territorial de MPM, ont abouti aux mêmes ordres de grandeur sur les quantités de GES émises par les déplacements en lien avec le territoire communautaire.

## DÉFINITIONS

### NORMES EUROPÉENNES D'ÉMISSIONS

Ce sont des seuils maximum, fixés au niveau européen, à ne pas dépasser pour les émissions de polluants des véhicules neufs. Ces normes ne concernent pas les gaz à effet de serre (GES).

Pour les voitures particulières, la norme Euro 1 est entrée en application en 1993, suivie d'une généralisation des pots catalytiques. Euro 2 est entrée en vigueur en 1997, Euro 3 en 2001, Euro 4 en 2006. Euro 5 s'applique depuis fin 2009 avec la généralisation des filtres à particules (FAP). Euro 6 entrera en vigueur en 2014.

Ces normes existent également pour les poids lourds, les bus, les cars (depuis 1993) et les deux roues motorisés (depuis 2000).

### GAZ À EFFET DE SERRE (GES)

Ils participent au réchauffement climatique. On parle de pollution globale. Les calculs comprennent les émissions générées par la combustion du carburant lors du fonctionnement des véhicules, et celles induites par la production et l'acheminement de l'énergie. Les différents GES pris en compte (dioxyde de carbone, méthane, protoxyde d'azote) sont ramenés en masse d'équivalent- $\text{CO}_2$ .

### POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES

Ils participent à la dégradation de la qualité de l'air au niveau local.

**Oxydes d'azote (NOx)** Constitués de monoxyde d'azote (NO) et de dioxyde d'azote ( $\text{NO}_2$ ). Produits lors de la combustion incomplète des carburants, ils affectent les voies respiratoires, augmentent la fréquence et la gravité des crises d'asthme et peuvent provoquer des intoxications aiguës en cas d'exposition à des concentrations élevées. Les pots catalytiques ont permis de réduire considérablement les rejets des véhicules essence. Les véhicules diesel en rejettent encore de grandes quantités dans l'atmosphère. Les rejets augmentent avec la température des moteurs (fortes chaleurs, embouteillages).

**Particules en suspension (PM)** Ces substances organiques ou minérales hétérogènes (de la suie à la nanoparticule), viennent surtout des moteurs diesel et deux-temps. Elles provoquent des irritations des voies respiratoires, provoquent des crises d'asthme, ont des effets mutagène et cancérigène, et sont un cofacteur de la bronchite chronique en cas d'exposition prolongée. L'étude de l'agAM cumule les PM10 (<10  $\mu\text{m}$ ) et les PM2,5 dites particules fines (<2,5  $\mu\text{m}$ ).

**Monoxyde de carbone (CO)** C'est un gaz asphyxiant qui, à forte concentration, se fixe sur l'hémoglobine en empêchant le transport de l'oxygène dans le sang. Il provient de la combustion incomplète, surtout des moteurs essence (voitures et deux-roues motorisés). Les NOx et le CO évoluent chimiquement sous l'effet du soleil pour produire de l'ozone.

## SOURCES

Enquêtes ménages déplacements de 1997 et de 2009 – [www.cete-mediterranee.fr](http://www.cete-mediterranee.fr) / COPERT IV (Computer program to calculate emissions from road transports) – [www.emisia.com/copert](http://www.emisia.com/copert) / Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer – [www.developpement-durable.gouv.fr](http://www.developpement-durable.gouv.fr) / OMS (Organisation Mondiale de la Santé) – [www.who.int](http://www.who.int) / ATMOPACA – [www.atmopaca.org](http://www.atmopaca.org) / INRETS (Institut national de recherche sur les transports et leur sécurité) – [www.inrets.fr](http://www.inrets.fr) / ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie) – [www.ademe.fr](http://www.ademe.fr) / INVS (Institut National de Veille Sanitaire) – [www.invs.sante.fr](http://www.invs.sante.fr) - [www.aphekom.org](http://www.aphekom.org)

### POUR EN SAVOIR PLUS ...

- Bilan environnemental des déplacements de Marseille Provence Métropole,
- Bilans annuels "qualité de l'air" - ATMOPACA
- Plans Climat territoriaux de Marseille Provence Métropole, de la Communauté d'agglomération du Pays d'Aix et du Pays d'Aubagne et de l'Etoile



Directeur de la publication : Christian Brunner  
Contributeurs : Vincent Tinet / Edouard Emptaz

Conception : Agam  
Marseille - Janvier 2012

## SÉRIE FOCUS

Des clés chiffrées et illustrées pour évaluer  
l'enjeu métropolitain des déplacements



Louvre et paix - 49, la canebière  
BP 41858 - 13222 marseille cedex 01  
Tél : 04 88 91 92 02 - Mail : [agam@agam.org](mailto:agam@agam.org)  
[www.agam.org](http://www.agam.org)

Toutes nos ressources @ portée de clic sur [www.agam.org](http://www.agam.org)