


Qualité de l'air

PROVENCE - ALPES - CÔTE D'AZUR



Diagnostic air climat énergie du PDU de la métropole Aix Marseille Provence

www.airpaca.org

AirPACA
QUALITÉ DE L'AIR



SOMMAIRE

1. Evolution du trafic routier	4
2. Evolution et profil des impacts air climat énergie du parc de véhicules	4
2.1 Cas des poids lourds	6
3. Impacts santé environnement	6
4. Approche territoriale	8
4.1 Centres villes d’Aix en Provence et Marseille.....	8
4.2 Périphérie marseillaise	8
4.3 Villes moyennes.....	9
4.4 Pôles de proximité et communes péri-urbaines	11
5. Approche thématique	11
5.1 Le Grand Port Maritime de Marseille	11
5.2 Aéroport Marseille Provence	13
6. Part relative de l’impact des actions sur la qualité de l’air	13
Conclusion	15

Les transports (tout type confondu) constituent parmi l'ensemble des secteurs du plan climat, le principal contributeur des émissions d'oxydes d'azote, et le second pour les particules et les GES et les consommations énergétiques, derrière l'industrie. La pollution liée aux transports est celle qui touche aujourd'hui le plus grand nombre d'habitants dans la métropole, car elle se concentre pour une grande partie dans les centres urbains denses.

Par rapport à l'ensemble du territoire, les transports sont responsables de :

- **57%** des émissions d'oxydes d'azote
- **27%** des émissions de PM10 et **30%** des émissions de PM2.5
- **20%** des émissions de GES
- **26%** des consommations énergétiques finales

1. Evolution du trafic routier

Le nombre de kilomètres parcourus sur le territoire métropolitain augmente entre 2007 et 2015 (+4,3%), avec une hausse plus marquée entre 2014 et 2015. Les trois quarts des kilomètres parcourus le sont en voiture, une part qui reste stable depuis 2007.

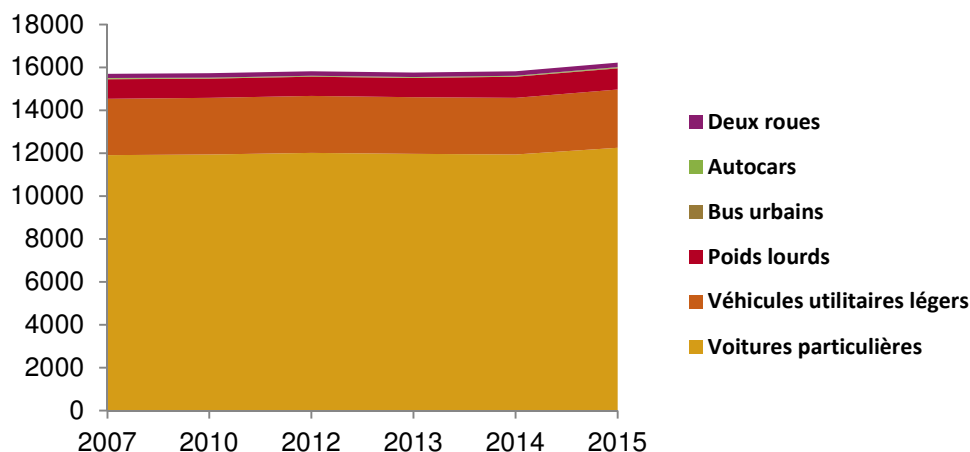


Figure 1 : Evolution du nombre de kilomètres parcourus sur le territoire métropolitain par type de véhicules

Type de véhicule	Voitures particulières	VUL	PL	Bus urbains	Autocars	Deux roues
Evolution	+ 2,9 %	+ 2,9 %	+ 7,8 %	+ 5,7 %	+ 7,7 %	+ 4,7 %

Figure 2 : Evolution relative du nombre de kilomètres parcourus sur le territoire métropolitain par type de véhicules

2. Evolution et profil des impacts air climat énergie du parc de véhicules

Entre 2007 et 2015, l'évolution du parc roulant sur le territoire métropolitain montre une diminution du nombre de véhicules aux normes Euro les plus anciennes au profit des normes Euro 5 et 6, moins polluantes. Cela se traduit par une baisse de la quantité d'oxydes d'azote et PM10 émis, malgré l'augmentation du nombre de kilomètres parcourus.

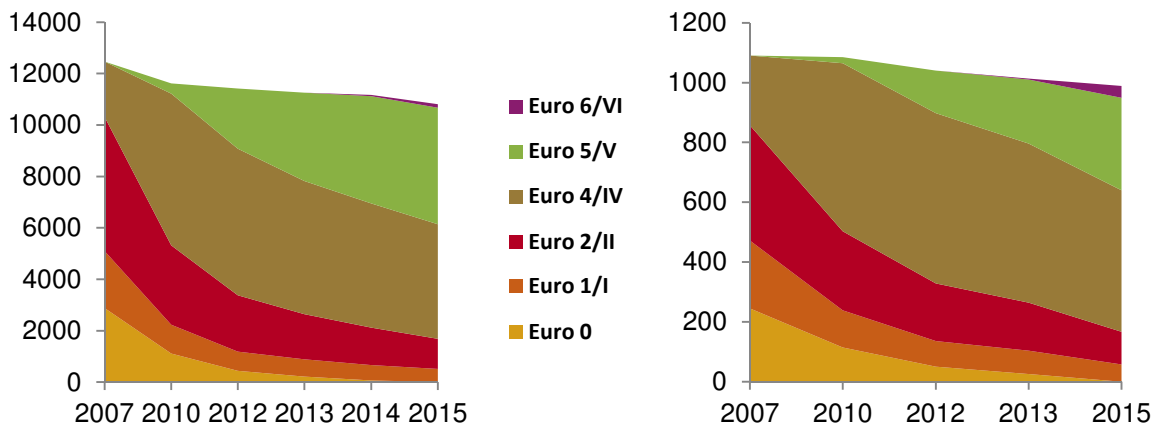


Figure 3 : Evolution des émissions d'oxydes d'azote (à gauche, en tonnes) et de PM10 en tonnes (à droite, en tonnes) et du parc de véhicules entre 2007 et 2015

Les émissions liées à la combustion des véhicules vont dépendre aussi du trafic moyen journalier annuel (TMJA), de la vitesse de circulation des véhicules, du parc roulant, de la pente de l'axe, de la charge des véhicules etc. Bien qu'une part des émissions particulières (PM10, PM2,5) soit induite par les rejets au niveau des lignes d'échappement, la majeure partie d'entre elles provient de la non-combustion (usure de la chaussée, des freins, des pneus et remise en suspension par le passage de véhicules).

En 2015, 87% des consommations d'énergie liées aux transports sont engendrées par le secteur routier, qui est donc un enjeu essentiel. Les voitures sont responsables de près de la moitié des consommations, suivies par les poids lourds (24%), et les véhicules utilitaires légers (15%). Ces consommations restent stables entre 2007 et 2015 malgré la hausse des kilomètres parcourus, grâce à l'amélioration des performances énergétiques des véhicules.

L'analyse des émissions rejetées par chaque type de véhicule (comparaison d'un véhicule à l'autre, sans notion de trafic routier) met en évidence les rejets moindres d'un véhicule particulier comparativement à un bus ou à un poids-lourd. Mais si un bus émet plus de polluant, il transporte aussi plus de passagers. A partir d'un taux de remplissage de 20 passagers par bus roulant au gazole (10 pour un bus roulant au GPL), on peut considérer qu'un bus émet moins de pollution qu'un VP qui contiendrait un seul passager.

	NOx (g/km)	PM10 (g/km)	PM 2,5 (g/km)
VP	0,53	0,05	0,04
BUS gazole	9,8	0,28	0,22
BUS GPL	4,2	0,14	0,07
PL	4,8	0,23	0,15

Tableau 1 : Emissions unitaires (facteurs d'émission) par type de véhicule

Les transports routiers représentent 57% des émissions d'oxydes d'azote et 45% des émissions de PM10 du secteur des transports. Les transports maritimes sont eux aussi responsables d'une part non négligeable de ces émissions, ils représentent respectivement 41% des émissions de NOx et de 40% des émissions de PM10. Cette importance s'explique par la présence du GPMM (Grand Port Maritime de Marseille), 1^{er} port français et 2^e port méditerranéen. La différence d'impact du maritime sur les consommations énergétiques et les émissions d'oxydes d'azote et de PM10 provient du fait que les bateaux utilisent des combustibles non raffinés ou peu raffinés, qui produisent jusqu'à 6 fois plus de polluants par quantité d'énergie utilisée que les véhicules diesel.

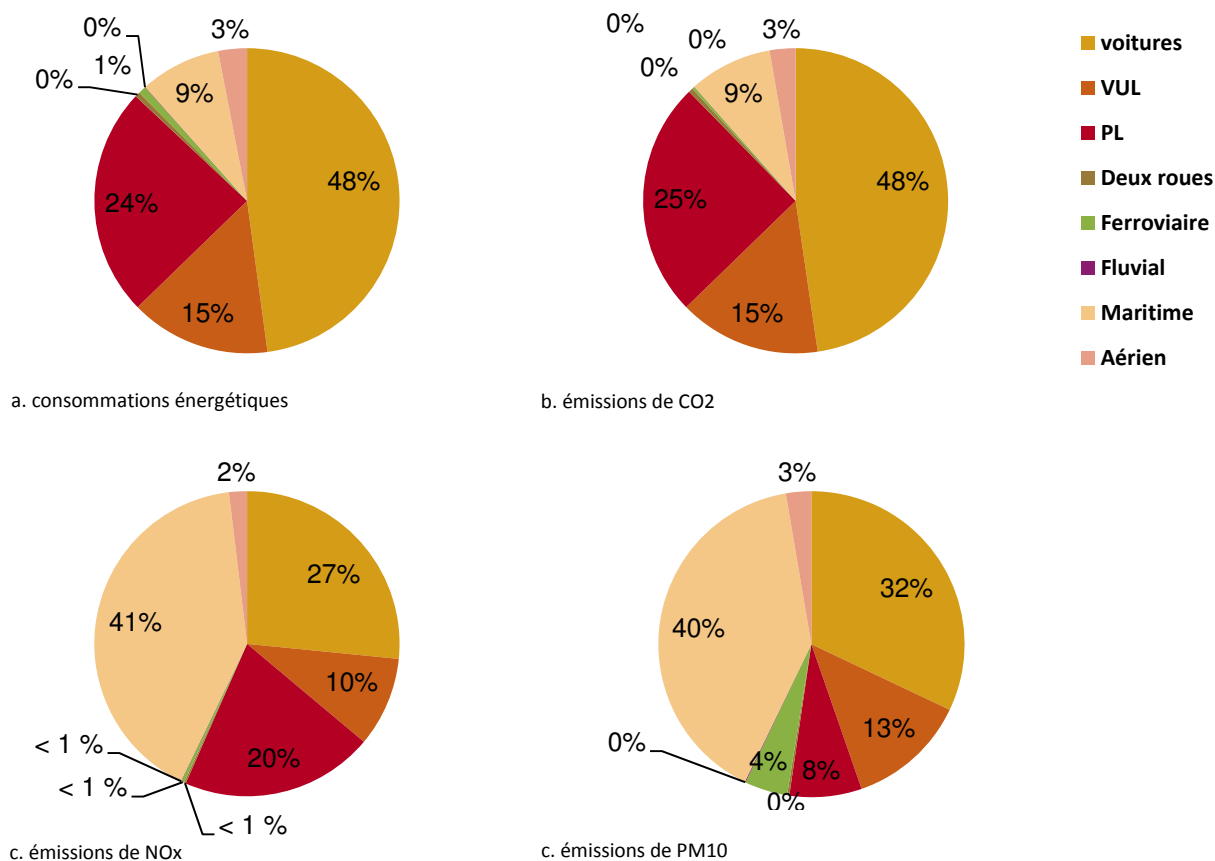


Figure 4 : Profil Air Climat Energie du parc de véhicules sur le territoire métropolitain en 2015

2.1 Cas des poids lourds

Les poids lourds représentent un quart des émissions de CO2 et des consommations énergétiques, et 20% des émissions de NOx des transports, alors qu'ils ne représentent que 7% du total des kilomètres parcourus par les transports routiers.

Une modélisation effectuée sur l'A51 au niveau de Bouc-Bel-Air, où la fréquentation des poids lourds est seulement de l'ordre de 4%, fait apparaître une baisse de l'ordre de 18% des émissions de NOx dans le cas d'une diminution de 50% du trafic des poids lourds. Cela est cohérent avec le fait qu'ils sont fortement émetteurs de ce polluant.

3. Impacts santé environnement

L'exposition de la population aux polluants atmosphériques peut être observée via l'Indice Synthétique Air (ISA), qui cumule les concentrations de particules fines PM10, dioxyde d'azote et ozone sur une année, trois polluants fortement liés au trafic routier. Il permet visualiser les zones les plus impactées par la pollution chronique, qui correspond à une exposition continue des populations. L'indice varie sur une échelle ouverte, pour faire apparaître les variations spatiales fines et représenter un phénomène sans effet de seuil d'impact sanitaire. En effet, il n'existe pas de seuil à partir duquel l'impact sanitaire changerait subitement. La réalité est plus proche d'une augmentation continue de l'impact sanitaire à partir d'un zéro hypothétique.

Comme le montre la carte ci-dessous, la qualité de l'air est plus dégradée à proximité des voies de circulation et dans les grands centres urbains. L'importance des flux de trafic et de la densité urbaine a un impact direct sur la concentration de polluants atmosphériques, en premier lieu sur la concentration en oxydes d'azote. Néanmoins, la qualité de l'air est, dans une moindre mesure, également dégradée dans les zones péri-urbaines, notamment par une présence de l'ozone troposphérique plus importante que dans les villes. Enfin, les particules ont un spectre de répartition moins directement corrélé aux sources du trafic, car elles peuvent aussi être issues de sources naturelles, et d'origine diffuses (brûlages, chauffage au bois...). C'est ainsi que des tâches rouges sur la carte peuvent apparaître dans les zones de carrières, les cimenteries et autres centres d'enfouissement techniques.

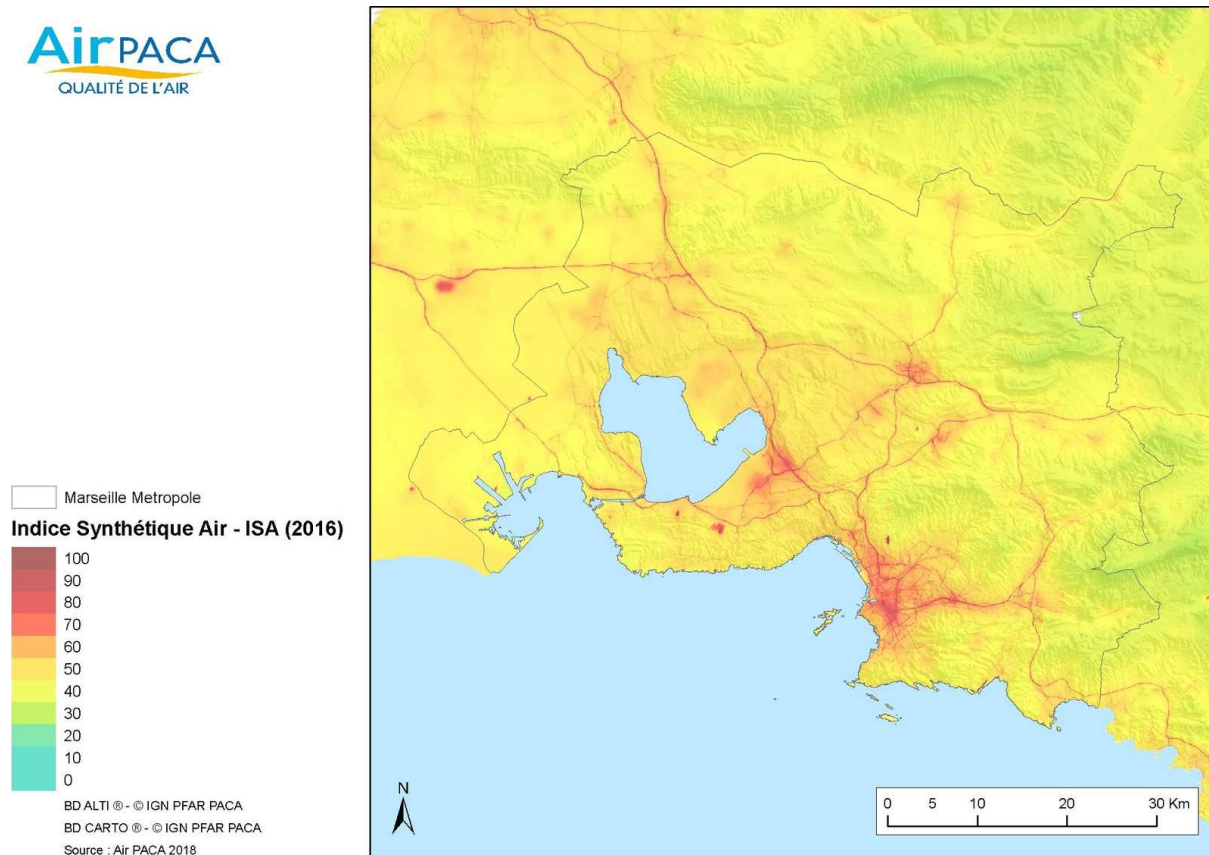


Figure 5 : Carte d'exposition aux polluants NO₂, PM₁₀ et O₃, en 2016

En 2016, 71 000 personnes (essentiellement dans les grands centres urbains) sont exposées à des teneurs supérieures aux valeurs limites d'oxydes d'azotes sur le territoire de la métropole et environ un millier est exposé à des teneurs supérieures aux valeurs limites de PM₁₀ (essentiellement sur la zone de Marseille). Lorsqu'on s'attache aux recommandations OMS, plus contraignantes, 71 % de la population est concernée par au moins un dépassement des teneurs en NO_x ou en PM₁₀.

La pollution atmosphérique a des conséquences significatives sur la santé des habitants de la métropole. Elle est responsable d'un taux de morbidité aggravé et peut induire une mortalité prématurée. L'impact de la qualité de l'air sur la santé va dépendre de plusieurs facteurs : du temps d'exposition, du taux de concentration dans l'air des polluants, et de l'état de santé des individus. Les populations les plus sensibles sont les enfants en bas âge, les personnes âgées et les personnes présentant des troubles cardio-vasculaires ou souffrant de troubles respiratoires. La pollution chronique (exposition de long terme) est plus dangereuse que l'exposition temporaire aux pics de pollution.

Selon l'étude de Santé Publique France de 2016, la qualité de l'air est responsable de 48 000 décès par an en France. Toujours selon la même étude, si toutes les communes atteignaient les concentrations les plus faibles observées dans les communes équivalentes en matière d'urbanisation et de taille, 2 700 décès (soit 6% de la mortalité totale) seraient évités chaque année en PACA.

Si l'objectif de respecter partout la valeur guide de PM_{2,5} recommandée par l'OMS pour protéger la santé (10 µg/m³) était atteint, alors 17 000 décès seraient évités par an en France, dont près de 2 000 en Provence-Alpes-Côte d'Azur. Plus de 90 % de ces bénéfices s'observeraient dans les plus grandes villes de la région.

Enfin si les seuils pour les PM_{2,5}, proposés par le Grenelle de l'environnement (15 µg/m³) ou celui de la valeur cible pour 2020 de la directive européenne (20 µg/m³) étaient respectés, alors le bénéfice sanitaire serait très faible en France et en Provence-Alpes-Côte d'Azur.

4. Approche territoriale

4.1 Centres villes d'Aix en Provence et Marseille

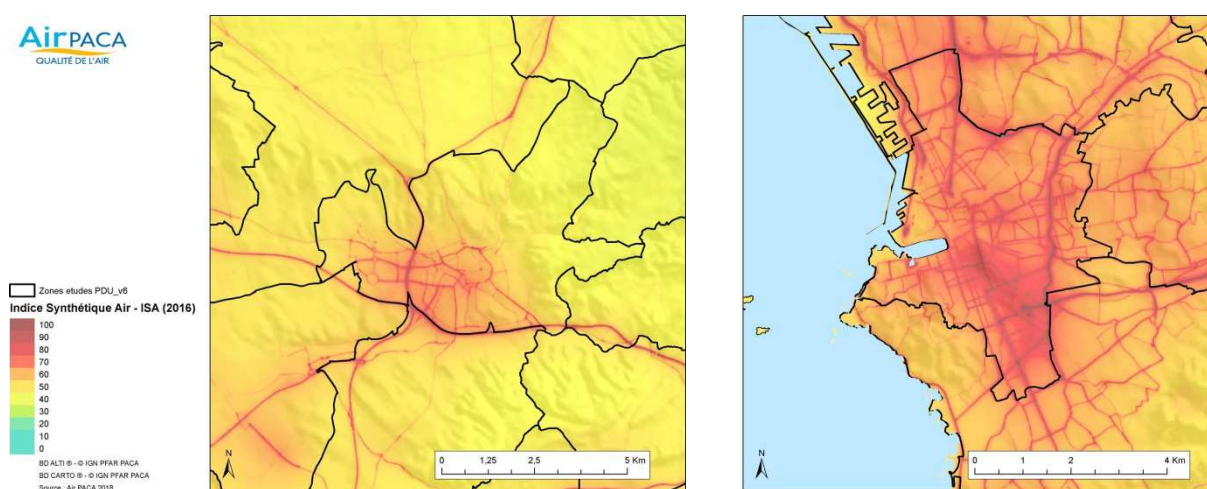


Figure 6 : Cartes Indices Synthétique Air - ISA sur les centres villes d'Aix en Provence (à gauche), et de Marseille (à droite)

Les cartes de concentrations font apparaître des zones à enjeux forts dans les centres d'Aix et de Marseille à proximité d'axes à forte circulation, et dépendants des émissions directes des véhicules. Boulevards urbains, ronds-points ou rues encaissées et passantes, et notamment les boulevards circulaires au centre historique d'Aix en Provence ou le secteur du cours Lieutaud à Marseille constituent les points noirs de ces centres urbains. La densification en hauteur dans les quartiers traversés par des axes de circulation importants peut entraîner un effet « canyon » où se concentrent et stagnent les polluants. Dans ces centres, le niveau de fond est élevé, voire très élevé à Marseille. A Aix, en 2016, 2000 personnes restent exposées à des valeurs supérieures aux valeurs limites pour le NO₂. Les quartiers du sud ouest du centre ville constituent les secteurs les plus impactés. A Marseille, ce sont 67 000 personnes, soit 94% de la population totale métropolitaine concernée par des dépassements de valeur limite, dont une majeure partie est concentrée au centre-ville.

4.2 Périphérie marseillaise

Les zones situées en périphérie de Marseille sont principalement impactées par les grands axes routiers qui traversent ces zones, avec en premier lieu l'A50 et l'A7. Le projet de rocade L2, reliant ces deux autoroutes, constitue un ouvrage majeur, structurant à terme pour le trafic routier et la mobilité au niveau de l'agglomération marseillaise. Afin d'évaluer l'impact de la mise en service de la rocade L2 sur la qualité de l'air, Air PACA a installé une station mobile qui se déplace de site en site pour évaluer, sur différents tronçons, l'impact de la mise en circulation et de la mise en

charge progressive de la L2, et une station sentinelle située sur le boulevard Jean Moulin (La Timone) destinée à évaluer le désengorgement sur le centre de Marseille. Les premiers mois de mesures ont permis de dégager les conclusions suivantes : une augmentation nette des teneurs en dioxyde d'azote à la fourragère après ouverture de la L2, ainsi qu'une augmentation des niveaux de dioxyde d'azote et de particules au niveau du boulevard Jean Moulin, due vraisemblablement à une situation qui devrait être temporaire (report de trafic encore peu important du à l'ouverture seulement partielle de la L2, et embouteillages en début de soirée sur l'A50 du fait de la réduction de trois à deux voies au niveau de l'échangeur Florian). Les traitements et les résultats obtenus à ce jour ont un caractère préliminaire. L'évaluation de l'impact de la mise en service de la L2 reste à réaliser lorsque l'ouvrage sera finalisé et sa mise en service stabilisée.

4.3 Villes moyennes

Les villes moyennes considérées dans le PDU sont les villes de plus de 20 000 habitants, en dehors d'Allauch et des Pennes-Mirabeau.

La visualisation des cartes de concentration fait apparaître des profils variés en terme qualité de l'air pour les villes moyennes du territoire métropolitain, mais tous dépendent fortement de l'importance du trafic routier qui les traverse. Les centres d'Aubagne et de Salon-de-Provence, bornés par des autoroutes, ont une qualité de l'air médiocre. De la même manière, mais dans une proportion moins importante, Gardanne est fortement impactée par le trafic routier et la traversée de la D6 de son territoire. Les villes de Marignane et Vitrolles, bien que moins peuplées, constituent un nœud du trafic métropolitain, et un point noir de la qualité de l'air sur le territoire métropolitain. Pertuis, en position de « péninsule de trafic », est la ville moyenne la moins impactée par les transports sur le territoire.

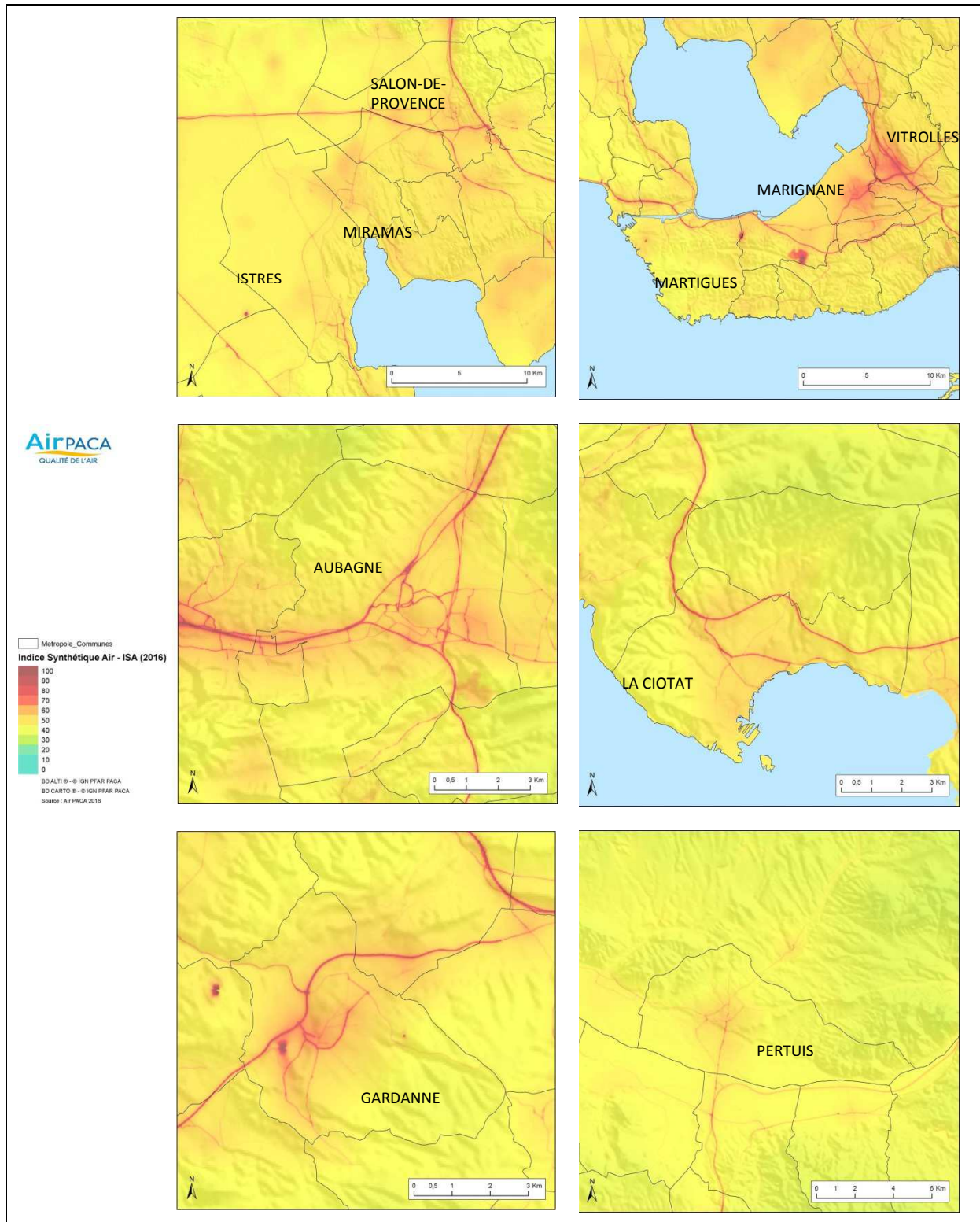


Figure 7 : Concentrations des polluants (ISA) dans les villes moyennes

4.4 Pôles de proximité et communes péri-urbaines

Les communes péri-urbaines, bourgs, et villages semblent aux premiers abords moins concernés par la problématique de la qualité de l'air, plus importante dans les centres urbains. C'est sans compter l'ozone, un polluant secondaire qui se forme et se dissocie à partir de polluants précurseurs dont les oxydes d'azote, sous l'effet du rayonnement solaire. Instable, il réagit avec de nombreux polluants des centres urbains qui limitent sa concentration dans ces zones, mais il s'accumule dans les zones péri-urbaines par déplacement des masses d'air, la réaction de production n'étant plus compensée par la réaction de consommation. En 2017, 7 épisodes de pollution à l'ozone ont été décrétés sur le département des Bouches du Rhône.

Si les cartes ISA montrent que la concentration en polluants est moindre dans les zones péri-urbaines par rapport aux zones urbaines, il ne faut pas oublier qu'une majeure partie des actifs qui résident dans ces zones travaillent dans les grandes villes, voire dans les villes moyennes à proximité. Air PACA et l'AGAM ont mené une réflexion pour calculer un indice qui prenne en compte les trajets domicile travail dans la valeur de l'ISA à laquelle est exposé un habitant des communes péri-urbaines. Dans l'exemple utilisé, on considère une personne résidant à Trets et travaillant aux Milles. On pondère alors la valeur ISA de la ville de Trets par la valeur ISA de l'axe routier qu'il emprunte pendant 1h30 aux heures de pointe puis par celui de la zone des Milles pendant 9h30. On obtient ainsi un indice de 63 pour cet habitant, contre 50 pour l'ISA de Trets. La situation d'un habitant de zone péri-urbaine est plus impactante que ce que fait apparaître la carte ISA. Pour comparaison, un habitant de Marseille travaillant à Marseille est exposé à un indice ISA de 70.

La part d'utilisation de la voiture dans le périurbain métropolitain est de 71%, contre 54% à Aix et 43% à Marseille. Par la longueur des trajets, l'utilisation majoritaire de la voiture et la pratique trop répandue de l'autosolisme, les personnes qui résident dans ces zones périurbaines ont un impact en termes d'émissions de polluants atmosphériques et de dioxyde de carbone plus important que les personnes résidant dans les grands centres urbains. Un habitant citadin métropolitain émet 2,15 kg de GES par an, contre 4,03 kg pour un habitant périurbain.

Les centres bourgs des pôles de proximité restent concernés par des niveaux élevés d'oxydes d'azote et de particules, même si leurs habitants ne sont pas concernés par des dépassements de valeurs limites réglementaires.

5. Approche thématique

5.1 Le Grand Port Maritime de Marseille

La qualité de l'air est un enjeu pour l'activité économique portuaire, maritime et touristique et la santé des résidents. A Marseille, le trafic portuaire est responsable de :

- 30% des émissions d'oxydes d'azote (NOx) contre 52% pour le trafic routier
- 20% des émissions de dioxyde de soufre
- 10% des émissions de PM10

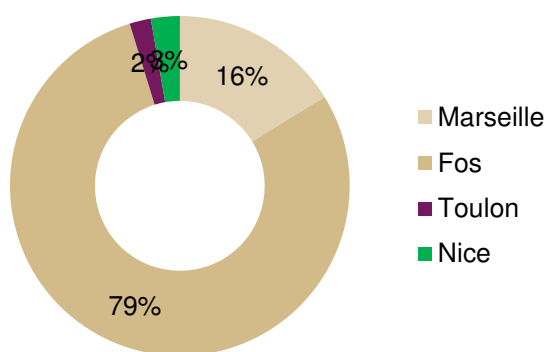


Figure 8 : Part relative des émissions de NOx des ports de la région

Comparativement aux autres ports de la région, le port de Marseille-Fos se dégage par son poids dans les émissions de NOx, puisqu'il est responsable de 85% des émissions portuaires régionales. La partie Est du port, à Marseille est responsable de seulement 16% de ces émissions, quand la partie Ouest est responsable de 79%.

La contribution du GPMM aux niveaux de pollution est évaluée, au centre-ville de Marseille (station Cinq Avenues) entre 5 et 10% en moyenne sur l'année. A proximité des ports, la contribution de l'activité portuaire à la pollution urbaine est supérieure,

notamment dans les zones surélevées par rapport aux navires. La principale problématique réside dans les panaches de fumée qui peuvent atteindre les bâtiments à proximité. Les navires utilisent des carburants peu raffinés, plus polluants que ceux utilisés par les autres types transports. Aujourd'hui, hors port, ils sont autorisés à consommer un fioul à 3,5% de teneur en soufre, et de 1,5% s'ils transportent des passagers. Les navires qui restent à quai plus de deux heures doivent utiliser un fioul « marin » à 0,1% de soufre. Depuis 2012, cela concerne l'ensemble des navires sur le port de Marseille, faisant passer la part des émissions de dioxyde de soufre du secteur maritime de 40 à 20%. A partir de 2020, la réglementation imposera pour tous les navires du monde entier en pleine mer et à quai une teneur en soufre de 0,5%. Les autorités de gestion et les acteurs maritimes sont au courant du poids de l'activité portuaire dans la pollution atmosphérique. La compagnie La Méditerranéenne a ainsi électrifié trois de ses navires pour ne plus émettre aucune particule lors de la phase à quai. Cela représente, pour un navire, un équivalent de pollution évitée de 10 à 30 000 véhicules. Cela permet aussi de faire disparaître le bruit et les vibrations associées aux moteurs thermiques.



Figure 9 : Modélisation des émissions de NO2 de deux navires en stationnement à quai 12 heures par jour

L'étude APICE, publiée en 2013, à laquelle a collaboré Air PACA a permis d'étudier et d'évaluer l'impact des différentes solutions visant à améliorer la qualité de l'air dans les villes portuaires. Concernant le port de Marseille-Fos, les scénarios suivants ont été étudiés : utilisation par les navires d'un carburant à très basse teneur en soufre, déplacement de l'activité croisière sur un nouveau terminal plus proche du centre de Marseille, et utilisation d'un carburant type GNL par les navires à passagers. Le dernier scénario est celui montrant le plus fort impact de diminution des concentrations en PM2.5, avec une baisse relative maximale de 8% sur l'ensemble des bassins Est du port.



Figure 10 : Modélisation de l'impact d'un passage au GNL pour les navires de passagers à Marseille

5.2 Aéroport Marseille Provence

Les stations de mesure mises en place par Air PACA au niveau des aéroports de la région ne permettent pas d'identifier un impact significatif du trafic aérien sur la qualité de l'air. Néanmoins, des études complémentaires sont prévues pour mieux caractériser l'impact de la flotte de véhicules de l'aéroport Marseille Provence et modéliser d'une manière plus fidèle l'impact des émissions sur le site en lui-même.

6. Part relative de l'impact des actions sur la qualité de l'air

Toute action, comme le renouvellement du parc automobile, la réduction du nombre de poids lourds ou de trafic dans son ensemble, la réduction de la vitesse limite de circulation, la mise en place de zones de circulation restreinte, l'électrification des quais du port maritime etc. contribuera à diminuer les concentrations en NO₂, PM₁₀ et PM_{2,5}. Une estimation de l'efficacité relative de plusieurs actions de modification du trafic routier sur la qualité de l'air, visible sur le graphique ci-dessous, a été menée par Air PACA en 2016, basée sur des tronçons autoroutiers urbains et péri-urbains de la région PACA. Il en ressort que l'efficacité réside dans l'addition de différentes mesures, et que ce sont les actions les plus difficiles à mettre en place qui donnent les meilleurs résultats, avec en premier lieu la diminution du nombre de kilomètres parcourus (TMJA). D'une manière générale, une réduction du nombre de kilomètres parcourus de 50% entraîne une réduction des émissions de l'ordre de 50%. La réduction de la vitesse présenterait certes des résultats positifs en fluidifiant le trafic, mais peu importants en termes d'émissions, de concentrations et de populations exposées. Une autre mesure, très urbaine, consisterait à faire respecter strictement l'interdiction du stationnement en double file, qui provoque une hausse d'environ 30% des émissions de NO_x et de CO₂ dans les centres urbains, et de 10% des PM₁₀.

Les résultats concernant l'utilisation des transports en communs n'ont pas été intégrés dans le graphe précédent en raison des hypothèses de calculs. En effet, les résultats varient sensiblement en fonction du taux de remplissage des véhicules, de leurs caractéristiques, du nombre de kilomètres parcourus ainsi que du nombre de véhicules particuliers non présents sur la route que cela induit. Pour ce dernier paramètre, l'hypothèse formulée est optimiste car elle suppose que pour chaque personne qui utilise les transports en commun, l'utilisation d'un véhicule personnel est évitée. La grande variabilité des résultats, occasionnée par ces paramètres et les hypothèses associées, ne permet donc pas de tirer une tendance générale pour l'ensemble du réseau de transports en commun. Au final, c'est le cumul de plusieurs actions qui permettra une franche amélioration de la qualité de l'air aux abords des axes routiers.

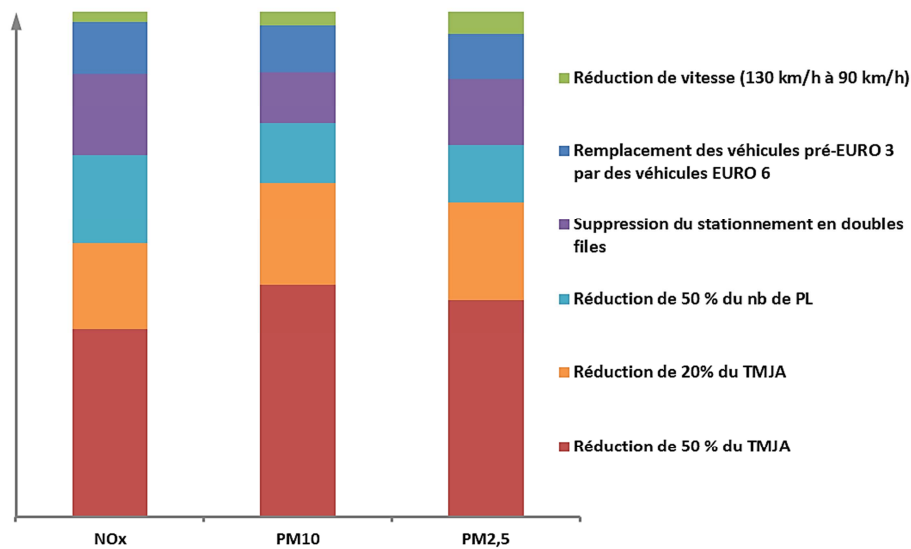


Figure 11 : Estimation relative de l'efficacité de différentes mesures de réduction des émissions liées au trafic routier pour les oxydes d'azotes, les PM10 et les PM2.5

Il est toutefois important de noter que l'efficacité d'une action dépendra de plusieurs paramètres, en particulier de la zone géographique et de l'axe sur lequel elle est appliquée.

Plan de Protection de l'Atmosphère des Bouches du Rhône

Le PPA des Bouches du Rhône adopté en 2013, avec lequel le PDU doit être compatible, contient une mesure spécifique aux PDU (action 7.2. Imposer des objectifs de qualité de l'air aux nouveaux plans de déplacements urbains et à échéance de la révision pour les existants). Celui-ci oblige les PDU à fixer des objectifs de réduction des émissions de 10% pour les NOx, PM10 et PM2.5 au-delà du tendanciel (évolution technologique du parc roulant).

Conclusion

Le secteur des transports sur le territoire métropolitain a un fort impact sur la qualité de l'air. C'est le principal émetteur d'oxydes d'azote, et le second émetteur de particules en suspension. En 2016 sur la métropole, 71 000 personnes sont toujours exposées à des valeurs supérieures aux valeurs réglementaires pour les oxydes d'azote, dont 95% sont situées au centre de Marseille, où l'intensité du trafic conjuguée à la densité urbaine aggrave le phénomène. Néanmoins, il ne faut pas oublier qu'il n'existe pas de seuil à partir duquel la qualité de l'air devient subitement sans danger. L'ensemble des habitants de la métropole sont concernés par le mauvais état de la qualité de l'air, d'autant plus qu'ils passent de temps sur les axes routiers à fort trafic, fortement pollués. Le climat favorable de la métropole, associé à la multipolarité, fait de l'ozone un polluant secondaire fortement impactant sur le territoire. Si l'on s'attache à comparer les différentes actions possibles à mettre en place pour réduire l'impact du trafic sur la qualité de l'air, l'action qui montre les résultats les plus importants est la réduction du nombre de kilomètres parcourus.



Diagnostic air climat énergie du PDU de la métropole Aix Marseille Provence

AirPACA
QUALITÉ DE L'AIR

www.airpaca.org

Siège social

146, rue Paradis
« Le Noilly Paradis »
13294 Marseille Cedex 06
Tél. 04 91 32 38 00
Télécopie 04 91 32 38 29

Établissement de Martigues

Route de la Vierge
13500 Martigues
Tél. 04 42 13 01 20
Télécopie 04 42 13 01 29

Établissement de Nice

333, Promenade des Anglais
06200 Nice
Tél. 04 93 18 88 00
Télécopie 04 93 18 83 06



En partenariat avec :



Responsable de publication : Sylvain Mercier