



Project cofinanced par le Fonds  
Européen de Développement Régional  
Project co-financed by the European  
Regional Development Fund



## Synthèse Marseille





## **Synthèse du projet APICE – Marseille**

### **Auteurs :**

Damien Piga et Alexandre Armengaud, AirPACA, Marseille

Magali Devèze et Michaël Parra, Grand Port Maritime de Marseille-Fos

Nicolas Marchand, Anaïs Detournay et Dalia Salameh, Université d'Aix-Marseille

**Date :** Février 2013

### **Remerciements:**

Les auteurs remercient le Programme MED de la Commission Européenne pour sa contribution financière dans le cadre de la réalisation du projet APICE. Les auteurs remercient également l'ensemble des équipes d'AirPACA, du Grand Port Maritime de Marseille et de l'Université d'Aix-Marseille qui ont contribué à la réalisation de ce projet.



## **Résumé**

Le projet APICE (Common Mediterranean strategy and local practical Actions for the mitigation of Port, Industries and Cities Emissions) a défini une stratégie transnationale, se déclinant aux échelles locales par des actions concrètes, afin de développer de manière durable les activités portuaires et pour orienter les politiques d'aménagement dans les territoires environnants à partir d'une approche basée sur la connaissance des sources de pollution et leurs impacts sur la qualité de l'air. Ce projet a été financé par le programme européen de coopération territoriale MED. Cinq villes portuaires majeures situées sur la partie Nord de la Méditerranée et présentant des problématiques communes concernant la qualité de l'air ont participé à ce projet: Barcelone, Marseille, Gênes, Venise et Thessalonique. L'approche scientifique du projet a mis en évidence la contribution des activités portuaires et maritimes sur la qualité de l'air dans ces villes, parmi l'ensemble des sources de pollution. Rapporter auprès des partenaires institutionnels, ces résultats ont permis de définir les secteurs d'activité les plus pénalisants pour la qualité de l'air et de proposer des actions locales concrètes à mettre en place pour diminuer leurs contributions. Grâce à l'utilisation d'outils numériques, ces actions ont ensuite été évaluées pour déterminer leur efficacité en termes de réduction des concentrations dans l'environnement urbain. Ces actions ont également été évaluées par des groupes d'experts pour considérer leurs impacts socio-économiques. Ainsi, les actions les plus efficaces ont été mises en évidence grâce à une expertise globale puis proposer aux acteurs locaux pour les intégrer dans des plans d'actions. Le projet APICE a donc permis de définir des actions concrètes qui permettent de soutenir les orientations stratégiques des zones côtières dans une gestion durable et raisonnée sur la base d'une coopération internationale et d'une collaboration locale entre les partenaires scientifiques et institutionnels.

***Mots-clefs***: *Aérosol, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, source, inventaire, CHIMERE, CAMx, PSAT, CMB, PMF, port, stratégie, plan d'action, Marseille, scénario.*

## Synthèse

### Présentation

Le projet APICE (Common Mediterranean strategy and local practical Actions for the mitigation of Port, Industries and Cities Emissions) a regroupé des partenaires scientifiques et institutionnels dans cinq villes portuaires majeures de la Méditerranée afin de définir une stratégie transnationale, se déclinant en actions locales dans chacun des territoires d'étude, pour améliorer la qualité de l'air.

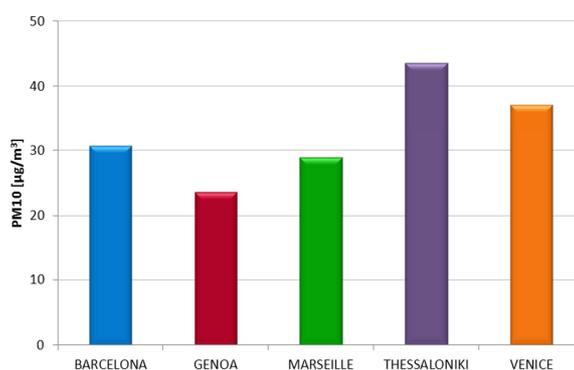


Ce projet a été financé par le programme européen de coopération territoriale MED. Le premier objectif était de mettre en évidence, au travers de campagnes de mesures et de simulations numériques, la contribution relative des différentes sources de pollution, pour améliorer les connaissances sur la pollution

atmosphérique dans les zones portuaires et définir des scénarios et des politiques environnementales, économiques et d'urbanisation pour améliorer la qualité de l'air. Le second objectif était de soutenir les orientations stratégiques des régions, des provinces et des ports en termes de gestion durable et raisonnée des zones côtières. Enfin, le troisième objectif était de favoriser et de promouvoir les accords entre les administrations locales, les autorités portuaires et les armateurs pour diminuer l'impact des activités maritimes et améliorer l'équilibre environnemental des régions côtières sans affecter le développement économique des zones portuaires. Sur Marseille, ce projet s'est organisé autour d'une collaboration entre l'Université d'Aix-Marseille, le Grand Port Maritime de Marseille-Fos (GPMM) et AirPACA.

### Etat de la qualité de l'air

La première phase du projet était de faire un état des lieux de la qualité de l'air dans les 5 villes partenaires. Les concentrations en PM<sub>10</sub> mesurées au niveau d'une station représentative du fond urbain au cours de l'année 2009 ont été comparées dans chaque ville. La seule ville dépassant la valeur limite de 40 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle de PM<sub>10</sub> était Thessalonique suivi de Venise, Barcelone, Marseille et Gênes dans un ordre décroissant. Les moyennes journalières en PM<sub>10</sub> ont montré un nombre de dépassements de la valeur limite supérieur à



**Moyenne annuelle en PM<sub>10</sub> au cours de l'année 2009**

la réglementation au cours de l'année 2009 pour les villes de Barcelone, Thessalonique et Venise.

### Inventaire des émissions

Afin de pouvoir reproduire au mieux les concentrations des polluants dans l'atmosphère à l'aide d'outils de simulations numériques, un inventaire des émissions de polluants a été réalisé sur chacun des territoires d'étude. Ce projet a permis un partage des méthodologies de calculs avec une attention particulière apportée aux émissions du transport maritime.

Les émissions de particules se répartissent de manière différente entre les secteurs d'activité suivant les territoires. Globalement, les plus fortes contributions sont associées au transport routier, à l'industrie et au résidentiel tertiaire.

#### *Principaux secteurs d'émission de PM<sub>10</sub> sur les domaines d'étude de chaque partenaire.*

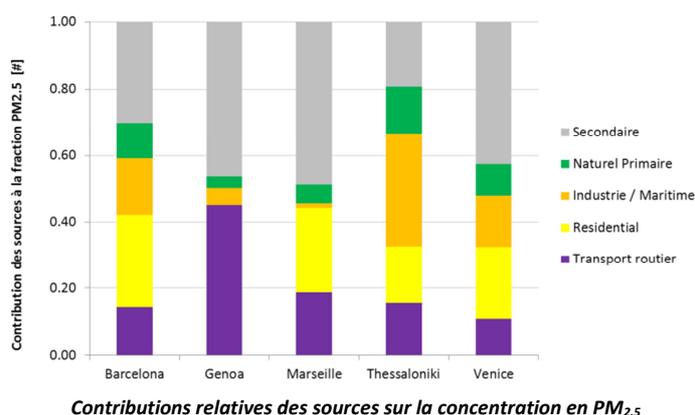
PM10	Premier contributeur	Second contributeur	Troisième contributeur
Barcelone	Routier (28%)	Industrie (20%)	Agriculture (15%)
Gênes	Routier (48%)	Non routier* (22%)	Energie (10%)
Marseille	Industrie (35%)	Routier (29%)	Résidentiel (13%)
Thessalonique	Industrie (56%)	Résidentiel (12%)	Non routier** (10%)
Venise	Résidentiel (39%)	Routier (25%)	Non routier** (11%)

\* incluant le transport maritime / \*\* excluant le transport maritime

### Campagne de mesure et contribution des sources

Cette partie présente les travaux menés par l'Université d'Aix-Marseille dans le cadre de ce projet et par les partenaires scientifiques impliqués dans les campagnes de mesures.

Une première campagne de mesure a réuni tous les partenaires du projet à Marseille dans le cadre d'une campagne d'inter-comparaison. Cette campagne s'est déroulée sur le site de « 5 Avenues », représentatif d'une pollution de fond urbain sur Marseille, entre le 25 janvier et le 2 mars 2011. Une caractérisation physico-chimique complète de l'aérosol a été réalisée par tous les partenaires. Ces

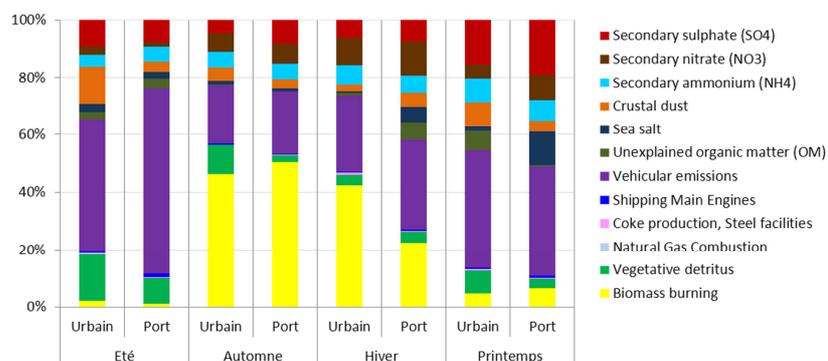


analyses ont ensuite été utilisées dans deux méthodes de détermination des contributions des sources : la méthode PMF utilisée par Barcelone, Gênes, Thessalonique et Venise, la méthode CMB utilisée par Marseille. Les résultats obtenus sont cohérents entre les partenaires. Une différence significative est observée pour les résultats obtenus par Gênes en raison de l'absence de mesures de marqueurs permettant de distinguer les contributions du transport routier et du résidentiel.

La seconde partie de cette étude a été réalisée sur les territoires respectifs de chaque partenaire. Une campagne de mesure d'une durée de un an a permis de définir, sur la base de mesures, les contributions des sources sur les concentrations en particules sur deux sites d'échantillonnage, un site représentatif de la pollution urbaine et un site à proximité des activités portuaires. Sur Marseille, le premier site était le site de « 5 Avenues » et le second était situé à l'intérieur des bassins Est du port de Marseille-Fos. La campagne s'est déroulée entre juillet 2011 et juillet 2012, avec une collecte des échantillons de PM<sub>2.5</sub>. Une spéciation complète de l'aérosol a permis d'estimer la contribution des différentes sources de pollution sur la concentration en PM<sub>2.5</sub> à Marseille en utilisant la méthode CMB.

Les résultats obtenus montrent que la combustion de biomasse est la source prépondérante au cours de la période hiver-automne sur le site de fond urbain. Pour la période printemps-été, la concentration en PM<sub>2.5</sub> est en majorité associée aux émissions du transport routier. Sur le site du port, la contribution du transport routier est majoritaire pour toutes les saisons à l'exception de l'automne, où la contribution de la combustion de biomasse est prépondérante. Ce résultat s'explique par la proximité de l'autoroute par rapport au site d'échantillonnage.

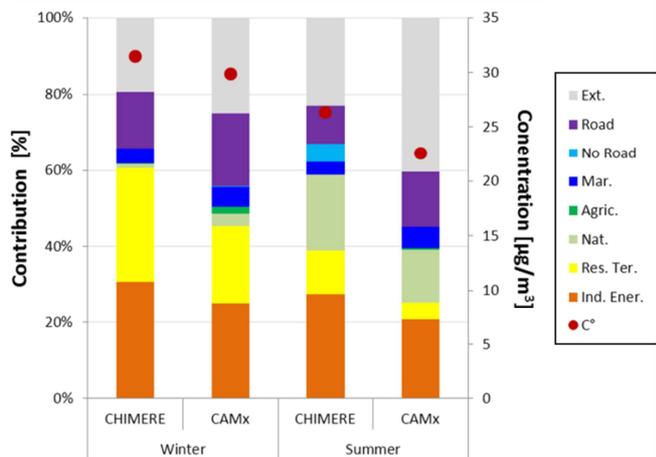
Les contributions du transport maritime représentent une faible fraction des concentrations en PM<sub>2.5</sub>, avec 0.8% et 1.2% pour le site de fond urbain et le site du port respectivement.



Contributions relatives des sources sur la concentration en PM<sub>2.5</sub> à Marseille par la méthode CMB

### Modélisation et contribution des sources

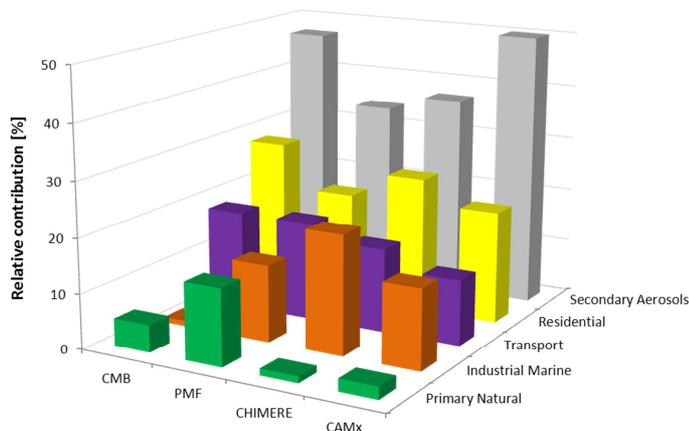
Les contributions des sources d'émissions de polluants sur les concentrations en particules ont été estimées à l'aide de deux modèles déterministes de chimie-transport, CHIMERE et CAMx, suivant deux méthodes : une adaptation de la méthode « zéro-émission » et une approche « traceur réactif » respectivement. Au cours de la période d'étude hivernale où plusieurs dépassements de la valeur limite journalière sont observés, les principaux contributeurs sont les secteurs de l'industrie-énergie ou le résidentiel-tertiaire. Le transport routier présente également des contributions significatives. La période estivale met en évidence la contribution du transport longue-distance, en provenance de territoires extérieurs au dernier domaine de simulation. Les principaux contributeurs locaux sont le secteur de l'industrie-énergie et le secteur naturel. Des contributions significatives du transport routier sont également observées durant plusieurs jours.



**Contribution relative des sources sur les concentrations mensuelles en PM<sub>10</sub> à « 5 Avenues » avec CHIMERE et CAMx. Les points rouges représentent la concentration totale.**

Les résultats obtenus pour les PM<sub>10</sub> au cours de la période hivernale sont relativement similaires entre les deux approches avec des contributions importantes des secteurs de l'industrie-énergie, du résidentiel-tertiaire et du transport routier. La période estivale montre des différences plus marquées avec une contribution prépondérante du transport longue-distance dans le modèle CAMx, moins marquée avec le modèle CHIMERE. Les contributions des secteurs industrie-énergie et résidentiel sont plus importantes avec le modèle CHIMERE, comme en hiver. Les contributions du secteur maritime sont aux alentours de 5% pour les deux modèles et au cours des deux périodes d'étude.

Au cours de la saison hivernale, les résultats basés sur les observations et les simulations numériques présentent une large fraction de particules secondaires, de 34% à 51% des concentrations de PM<sub>2.5</sub>. Les résultats des simulations numériques sont dans la gamme de ceux des modèles récepteurs. Le principal contributeur à la fraction primaire des PM<sub>2.5</sub> est le secteur du résidentiel-tertiaire pour toutes les approches étudiées. Ce secteur est principalement associé aux émissions de bois de chauffage. Sa contribution est comprise entre 20% et 28% des PM<sub>2.5</sub> primaires pour les modèles récepteurs. Les contributions obtenues à partir des modèles numériques se trouvent dans cette gamme. Les contributions associées au transport routier sont également cohérentes entre les modèles récepteurs (18-18%) et numériques (15-12%).



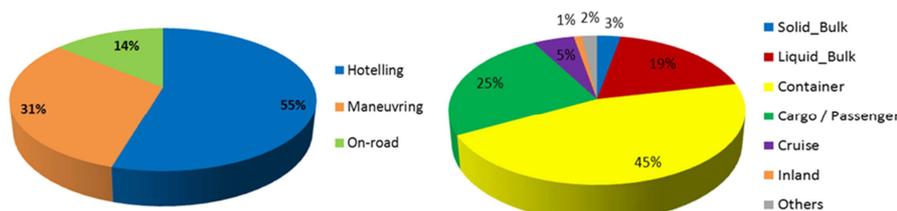
**Contributions relatives des secteurs d'émissions sur les concentrations en PM<sub>2.5</sub> primaires à « 5 Avenues » en hiver à partir des méthodes CMB et PMF et des modèles CHIMERE et CAMx**

### Identification des activités portuaires à risque

Après avoir évalué la contribution des activités maritimes sur les concentrations en particules, les secteurs d'activité portuaires les plus pénalisants pour la qualité de l'air ont été déterminés. Cette étude a été réalisée sur la base des calculs des émissions du transport maritime à partir de

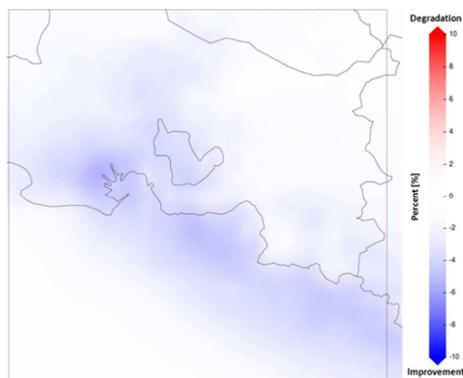
l'inventaire le plus récent, puis en utilisant les projections de développement des activités du GPM pour les années 2020 et 2030.

**Contributions des différentes phases et des activités portuaires sur le total des émissions maritimes de PM<sub>2.5</sub> sur le domaine APICE pour l'année 2020**



La phase la plus pénalisante pour les émissions maritimes est le stationnement à quai pour tous les polluants à l'exception des émissions de NO<sub>x</sub>. Ce résultat devrait également être vérifié pour les années 2020-2030. Actuellement, l'activité « vraquier liquide » est la plus pénalisante sur le bassin ouest et devrait être remplacée par l'activité « conteneur » dans le futur. L'activité « Cargo-passager » est, et sera, l'activité la plus pénalisante sur le bassin est.

### Les scénarios de développement des activités portuaires



**Différence relative entre le scénario «Future Référence» et le scénario « Très Basse Teneur en Soufre » pour les concentrations en PM<sub>2.5</sub>**

Le calcul de scénarios permet d'évaluer les mesures au regard des objectifs recherchés pour orienter les stratégies de développement durable d'aménagement des zones côtières. La prise en compte des activités maritimes pour l'année 2025 permet de définir la situation de référence pour l'évaluation des actions proposées.

Le premier scénario porte sur l'utilisation d'un carburant très basse teneur en soufre par les navires permettant de réduire les émissions de précurseurs gazeux des particules secondaires. Le second scénario, ajoute à cette action une diminution des émissions de particules primaires de 20%. Les résultats obtenus montrent que ces actions permettaient des diminutions des concentrations en PM<sub>2.5</sub> de 6% et 8% respectivement au maximum.

La troisième action évalue le raccordement à quai de trois navires à passagers durant leur période de stationnement dans les bassins Est du GPM. La suppression de leurs émissions à quai permettrait une réduction des concentrations en PM<sub>2.5</sub> et NO<sub>2</sub> principalement à proximité de leur terminal d'escale, avec une diminution maximale respective de 0.25 µg/m<sup>3</sup> et 3.4 µg/m<sup>3</sup>. Une quatrième simulation évalue l'impact sur la qualité de l'air qu'entraînerait un déplacement de l'activité croisière sur un nouveau terminal

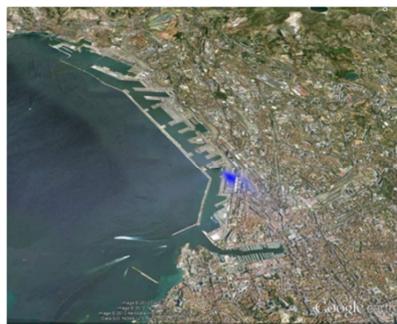


**Différence relative entre le scénario «Future Référence» et le scénario « GNL » pour les concentrations en PM<sub>2.5</sub>**

construit plus proche du centre-ville de Marseille. Un dernier scénario étudie l'intérêt de l'utilisation d'un carburant type GNL par les navires à passagers. Les simulations montrent une diminution significative des concentrations en  $PM_{2.5}$  sur l'ensemble des bassins Est du port de Marseille-Fos, avec une réduction relative maximale de -8% par rapport au scénario « Future référence ».

### Plan d'actions

Le projet devait porter à la connaissance des décideurs politiques les résultats scientifiques des études afin de pouvoir intégrer dans des plans locaux des actions concrètes et efficaces sur le long terme pour permettre une amélioration de la qualité de l'air à proximité des sites portuaires et industriels et un développement durable des zones côtières tout en préservant leur potentiel économique. A ce titre, les études menées par les différents partenaires du projet ont orienté les réflexions des groupes de travaux élaborant le Plan de Protection de l'Atmosphère sur les Bouches-du-Rhône (PPA13). Ainsi, une des actions inscrites dans le PPA13 porte sur la réduction des émissions des navires durant leur phase de stationnement par l'application de la solution OPS (On-shore Power Supply) qui permet de supprimer les émissions à quai grâce au raccordement au réseau électrique terrestre durant les escales. Cette action a été évaluée dans le cadre des scénarios de développement de l'activité portuaire et permettrait une amélioration de la qualité de l'air à proximité des navires. Egalement, les outils développés au cours de ce projet ont permis d'estimer les contributions des différentes sources d'émissions de polluants sur les concentrations en



*Différence relative en 2025 par le scénario « Electrification des quais » pour les concentrations en  $PM_{2.5}$ .*

particules. Au cours de la saison hivernale le secteur du résidentiel-tertiaire, dominé par les émissions issues de la combustion de biomasse, représente la plus forte contribution sur les concentrations totales en  $PM_{2.5}$  parmi l'ensemble des secteurs d'émissions de polluants. Une action visant à réduire les émissions des petites installations de combustion de bois durant la période hivernale a ainsi été inscrite dans le PPA13. Enfin, les campagnes de mesures sur Marseille ont mis en évidence une contribution significative de la combustion de biomasse et notamment des brûlages. En réponse à ce résultat, une action du PPA13 réaffirme l'interdiction de brûler les déchets verts.

### Stratégie transnationale

L'élaboration d'une stratégie transnationale commune met en évidence plusieurs points importants portant sur:

- la territorialisation des réglementations internationales et européennes et leurs liens avec les spécificités locales, caractérisées par l'importante diversité territoriale de chaque ville portuaire.
- la nécessité de regrouper les acteurs locaux majeurs pour prendre position dans les débats internationaux, qui rassemblent les acteurs économiques tels que les grands armateurs, et orienter les discussions vers un développement durable.



- la nécessité de regrouper les acteurs locaux majeurs pour partager les pratiques et les procédures les plus efficaces, pour atteindre les objectifs environnementaux définis dans les politiques européennes et participer au développement des innovations.

### **Conclusion**

Les résultats finaux correspondent aux attentes de de la politique EU-MED puisqu'ils renforcent la disponibilité d'outils d'aide à la décision pour permettre à tous les acteurs de respecter les normes de qualité de l'air définies dans la réglementation actuelle. La stratégie transnationale, et sa déclinaison dans tous les territoires du projet, porte sur les transports et les aspects énergétiques, définis comme des priorités par l'Union Européenne et le Programme MED.

En supplément des objectifs initiaux, les études menées tout au long du projet ont permis de produire une quantité de données qui devra encore être exploitée en profondeur afin d'améliorer les connaissances sur les particules, leurs origines, leurs transformations et leurs interactions dans l'atmosphère. Ces connaissances serviront à l'amélioration des outils de modélisation dans leurs prévisions sur le court et moyen terme, l'analyse d'épisodes de pollution, le calcul de l'exposition des personnes et également dans l'élaboration des plans d'actions et dans leurs évaluations.