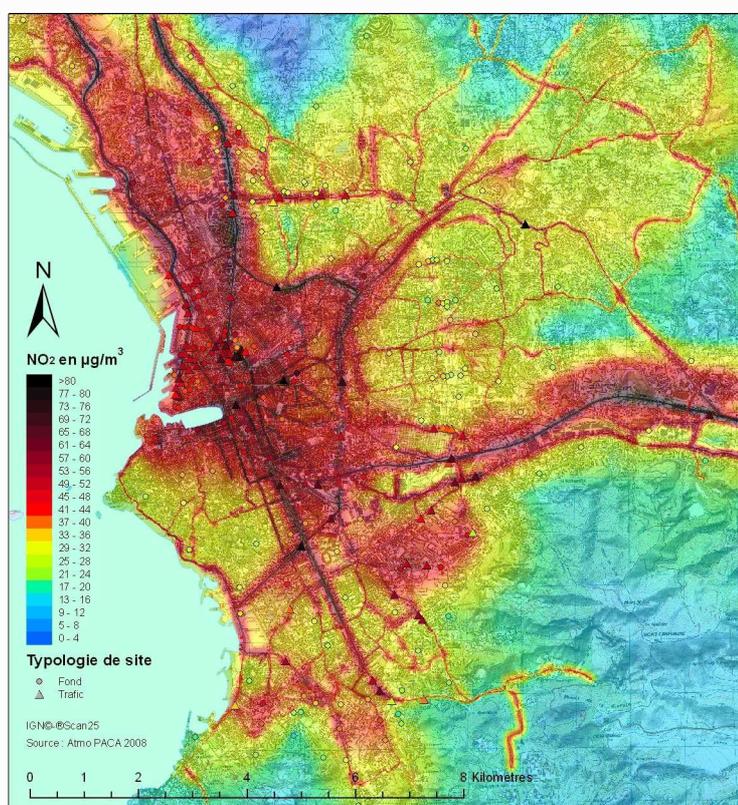


# CARTOGRAPHIE DE LA QUALITE DE L'AIR SUR L'AGGLOMERATION MARSEILLAISE ETAT 2001 A 2005

[www.atmopaca.org](http://www.atmopaca.org)



## EMISSIONS, MESURES ET MODELISATION

**SIÈGE SOCIAL**  
Le Noilly Paradis  
146 rue Paradis – 13286 Marseille cedex 06  
Tél. : 04 91 32 38 00

**ÉTABLISSEMENT DE NICE**  
Nice Leader - Tour Hermès - DRIRE  
64-66 route de Grenoble 06200 Nice  
Tél. : 04 93 18 88 00

Date de publication : 06/2008  
Numéro de projet : 01EXPO011  
Rédacteurs : PLO / LM

# SOMMAIRE

|   |          |
|---|----------|
| <b>1. CONTEXTE .....</b>  | <b>3</b> |
| <b>2. LES EMISSIONS SUR LA COMMUNAUTE URBAINE DE MPM ET SUR MARSEILLE .....</b>   | <b>3</b> |
| 2.1. BILAN DES EMISSIONS : .....  | 3        |
| 2.1.1. EMISSIONS DE MPM EN CHIFFRES .....   | 3        |
| 2.1.2. ANALYSE SECTORIELLE DES EMISSIONS SUR MPM.....   | 3        |
| 2.2. POSITIONNEMENT DE MPM ET DE L'UNITE URBAINE DE MARSEILLE AIX PAR RAPPORT<br>AUX BOUCHES DU RHONE .....             | 3        |
| <b>3. CAMPAGNE EN 2005 : MESURES ET CARTE DES CONCENTRATIONS PAR SITE .....</b>   | <b>3</b> |
| 3.1. PRESENTATION DE L'ETUDE .....  | 3        |
| 3.2. NIVEAUX DE DIOXYDE D'AZOTE (NO <sub>2</sub> ) PAR RAPPORT AUX NORMES ET CARTE DES<br>CONCENTRATIONS PAR SITE ..... | 3        |
| 3.3. NIVEAUX DE BENZENE, TOLUENE ET XYLENE (BTX) PAR RAPPORT AUX NORMES ET<br>CARTOGRAPHIE.....                         | 3        |
| 3.4. PARTICULES EN SUSPENSION (PM10) .....  | 3        |
| 3.5. MONOXYDE DE CARBONE (CO).....  | 3        |
| 3.6. NOTIONS CLEFS SUR LA QUALITE DE L'AIR EN VILLE .....   | 3        |
| 3.7. CONCLUSION.....  | 3        |
| <b>4. CARTOGRAPHIES MODELISEES DE LA QUALITE DE L'AIR : DIOXYDE D'AZOTE ET<br/>BENZENE.....</b>                         | <b>3</b> |
| 4.1. CARTOGRAPHIE DE LA POLLUTION DE FOND .....   | 3        |
| DIOXYDE D'AZOTE : .....   | 3        |
| BENZENE : .....   | 3        |
| 4.2. CARTOGRAPHIE DE LA POLLUTION DE PROXIMITE .....  | 3        |
| 4.3. CARTOGRAPHIE FINALE : COMBINAISON POLLUTION DE FOND ET DE PROXIMITE .....  | 3        |
| DIOXYDE D'AZOTE : .....   | 3        |
| BENZENE : .....   | 3        |
| <b>5. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES .....</b>   | <b>3</b> |
| <b>6. LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES .....</b>   | <b>3</b> |

# 1. CONTEXTE

ATMO PACA surveille la qualité de l'air sur la région selon une stratégie définie dans son Plan de Surveillance de la Qualité de l'Air et en lien avec les attentes des membres de l'association.

La Communauté Urbaine de Marseille Provence Métropole a bénéficié ces dernières années, en parallèle au développement et à l'optimisation de son réseau de stations permanentes, de la mise en œuvre de modèles et de prévisions de la pollution, actions inscrites dans le cadre de l'amélioration de la surveillance sur l'agglomération en lien avec les exigences réglementaires et en lien avec plusieurs projets plus globaux auxquels Atmo PACA participe.

Un programme d'étude pour qualifier l'air des quartiers de Marseille, a été lancé sur plusieurs années. Ce programme s'appuie sur des méthodes qui associent mesures sur le terrain et modélisation.

L'objectif de ce rapport est de présenter une synthèse de ces travaux réalisés entre 2001 et 2005.

Pour cela, Atmo PACA a réalisé :

- un **cadastre des émissions** portant sur l'année 1999, réalisé en 2003. Ce cadastre porte sur une centaine de polluants et plus de 50 secteurs d'activités, pour une résolution kilométrique (information par maille de 1km de côté). Il est actuellement en cours de réactualisation sur la base de données 2004. Une synthèse des résultats pour 1999 est incluse dans ce rapport.
- différentes **campagnes de mesures**, réalisées dans l'objectif d'établir l'état de la qualité de l'air au regard des normes. Ces campagnes ont été localisées essentiellement dans Marseille : Gare Saint Charles, Boulevard Urbain Sud (BUS), Axe Littoral, Rocade L2, La Cayolle, Menpenti. Les rapports d'études de chacune de ces campagnes sont disponibles en téléchargement sur le site internet : [www.atmopaca.org](http://www.atmopaca.org).

En 2005, afin de répondre notamment aux questions d'exposition des populations posées par les acteurs de la santé (résolution des données à l'îlot et non plus à l'échelle du territoire et données de pollution aux échelles annuelle puis journalière et horaire), une campagne de mesure complémentaire a été menée sur l'agglomération marseillaise ; celle-ci permettant de compléter l'information sur l'ensemble de la ville.

Il s'agissait d'évaluer finement la qualité de l'air sur l'agglomération marseillaise et d'en publier un état pour l'année 2005. Cette vaste campagne de mesure a largement enrichi la connaissance des quartiers.

- une **modélisation géostatistique** à l'échelle de l'année, à haute résolution (maille de 20 m de côté), de la pollution urbaine (dioxyde d'azote et benzène) de l'agglomération qui soit représentative des années 2001 à 2005: les données sources sont constituées des émissions sur l'agglomération, des données de trafic et des mesures.

Un premier modèle déterministe permet d'estimer les concentrations maximales en dioxyde d'azote et en benzène sur 650 brins routiers de Marseille (cartographie de proximité). Des modèles géostatistiques permettent ensuite de fournir une carte de la pollution de fond en dioxyde d'azote et en benzène sur l'agglomération et de coupler ces résultats à ceux de trafic pour aboutir à une cartographie estimée des teneurs spatialisées en dioxyde d'azote et en benzène (fond et proximité) sur l'ensemble de la ville.

**Cette cartographie présente une tendance de la pollution moyenne par quartier entre 2001 et 2005.** Malgré les incertitudes liées aux méthodes et aux données, elle permet de mettre en évidence le comportement des différents secteurs. Des résultats plus fins, en résolution spatiale (échelle de la rue) ou temporelle (échelle journalière ou horaire), ne pourront être produits qu'avec des outils de modélisation déterministe.

En termes de **perspectives**, deux volets supplémentaires pourraient être réalisés :

- La modélisation de la qualité de l'air sur Marseille à différentes résolutions spatiales et temporelles, par des approches numériques et l'extension de ces méthodologies à MPM.
- L'évaluation de l'exposition potentielle des populations à la pollution, en couplant les résultats des concentrations en polluants cartographiées avec la répartition de la population sur la communauté urbaine.

## 2. LES EMISSIONS SUR LA COMMUNAUTE URBAINE DE MPM ET SUR MARSEILLE

### 2.1. BILAN DES EMISSIONS :

L'inventaire d'émissions réalisé par Atmo PACA en 2003 porte sur l'année de référence 1999. Sa mise à jour pour l'année 2004 sera disponible fin 2008.

La réalisation d'un inventaire des émissions consiste en un calcul théorique des flux de polluants émis dans l'atmosphère (masses de composés par unité de temps). Ce calcul est généralement réalisé par un croisement entre les données dites primaires (statistiques, comptages, enquêtes, besoins énergétiques...) et des facteurs d'émissions issus d'expériences météorologiques ou de modélisation. Les émissions sont calculées à l'échelle du km<sup>2</sup>, mais aussi à l'échelle de la commune.

Le bilan d'émission de la Communauté Urbaine de Marseille Provence Métropole est ici donné par activité sectorielle et par polluant. Des données fines par type d'activités sont disponibles à l'échelle de chaque commune.

#### 2.1.1. EMISSIONS DE MPM EN CHIFFRES

Tableau 1 : Emissions sur MPM (Année 1999) par activité et polluant -

|                                   | NOx<br>t/an   | CO<br>t/an     | CO <sub>2</sub><br>kt/an | SO <sub>2</sub><br>t/an | COVNM<br>t/an | Particules<br>t/an | PM10<br>t/an | PM2.5<br>t/an |
|-----------------------------------|---------------|----------------|--------------------------|-------------------------|---------------|--------------------|--------------|---------------|
| Transports routiers               | 7 700         | 25 811         | 1 221                    | 250                     | 4 087         | 538                | 538          | 485           |
| Transports non routiers           | 265           | 799            | 49                       | 290                     | 169           | 9                  | 9            | 8             |
| Résidentiel/tertiaire             | 950           | 4 995          | 1 348                    | 637                     | 2 124         | 95                 | 88           | 84            |
| Industrie/déchets                 | 773           | 4 821          | 576                      | 3 315                   | 2 636         | 159                | 113          | 103           |
| Production/distribution d'énergie | 1 594         | 180            | 589                      | 13 872                  | 1 028         | 388                | 362          | 349           |
| Agriculture/sylviculture/nature   | 111           | 5              | 1                        | 1                       | 2 907         | 1                  | 1            | 1             |
| <b>TOTAL MPM</b>                  | <b>11 394</b> | <b>36 611</b>  | <b>3 783</b>             | <b>18 365</b>           | <b>12 951</b> | <b>1 190</b>       | <b>1 112</b> | <b>1 030</b>  |
| <b>Bouches du Rhône</b>           | <b>57 005</b> | <b>268 987</b> | <b>2 3400</b>            | <b>119 902</b>          | <b>59 136</b> | <b>11 152</b>      | <b>6 167</b> | <b>5410</b>   |
| <b>% MPM / BDR</b>                | <b>19.9 %</b> | <b>13.6 %</b>  | <b>16 %</b>              | <b>15.3 %</b>           | <b>21.9 %</b> | <b>10.7 %</b>      | <b>18 %</b>  | <b>19 %</b>   |

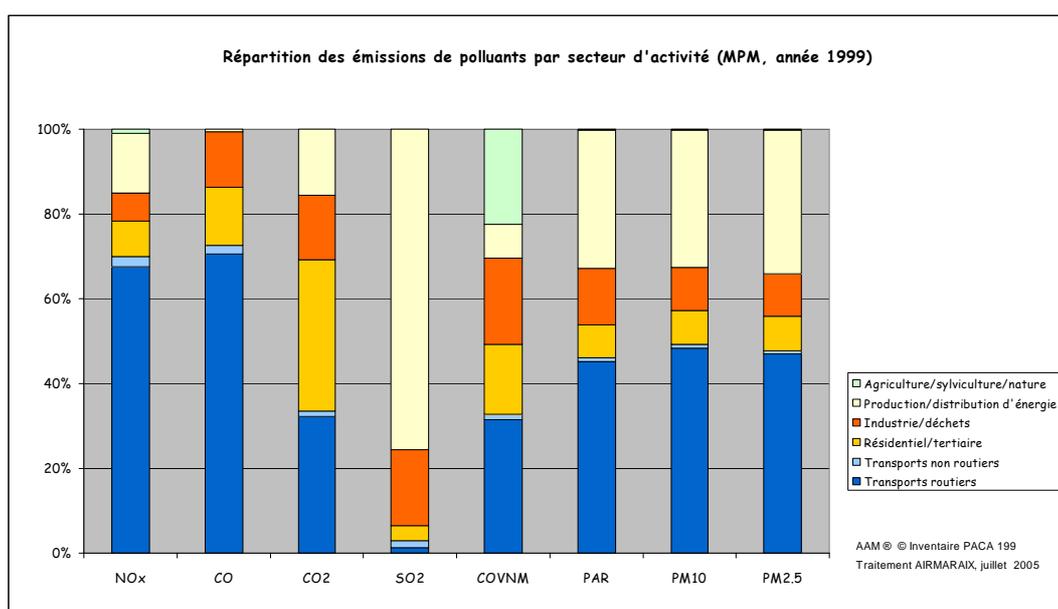


Figure 1 : Analyse sectorielle des émissions sur MPM

## 2.1.2. ANALYSE SECTORIELLE DES EMISSIONS SUR MPM

### LES OXYDES D'AZOTE (NO<sub>x</sub>)

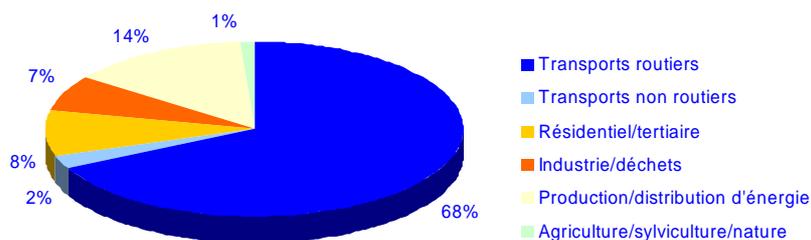


Figure 2 : Analyse sectorielle des émissions de NO<sub>x</sub>

Pour les oxydes d'azote, la part la plus importante des émissions provient des transports routiers, à hauteur de plus de 68%. La production d'énergie intervient pour 14%. Le résidentiel tertiaire et les activités industrielles sont, à part égale, à l'origine d'environ 8% des émissions de NO<sub>x</sub> de MPM

### LE MONOXYDE DE CARBONE (CO)

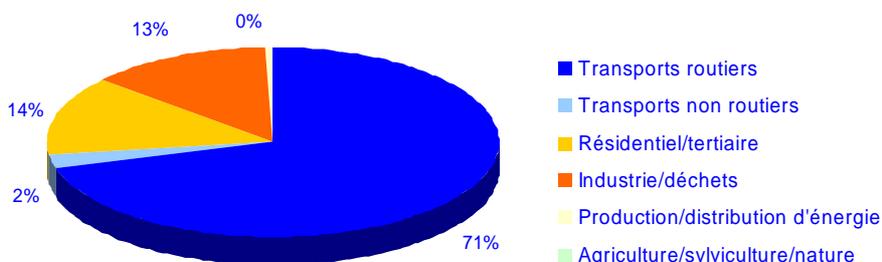


Figure 3 : Analyse sectorielle des émissions de CO

Les émissions de monoxyde de carbone proviennent en majorité des transports routiers, à hauteur 71%. Ensuite viennent à part égale le secteur résidentiel/tertiaire et le secteur industrie/déchets.

### LE DIOXYDE DE CARBONE (CO<sub>2</sub>)

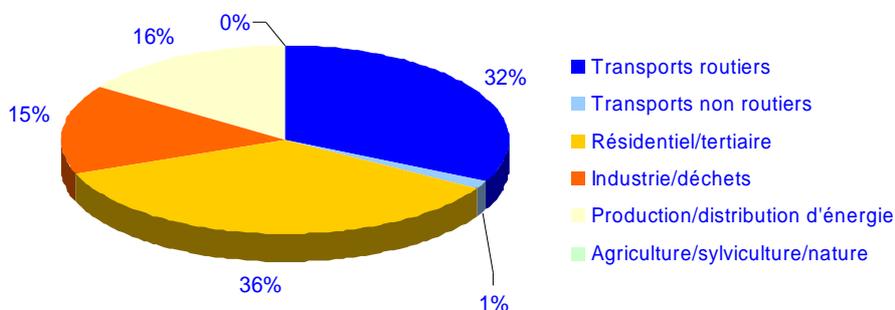


Figure 4 : Analyse sectorielle des émissions de CO<sub>2</sub>

Les activités « résidentiel/tertiaire » et « transports routiers » sont à l'origine de plus de la moitié des émissions de CO<sub>2</sub>. La distribution/production d'énergie et le secteur « industrie/déchets » sont responsables chacun d'environ 16% des émissions de CO<sub>2</sub>. L'agriculture émet à la marge (moins de 1%).

### LE DIOXYDE DE SOUFRE (SO<sub>2</sub>)

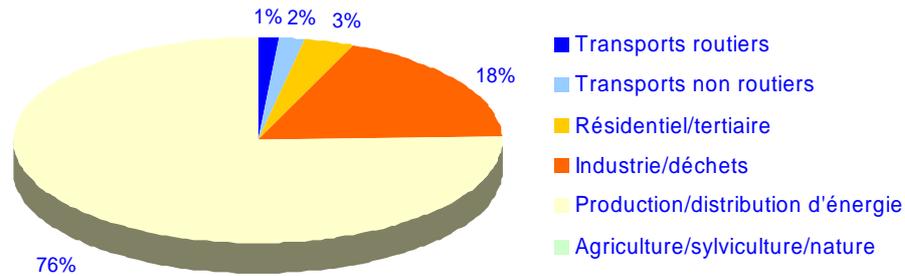


Figure 5 : Analyse sectorielle des émissions de SO<sub>2</sub>

Pour le dioxyde de soufre, les secteurs de la transformation et de la distribution de l'énergie d'une part, et de l'industrie et du traitement des déchets d'autre part, sont les principaux émetteurs. Ils regroupent à eux deux plus de 90% des émissions réparties de la façon suivante :

- 76% pour le secteur extraction et transformation de l'énergie,
- 18% pour le secteur de l'industrie et du traitement des déchets.

### LES COMPOSES ORGANIQUES VOLATILS NON METHANIQUE (COVNM)

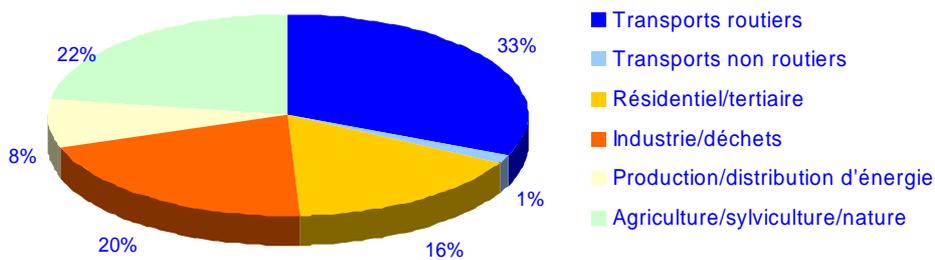


Figure 6 : Analyse sectorielle des émissions de COVNM

Les transports routiers sont à l'origine d'environ 33% des émissions de COVNM de MPM (cette part est la plus importante car l'on se situe en milieu urbain).

Les émissions biotiques (sylviculture, agriculture, nature, espaces verts) interviennent à hauteur d'environ 22% des émissions de COVNM sur MPM (elles représentent 60% des émissions de COVNM sur la région PACA).

Les activités industrielles constituent une source anthropique d'émissions de COVNM assez importante avec environ 20% pour le secteur de l'industrie (principalement industrie chimique) et du traitement des déchets et environ 8% pour le secteur de la transformation et de la distribution de l'énergie soit un total de 28%. Ces émissions sont, à contrario des émissions biotiques diffuses, généralement très localisées (sites industriels) et peuvent potentiellement induire des concentrations relativement élevées.

Pour ce polluant, il faut noter l'importance de l'évaporation qui représente environ 10% des émissions de COVNM du trafic routier et une part importante des émissions issues des secteurs industriel et énergétique.

Les émissions de COVNM relatives aux activités de transbordement sur le site du Port Autonome de Marseille sont également répertoriées et prises en compte dans ces résultats.

## LES PARTICULES

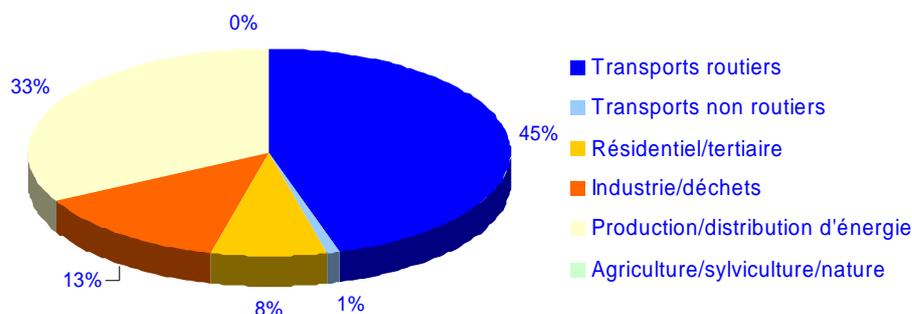


Figure 7 : Analyse sectorielle des émissions de particules totales (PAR), dont PM10 et PM2.5

La part majoritaire des émissions de particules sur MPM provient du trafic routier (45%). La part des transports augmente bien entendu sensiblement en centre urbain.

Les résultats montrent également la part non négligeable du secteur énergie/industriel (environ 46%)

Il faut noter ici que la prise en compte des particules n'est pas exhaustive dans cet inventaire : les émissions diffuses du tissu industriel, du secteur agricole (labourage), les particules issues de l'usure (pneus, freins, routes), et la remise en suspension des particules ne sont pas prises en compte.

La composition chimique des particules est complexe : toutes les particules n'ont pas le même impact sur la santé et la chimie de l'atmosphère. En outre il existe des particules secondaires (formées a posteriori à partir d'autres composés, particulaires ou non).

## 2.2. POSITIONNEMENT DE MPM ET DE L'UNITE URBAINE DE MARSEILLE AIX PAR RAPPORT AUX BOUCHES DU RHONE

Sur les Bouches du Rhône, les arrondissements de Marseille et d'Aix constituent la seconde source d'émissions de polluants atmosphériques après l'arrondissement d'Istres du fait de leur caractère urbain et des activités associées (résidentiel et tertiaire, PMI/PME, transports).

La part du trafic routier sur MPM est plus importante que dans le reste du département ou sur les autres arrondissements.

Le trafic routier est la principale source **d'émissions de NOx** avec plus de la moitié des émissions. Le secteur industriel est cependant non négligeable en 1999 sur l'unité urbaine avec la présence sur MPM d'importants sites émetteurs de NOx en particulier dans le secteur de l'énergie (pétrochimie à l'ouest de l'unité urbaine).

Les **émissions de CO2** proviennent à part égales du résidentiel tertiaire, des transports routiers, et de l'industrie et production d'énergie. Les émissions issues des secteurs résidentiels et tertiaires sont très variables d'une année à l'autre au regard de la signature climatique de l'année considérée (hiver rigoureux ou non...) et également très variables selon les saisons.

La répartition **des émissions de COVNM** est équilibrée entre les différents types de sources. L'unité urbaine de Marseille-Aix voit cependant se démarquer assez fortement le secteur industriel (environ 40% des émissions de COVNM) : stockages et manutention de produits pétroliers et de produits chimiques, industrie chimique, imprimerie, utilisation de solvants dans le tissu industriel diffus (PME/PMI).

Les transports routiers (imbrûlés dans la combustion, évaporations d'essence) et le résidentiel (utilisation domestique de solvants...) paraissent constituer deux contributions à peu près équivalentes aux émissions de COVNM (environ 20% transports routiers et 10% résidentiel).

Les émissions biotiques (sylviculture, agriculture, nature, espaces verts) interviennent à hauteur d'environ 20% des émissions de COVNM sur l'unité urbaine de Marseille.

Bien que les émissions de benzène soient moins bien connues, elles semblent provenir principalement des transports routiers et de certaines sources fixes comme les installations de chauffage et industries de la Vallée de l'Huveaune.

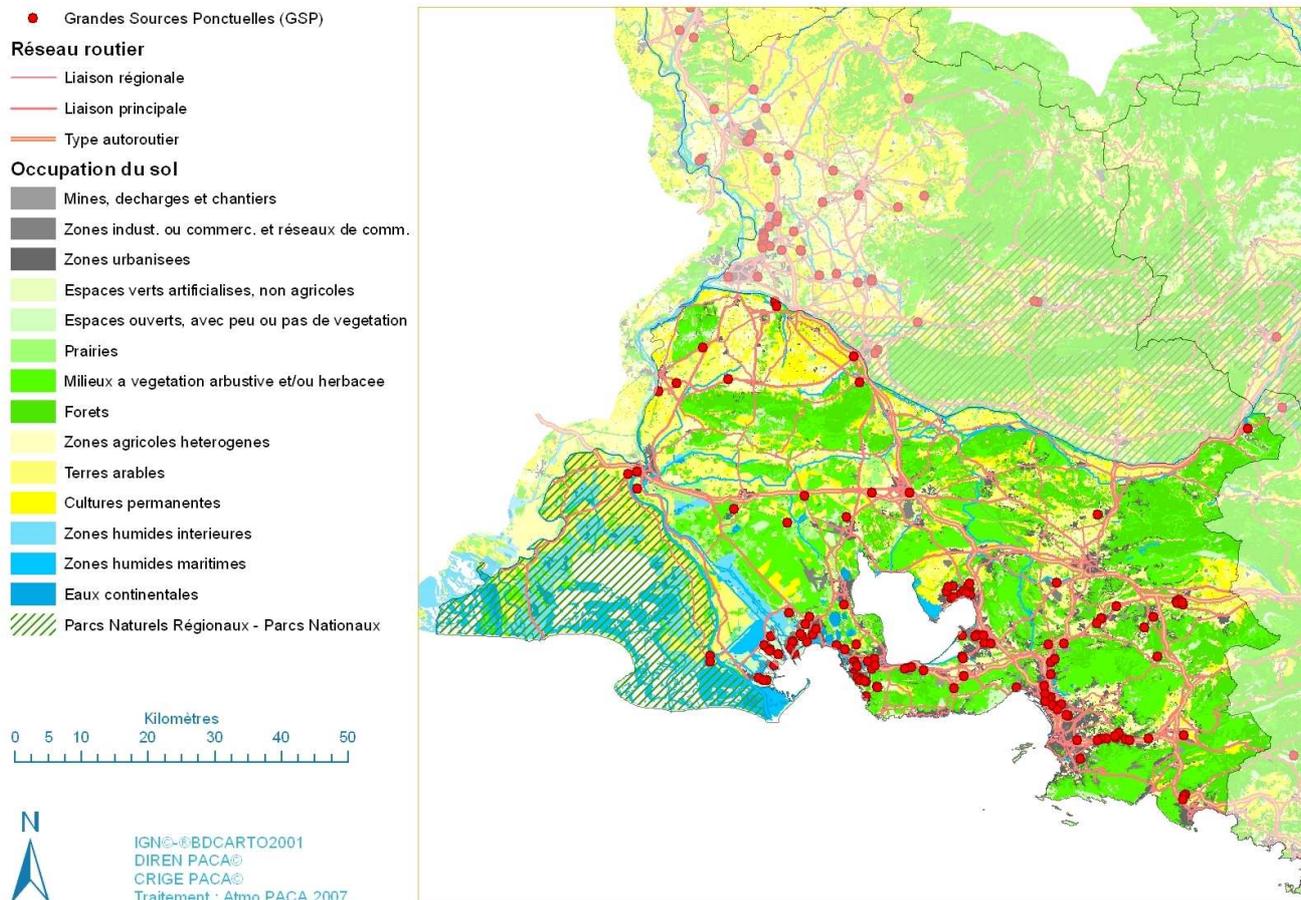


Figure 8 : Localisation des Grandes Sources Ponctuelles (GSP) sur les Bouches du Rhône

Les résultats ESCOMPTE (programme de caractérisation des émissions et de modélisation sur Marseille-Toulon, en 2001) tendent à montrer une part importante des secteurs résidentiel/tertiaire et industriel dans les émissions de particules de l'agglomération. Cependant ces résultats méritent d'être confirmés.

La réalité de l'origine des particules dans une agglomération comme Marseille est sans doute plus équilibrée entre les différents secteurs combustions résidentiel/tertiaire, procédés industriels et transports.

## 3. CAMPAGNE EN 2005 : MESURES ET CARTE DES CONCENTRATIONS PAR SITE

### 3.1. PRESENTATION DE L'ETUDE

La campagne de surveillance et de mesure de la qualité de l'air sur l'agglomération marseillaise s'est déroulée du 7 septembre au 2 novembre 2005, selon quatre périodes de prélèvements. Les moyens de mesure ont regroupé :

- Les sites de surveillance permanents de Marseille, soit 6 stations urbaines et 3 stations de trafic
- Un camion laboratoire mobile positionné au niveau du quartier de la Cayolle
- Une station temporaire (cabine) située dans le quartier Menpentí
- 133 sites de mesure du dioxyde d'azote dont 92 faisant l'objet d'une analyse conjointe de benzène, toluène et xylènes. 171 sites supplémentaires, réalisés lors de campagnes antérieures sur Marseille (2001 à 2005) ont également été utilisés (campagnes Gare Saint Charles, Rocade L2, Axe Littoral, BUS).

Au total 303 points de mesures sur Marseille ont fournis des valeurs pour 2005 en dioxyde d'azote dont 92 en benzène.

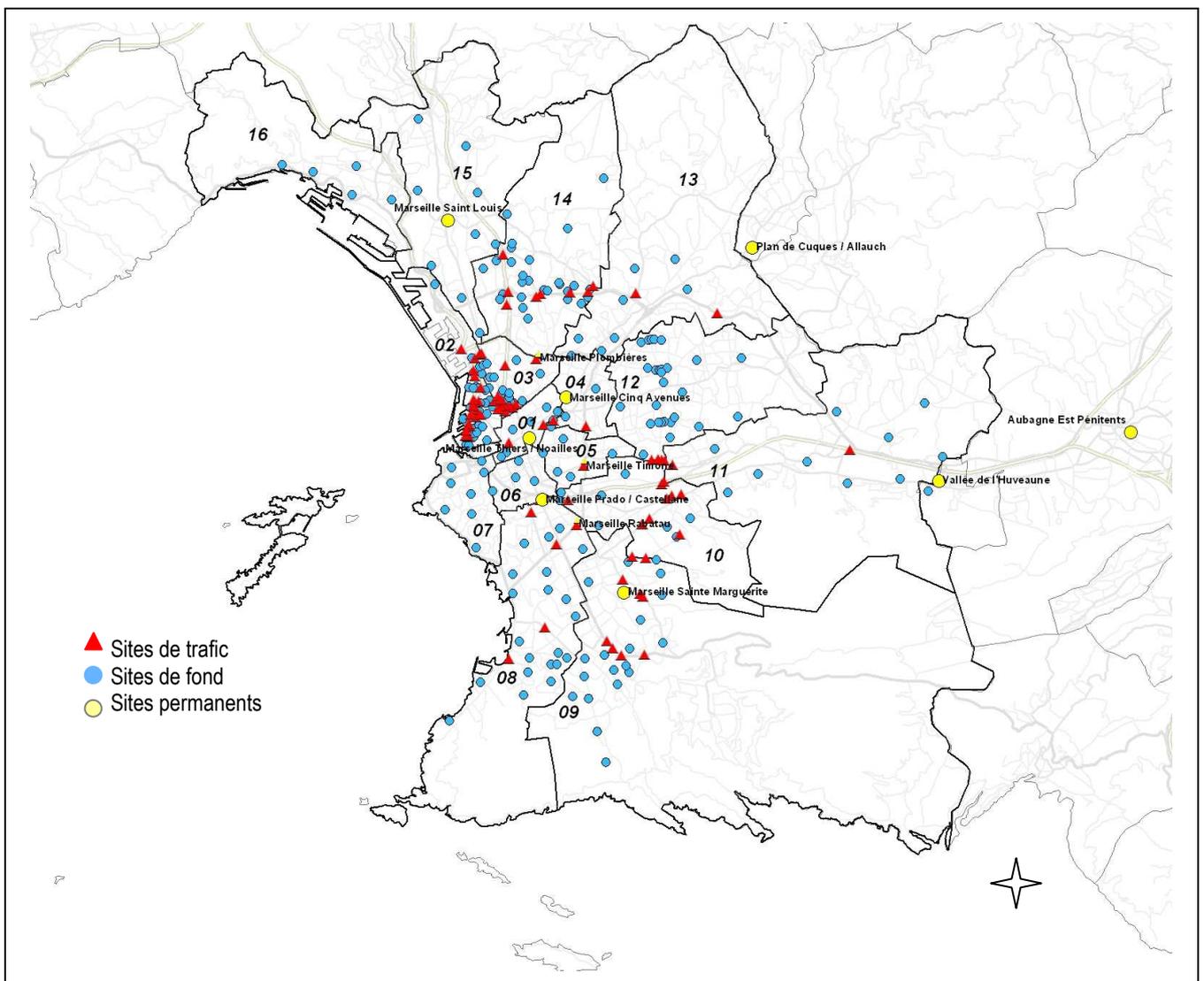


Figure 9 : Plan d'échantillonnage/ Typologie des sites

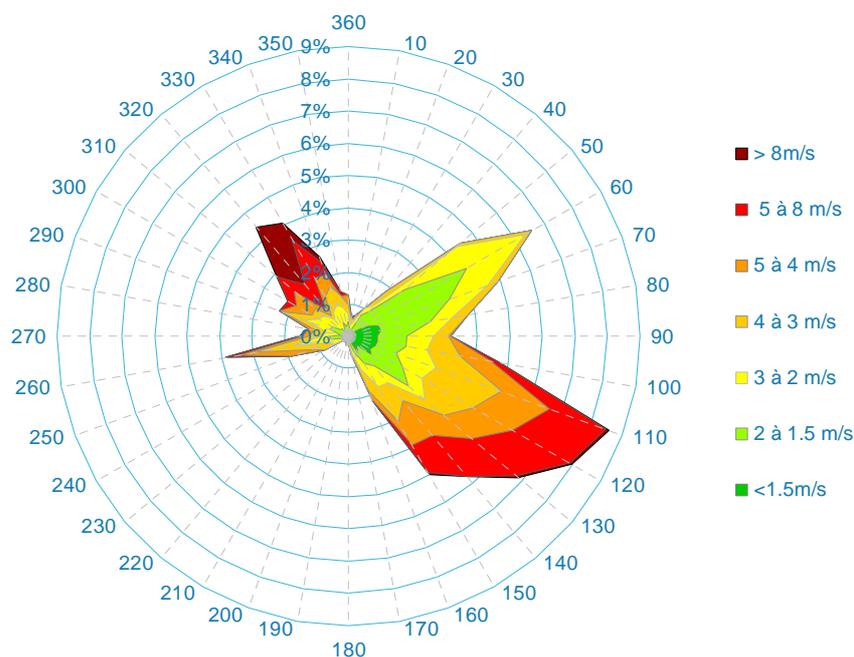


Figure 10 : Rose des vents pour la période du 7/09 au 02/11/2005, Marseille Hippodrome (Station Météo France, traitement Atmo PACA)

Les résultats en benzène et dioxyde d'azote, à partir de ces campagnes ont été estimés en moyenne annuelle afin de disposer de valeurs annuelles 2005 en chacun des points d'échantillonnage (comparaison des résultats des tubes à ceux des analyseurs, puis, comparaison des données des stations fixes sur la période de la campagne aux données des stations sur la période annuelle 2005).

Les valeurs annuelles obtenues sont ainsi comparées aux principales normes en vigueur. Celles ci sont indiquées dans le décret du 15 février 2002 (en annexe).

Les résultats en particules et monoxyde de carbone sont issus des stations du réseau fixe d'Atmo PACA et du camion laboratoire.

### 3.2. NIVEAUX DE DIOXYDE D'AZOTE (NO<sub>2</sub>) PAR RAPPORT AUX NORMES ET CARTE DES CONCENTRATIONS PAR SITE

#### CAMPAGNE DE 2005 SUR MARSEILLE

Tableau 2 : Moyennes annuelles 2005 estimées en dioxyde d'azote par site de mesure

| Site N° | Résultats NO <sub>2</sub> en µg/m <sup>3</sup> |                               | Typologie du site<br>U : Urbain T : Trafic | Site N° | Résultats NO <sub>2</sub> en µg/m <sup>3</sup> |                               | Typologie du site<br>U : Urbain T : Trafic |
|---------|--|-------------------------------|--|---------|--|-------------------------------|--|
|         | Libellé  | Moyenne annuelle 2005 estimée |  |         | Libellé  | Moyenne annuelle 2005 estimée |  |
| 110     | 234 AV DES OLIVES                              | 33                            | T  | 46      | 52 RUE ACIÉRIIS                                | 34                            | U  |
| 37      | 40 BD LIBÉRATION                               | 87                            | T  | 5       | BD FALCOT                                      | 33                            | U  |
| 13      | STATION PLOMBIÈRE // TRAFIC                    | 82                            | T  | 51      | RUE DES MYSOTIS                                | 33                            | U  |
| 100     | 322 AV DU PRADO // ROND POINT PRADO            | 78                            | T  | 8       | 29 BD LOUIS LAMATA                             | 33                            | U  |
| 33      | 26 CANEBIÈRE (ST FÉRRÉOL)                      | 75                            | T  | 107     | 13 RUE KALLISTE                                | 33                            | U  |
| 64      | STATION PARADIS // TRAFIC                      | 74                            | T  | 87      | RAY GRASSI (VÉLODROME)                         | 32                            | U  |
| 68      | 3 RUE SAKAKINI                                 | 70                            | T  | 83      | AVENUE MENDES FRANCE//PRADO PLAGE              | 32                            | U  |
| 104     | PRADO // TRAFIC                                | 67                            | T  | 21      | RUE ISAI'A                                     | 32                            | U  |
| 123     | 128 BD LIBÉRATION CÔTÉ RUE 1ER ÉTAGE           | 66                            | T  | 14      | BD CHARLES MARETTI                             | 32                            | U  |
| 124     | A 51 // AVE ST MENET                           | 65                            | T  | 33      | IMP PERPENDICULAIRE 50 RUE ST BARNABÉ          | 32                            | U  |
| 101     | ENTRÉE TUNNEL PRADO CARÉNAGE                   | 63                            | T  | 131     | 14 RUE LOUIS GROBET CÔTÉ RUE 4ÈME ÉTAGE        | 32                            | U  |
| 90      | STATION RABATAU // TRAFIC                      | 60                            | T  | 22      | GRANDE BASTIDE-CAZAUX                          | 31                            | U  |
| 88      | PLAN FOURMIGUIER (VIEUX PORT)                  | 54                            | U  | 50      | RÉSIDENTE LE BELVÉDÈRE                         | 31                            | U  |
| 106     | RUE D'HAMBOURG                                 | 53                            | T  | 74      | STADE ST HENRI // BD J. CASSONE                | 31                            | U  |
| 11      | RUE BONNARDEL // PLACE BERN. CADENAT           | 53                            | U  | 3       | 38 BD CENTRAL                                  | 31                            | U  |
| 65      | 38 BD STE MARGURITE                            | 53                            | T  | 75      | 29 BD DE LA FALAISE (ESTAGUE NORD)             | 31                            | U  |
| 25      | CONSEIL GÉNÉRAL                                | 51                            | U  | 105     | 32 ALLÉ BERGERONNETTES                         | 31                            | U  |
| 71      | 13 RUE DE LA ROTONDE // EGLISE GRECQUE         | 51                            | U  | 33      | TRAVERSE CHANNOT                               | 31                            | U  |
| 82      | PLACE FÉLIX BARET // PRÉFECTURE                | 51                            | U  | 42      | SATION SAINTE-MARGUERITE                       | 30                            | U  |
| 80      | 70 RUE D'ITALIE                                | 51                            | U  | 27      | 30-32 RUE DES MOUSSES                          | 30                            | U  |
| 102     | 40 RUE FÉLIX PYAT // AUTOROUTE NORD            | 49                            | T  | 94      | 23 BD MARIN                                    | 30                            | U  |
| 18      | MADRAGUE DE LA VILLE                           | 49                            | U  | 130     | 14 RUE LOUIS GROBET CÔTÉ JARDIN 4ÈME ÉTAGE     | 29                            | U  |
| 31      | PARC DU 26ÈME CENTENAIRE                       | 49                            | U  | 72      | 39 BD SACOMAN (ESTAGUE)                        | 29                            | U  |
| 73      | ESTIENNE D'ORVES                               | 48                            | U  | 116     | RUE DE LA BOURGADE                             | 29                            | U  |
| 15      | TRAVERSE DE LA MAISON BLANCHE                  | 48                            | U  | 38      | ZONE D'ACTIVITÉ DE LA MONTRE                   | 29                            | U  |
| 85      | 26 RUE BARTHÉLÉMIE                             | 47                            | U  | 47      | IMP ST JEAN DU DÉSERT                          | 29                            | U  |
| 48      | STATION TIMONE // TRAFIC                       | 47                            | T  | 73      | 44 CH DE MOZANBIQUE (MOUREPIANNE)              | 29                            | U  |
| 36      | 5 RUE MALAVAL                                  | 46                            | U  | 12      | RUE CADE                                       | 29                            | U  |
| 120     | STATION CABINE MENPENTI                        | 46                            | U  | 115     | 231 CLOS DE LA CERISE                          | 28                            | U  |
| 81      | 23 REU STANISLAS TORRENTS                      | 45                            | U  | 133     | STATION LA PENNE SUR HUYEAUNE                  | 28                            | P  |
| 78      | 21 RUE DE LA LOGE // MAIRIE                    | 45                            | U  | 121     | 209 TRAVERSE DE L'ABONDANCE                    | 28                            | U  |
| 13      | COLLÈGE CHAPE                                  | 44                            | U  | 30      | 448 CH DU ROUCAIS BLANC                        | 27                            | U  |
| 0       | OPÉRA  | 44                            | U  | 86      | RUE RABUTIN CHANTAL                            | 27                            | U  |
| 10      | BIBLIOTHÈQUE ALCAZART (DERRIÈRE)               | 43                            | U  | 132     | 1 RUE FERNAND PAURIOL 5ÈME ÉTAGE               | 27                            | U  |
| 16      | 8 RUE DE COUGIT                                | 43                            | U  | 43      | RUE DU DCT GIRBAL                              | 27                            | U  |
| 77      | TRAVERSE DU MOULIN À VENT                      | 43                            | U  | 7       | 67 AV DES LATIERS                              | 27                            | U  |
| 83      | 17 AV BENJAMIN DELESSERT                       | 42                            | U  | 111     | 55 TRAVERSE SUSINI                             | 26                            | U  |
| 4       | BD DE LETZ                                     | 42                            | U  | 108     | CHE DES CAMPANULES                             | 26                            | U  |
| 17      | 26 RUE CHARLES TELLIER                         | 42                            | U  | 23      | 5 ALLÉE DES LAURIERS                           | 26                            | U  |
| 3       | 41 RUE ISOARD                                  | 41                            | U  | 55      | 17 RUE FRONTI                                  | 26                            | U  |
| 45      | 59 RUE FRANÇOIS MAURIAC                        | 41                            | T  | 125     | CH DE ST MENET AU ACCATE                       | 26                            | U  |
| 41      | RUE PAPÉTY                                     | 41                            | U  | 117     | AV ABBE LAFRANCHI                              | 26                            | U  |
| 35      | 35 RUE DU BERCEAU                              | 40                            | U  | 29      | RUE AUGUSTE MARIN                              | 25                            | U  |
| 43      | 145 RUE JEANNE D'ARC                           | 40                            | U  | 63      | 55 ALLÉE DES PINS                              | 25                            | U  |
| 63      | TRAVERSE BD EXTÉRIEUR                          | 40                            | U  | 34      | 8 CH DU PONT                                   | 25                            | U  |
| 26      | RUE RAPHAEL PONSO                              | 40                            | U  | 2       | RUE DES ARGILIERS                              | 25                            | U  |
| 76      | 1 IMP SOLFÉRINO                                | 40                            | U  | 128     | 128 BD LIBÉRATION CÔTÉ JARDIN 1ER ÉTAGE        | 24                            | U  |
| 6       | IMP DE LA GENESTELLE                           | 39                            | U  | 112     | ALL DES PINSONS                                | 24                            | U  |
| 36      | 2 RUE CHAIX (RUE DES LYS)                      | 39                            | U  | 109     | 28 TRAVERSE DU MAROC                           | 24                            | U  |
| 35      | 17 BD GUSTAVE DESPLACE                         | 38                            | U  | 54      | 54 BD JOACHIM ELIE VÉZIEN                      | 23                            | U  |
| 67      | RUE TERRUSSE(CHAYE)                            | 38                            | U  | 113     | IMP BARIELLE                                   | 23                            | U  |
| 40      | STATION THIERS NOAILLES                        | 38                            | U  | 60      | 109 BD GOUFONNE                                | 23                            | U  |
| 91      | STATION PRADO                                  | 38                            | U  | 118     | 1 CHEMIN DES RESTANQUES                        | 23                            | U  |
| 1       | TRAVERSE MARITIME                              | 38                            | U  | 44      | RUS ST MARCEL                                  | 23                            | U  |
| 37      | RUE DU PLATEAU                                 | 38                            | U  | 126     | IMP DES ÉTOILES                                | 21                            | U  |
| 33      | 3 RUE PIERRE LALOU (PLAINE)                    | 37                            | U  | 114     | 43 RUE DE LISSANDRE                            | 21                            | U  |
| 56      | AV ALEXANDRE DUMA // LYCÉE DAUMIER             | 37                            | T  | 59      | LA CAYOLLE // 22 BD VAUCAUSSON                 | 21                            | U  |
| 66      | COLLEGE SAINT JOSEPH DE LA MADELEINE           | 36                            | U  | 62      | 100 RUE JEAN ROUBIN                            | 21                            | U  |
| 119     | STATION ST LOUIS                               | 36                            | U  | 38      | BD DU TEME TIRALLEUR ALGÉRIEN                  | 20                            | U  |
| 84      | 9 RUE HENRI CHENEALUX                          | 35                            | U  | 57      | IMP POURIÈRE                                   | 20                            | U  |
| 20      | 54 RUE ROQUEBRUNE                              | 35                            | U  | 123     | BD RANCUREL                                    | 19                            | U  |
| 28      | 14B IMP DES PEUPLIERS                          | 35                            | U  | 61      | RUE GÉNÉRAL KOENING                            | 18                            | U  |
| 70      | STATION CING AVENUES                           | 35                            | U  | 103     | AV DE LA CAMPAGNE BERGER                       | 18                            | U  |
| 32      | NOTRE DAME DE LA GARDE                         | 35                            | U  | 53      | BD DU TRIDEMT                                  | 18                            | U  |
| 122     | CH DE LA GARE (ATOCHEM // ARKEMA)              | 35                            | U  | 58      | STATION LABO LA CAYOLLE                        | 16                            | U  |
| 24      | TRAVERSE CROIX DE FER                          | 34                            | U  | 52      | 3 RUE COPELLO                                  | 15                            | U  |
| 92      | 11 RUE DAVID DELPIANNE                         | 34                            | U  |         |  |                               |  |

Valeur limite (échéance 2010) : 40 µg/m<sup>3</sup> - Valeur limite (en 2005) : 50 µg/m<sup>3</sup>

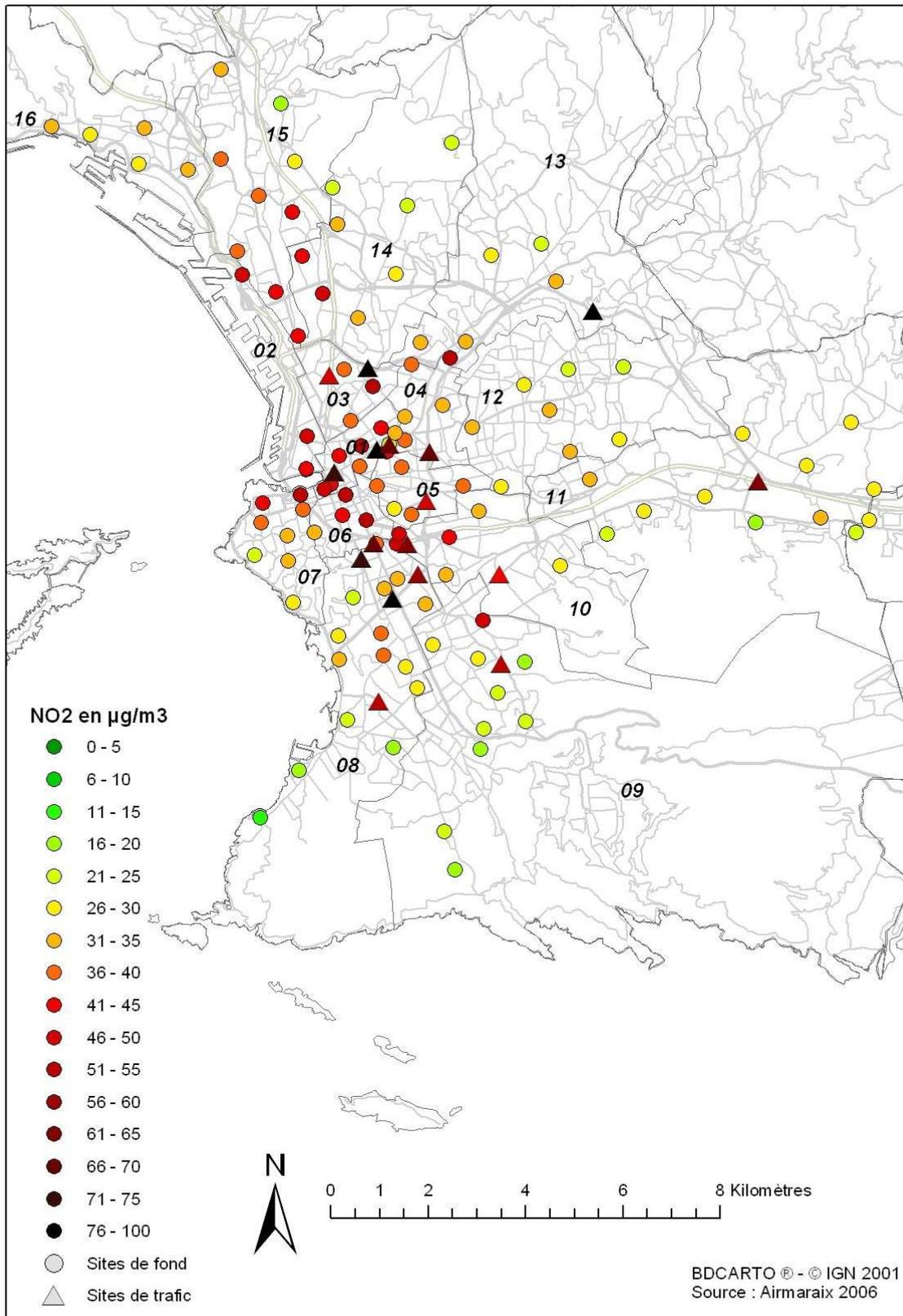


Figure 11 : Moyennes annuelles 2005 estimées en dioxyde d'azote (fond et trafic) au niveau des points échantillonnés durant la campagne d'automne 2005 sur Marseille -

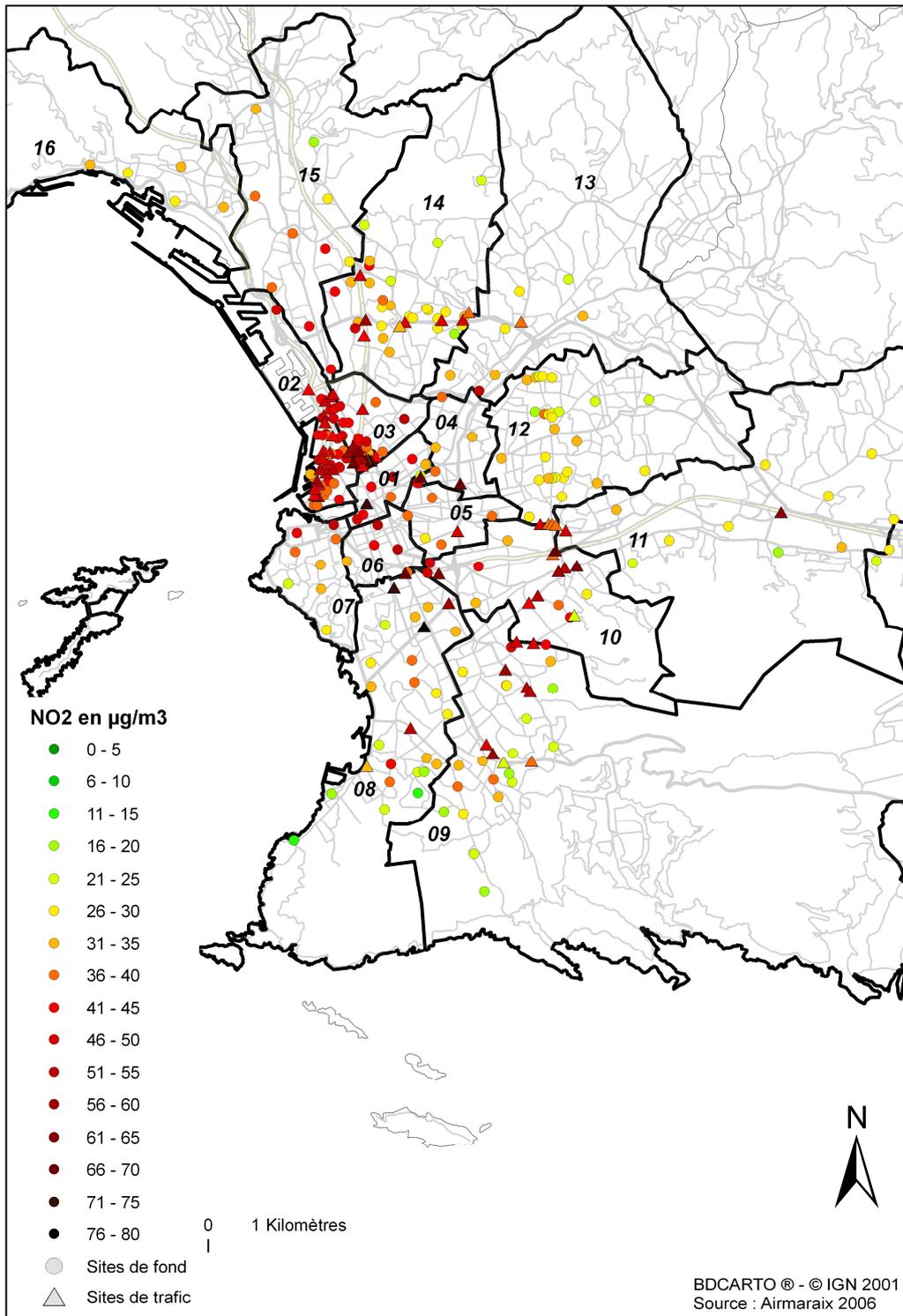
CUMUL DE L'INFORMATION SUR LES CAMPAGNES AYANT EU LIEU SUR MARSEILLE DE 2001 A 2005

Tableau 3 : Moyennes annuelles 2005 estimées en dioxyde d'azote par site de mesure  
Campagnes 2001 à 2005

| CAMPAGNE      | NUM  | NOM                               | NO2_2005 | TYPE   | CAMPAGNE      | NUM  | NOM                             | NO2_2005 | TYPE   |
|---------------|------|-----------------------------------|----------|--------|---------------|------|---------------------------------|----------|--------|
| Mars KI04     | 110  | 234 av des Olives                 | 93       | trafic | Marseille L2  | 5    |                                 | 47       | trafic |
| Mars KI04     | 97   | 40 boulevard de la Libération     | 87       | trafic | Marseille L2  | 25   |                                 | 47       | trafic |
| Site fixe RMX | 3004 | Station Marseille Plombières      | 82       | trafic | Mars Axe Lit  | 4    |                                 | 47       | trafic |
| Mars KI04     | 100  | 322 av du Prado                   | 78       | trafic | Mars KI04     | 85   | 26 rue Barthélemy               | 47       | urbain |
| Mars St Char  | 7    |                                   | 77       | trafic | Marseille L2  | 33   |                                 | 46       | trafic |
| Mars KI04     | 99   | 26 La Canebière                   | 75       | trafic | Mars Axe Lit  | 8    |                                 | 46       | trafic |
| Mars KI04     | 68   | 9 rue Sakakini                    | 70       | trafic | Mars Axe Lit  | 12   |                                 | 46       | urbain |
| Mars St Char  | 6    |                                   | 69       | trafic | Mars Axe Lit  | 36   |                                 | 46       | urbain |
| Mars St Char  | 9    |                                   | 69       | trafic | Mars St Char  | 12   |                                 | 46       | urbain |
| Mars St Char  | 1    | Station leclerc                   | 67       | urbain | Mars KI04     | 96   | 5 rue Malaval                   | 46       | urbain |
| Mars KI04     | 104  | 67 Avenue du Prado                | 67       | trafic | Mars KI04     | 120  | Station cabine Menpent          | 46       | urbain |
| Mars St Char  | 28   |                                   | 66       | trafic | Marseille L2  | 38   |                                 | 45       | trafic |
| Mars BUS      | 35   |                                   | 66       | trafic | Mars Axe Lit  | 22   |                                 | 45       | urbain |
| Mars KI04     | 129  | 127 bd libération (rue)           | 66       | trafic | Mars Axe Lit  | 52   |                                 | 45       | urbain |
| Mars St Char  | 4    |                                   | 65       | trafic | Mars St Char  | 24   |                                 | 45       | urbain |
| Mars KI04     | 124  | A 51 // Ave St Menet              | 65       | trafic | Mars KI04     | 78   | 21 rue de la Loge               | 45       | urbain |
| Mars St Char  | 27   |                                   | 64       | trafic | Mars KI04     | 81   | 29 rue Stanislas Torrens        | 45       | urbain |
| Mars KI04     | 101  | Entrée tunnel Prado Carénage      | 63       | trafic | Mars Axe Lit  | 20   |                                 | 44       | urbain |
| Mars BUS      | 2    |                                   | 62       | trafic | Mars Axe Lit  | 43   | Station Tourette                | 44       | trafic |
| Site fixe RMX | 3006 | Station Marseille Rabatau         | 60       | trafic | Mars St Char  | 10   |                                 | 44       | trafic |
| Mars BUS      | 3    |                                   | 60       | trafic | Mars St Char  | 25   |                                 | 44       | urbain |
| Mars BUS      | 15   |                                   | 60       | trafic | Mars BUS      | 25   |                                 | 44       | urbain |
| Mars St Char  | 21   |                                   | 59       | trafic | Mars KI04     | 133  | Opéra                           | 44       | urbain |
| Marseille L2  | 37   |                                   | 58       | trafic | Mars KI04     | 19   | Collège rue Chape               | 44       | urbain |
| Mars Axe Lit  | 42   |                                   | 57       | trafic | Mars Axe Lit  | 1    |                                 | 43       | trafic |
| Mars St Char  | 23   |                                   | 56       | trafic | Mars Axe Lit  | 5    |                                 | 43       | trafic |
| Mars BUS      | 11   |                                   | 56       | trafic | Mars Axe Lit  | 33   |                                 | 43       | urbain |
| Mars St Char  | 16   |                                   | 55       | trafic | Mars Axe Lit  | 50   |                                 | 43       | urbain |
| Mars BUS      | 34   |                                   | 55       | trafic | Mars KI04     | 10   | Bibliothèque Alcazar            | 43       | urbain |
| Mars BUS      | 12   |                                   | 55       | trafic | Mars KI04     | 16   | 8 rue Cougit                    | 43       | urbain |
| Mars KI04     | 88   | Rue du Plan Fourmiguier           | 54       | urbain | Mars KI04     | 77   | Traverse du Moulin à Vent       | 43       | urbain |
| Mars Axe Lit  | 21   |                                   | 53       | trafic | Mars Axe Lit  | 11   |                                 | 42       | urbain |
| Mars Axe Lit  | 24   |                                   | 53       | trafic | Mars Axe Lit  | 14   |                                 | 42       | urbain |
| Mars St Char  | 14   |                                   | 53       | urbain | Mars Axe Lit  | 18   |                                 | 42       | urbain |
| Mars St Char  | 19   |                                   | 53       | trafic | Mars Axe Lit  | 45   |                                 | 42       | trafic |
| Mars BUS      | 1    |                                   | 53       | trafic | Mars Axe Lit  | 51   |                                 | 42       | urbain |
| Mars KI04     | 11   | Place Bernard Cadenat             | 53       | urbain | Mars St Char  | 11   |                                 | 42       | urbain |
| Mars KI04     | 65   | 38 boulevard de Sainte marguerite | 53       | trafic | Mars BUS      | 6    |                                 | 42       | urbain |
| Mars KI04     | 106  | Rue d'Hambourg                    | 53       | trafic | Mars BUS      | 8    |                                 | 42       | urbain |
| Mars Axe Lit  | 34   |                                   | 52       | trafic | Mars KI04     | 4    | Bd de Letz                      | 42       | urbain |
| Mars St Char  | 17   |                                   | 52       | trafic | Mars KI04     | 17   | 26 rue Charles Tellier          | 42       | urbain |
| Mars Axe Lit  | 41   |                                   | 51       | trafic | Mars KI04     | 89   | 17 avenue Benjamin Delessert    | 42       | urbain |
| Mars BUS      | 4    |                                   | 51       | trafic | Marseille L2  | 42   |                                 | 41       | urbain |
| Mars KI04     | 25   | Conseil Général                   | 51       | urbain | Mars Axe Lit  | 13   |                                 | 41       | urbain |
| Mars KI04     | 71   | 19 rue de la Rotonde              | 51       | urbain | Mars Axe Lit  | 16   |                                 | 41       | urbain |
| Mars KI04     | 80   | 70 Rue d'Italie                   | 51       | urbain | Mars Axe Lit  | 23   | Station Evêché                  | 41       | urbain |
| Mars KI04     | 82   | Place Félix Baret                 | 51       | urbain | Mars Axe Lit  | 30   |                                 | 41       | urbain |
| Marseille L2  | 29   | Station Le Merlan                 | 50       | trafic | Mars Axe Lit  | 44   | Station Saint Cassien           | 41       | trafic |
| Mars BUS      | 9    |                                   | 50       | trafic | Mars St Char  | 3    |                                 | 41       | trafic |
| Mars BUS      | 16   |                                   | 50       | trafic | Mars KI04     | 9    | 29 rue Isoard                   | 41       | urbain |
| Marseille L2  | 48   | Station MIN Autoroute             | 49       | trafic | Mars KI04     | 41   | Rue Papety                      | 41       | urbain |
| Mars Axe Lit  | 9    |                                   | 49       | trafic | Mars KI04     | 45   | 58 rue François Mauriac         | 41       | trafic |
| Mars Axe Lit  | 10   |                                   | 49       | trafic | Mars Axe Lit  | 19   | Station Leblanc                 | 40       | urbain |
| Mars Axe Lit  | 35   |                                   | 49       | trafic | Mars Axe Lit  | 25   |                                 | 40       | urbain |
| Mars Axe Lit  | 39   |                                   | 49       | trafic | Mars Axe Lit  | 26   |                                 | 40       | urbain |
| Mars Axe Lit  | 49   |                                   | 49       | urbain | Mars Axe Lit  | 27   |                                 | 40       | urbain |
| Mars St Char  | 22   |                                   | 49       | urbain | Mars Axe Lit  | 32   |                                 | 40       | urbain |
| Mars St Char  | 26   |                                   | 49       | urbain | Mars Axe Lit  | 37   |                                 | 40       | urbain |
| Mars BUS      | 7    |                                   | 49       | trafic | Mars Axe Lit  | 38   |                                 | 40       | trafic |
| Mars KI04     | 18   | Chemin de la Madrague Montredon   | 49       | urbain | Mars St Char  | 13   |                                 | 40       | urbain |
| Mars KI04     | 31   | Parc du 26ème Centenaire          | 49       | urbain | Mars KI04     | 26   | rue Raphael Ponso               | 40       | urbain |
| Mars KI04     | 102  | 40 rue Félix Pyat                 | 49       | trafic | Mars KI04     | 35   | 35 rue du Berceau               | 40       | urbain |
| Marseille L2  | 1    |                                   | 48       | trafic | Mars KI04     | 49   | 145 rue Jeanne d'Arc            | 40       | urbain |
| Mars Axe Lit  | 2    |                                   | 48       | trafic | Mars KI04     | 69   | Traverse du Boulevard Extérieur | 40       | urbain |
| Mars Axe Lit  | 3    |                                   | 48       | trafic | Mars KI04     | 76   | 1 impasse de Solférino          | 40       | urbain |
| Mars Axe Lit  | 6    |                                   | 48       | urbain | Marseille L2  | 61   | Station Stade USPEG             | 39       | trafic |
| Mars Axe Lit  | 7    |                                   | 48       | urbain | Mars Axe Lit  | 17   |                                 | 39       | urbain |
| Mars Axe Lit  | 15   |                                   | 48       | urbain | Mars Axe Lit  | 29   |                                 | 39       | urbain |
| Mars Axe Lit  | 40   |                                   | 48       | trafic | Mars KI04     | 6    | Impasse de la Genestell         | 39       | urbain |
| Mars Axe Lit  | 46   |                                   | 48       | trafic | Mars KI04     | 36   | 2 rue Chaix                     | 39       | urbain |
| Mars St Char  | 5    |                                   | 48       | urbain | Site fixe RMX | 3047 | Station Marseille Thiers        | 38       | urbain |
| Mars St Char  | 18   |                                   | 48       | trafic | Site fixe RMX | 3038 | Station Mars Prado/Castellana   | 38       | urbain |
| Mars St Char  | 20   |                                   | 48       | urbain | Marseille L2  | 3    |                                 | 38       | trafic |
| Mars KI04     | 15   | Traverse de la Maison Blanche     | 48       | urbain | Marseille L2  | 50   | Station MIN fond                | 38       | urbain |
| Mars KI04     | 79   | Cours Honoré d'Estienne d'Orves   | 48       | urbain | Mars Axe Lit  | 28   |                                 | 38       | urbain |
| Site fixe RMX | 3002 | Station Marseille Timone          | 47       | trafic | Mars BUS      | 18   |                                 | 38       | urbain |

Etat de la qualité de l'air à Marseille de 2001 à 2005

| CAMPAGNE      | NUM  | NOM                              | NO2_2005 | TYPE   | CAMPAGNE      | NUM  | NOM                               | NO2_2005 | TYPE       |
|---------------|------|----------------------------------|----------|--------|---------------|------|-----------------------------------|----------|------------|
| Mars KI04     | 1    | Traverse Maritime                | 38       | urbain | Marseille L2  | 13   |                                   | 29       | urbain     |
| Mars KI04     | 37   | Rue du Plateau                   | 38       | urbain | Marseille L2  | 31   |                                   | 29       | urbain     |
| Mars KI04     | 67   | Rue Terrusse                     | 38       | urbain | Marseille L2  | 43   |                                   | 29       | urbain     |
| Mars KI04     | 95   | 17 bd Gustave Desplaces          | 38       | urbain | Mars BUS      | 21   |                                   | 29       | urbain     |
| Marseille L2  | 4    |                                  | 37       | trafic | Mars KI04     | 12   | Rue Cade                          | 29       | urbain     |
| Marseille L2  | 22   |                                  | 37       | trafic | Mars KI04     | 47   | Chemin Saint-Jean-du-Désert       | 29       | urbain     |
| Mars Axe Lit  | 31   |                                  | 37       | urbain | Mars KI04     | 72   | 39 bd Sacoman (Estaque)           | 29       | urbain     |
| Mars Axe Lit  | 47   |                                  | 37       | urbain | Mars KI04     | 73   | 44 chemin du Mozambique           | 29       | urbain     |
| Mars BUS      | 26   |                                  | 37       | urbain | Mars KI04     | 98   | Zone d'activité de la Montre      | 29       | urbain     |
| Mars KI04     | 39   | 9 rue Pierre Lalou               | 37       | urbain | Mars KI04     | 116  | Rue de la Bourgade                | 29       | urbain     |
| Mars KI04     | 56   | Avenue Alexandre Dumas           | 37       | trafic | Mars KI04     | 130  | 13 rue Louis Grobet (jardin)      | 29       | urbain     |
| Site fixe RMX | 3014 | Station Marseille St Louis       | 36       | urbain | Site fixe RMX | 3037 | Station Vallée Huveaune           | 28       | periurbain |
| Marseille L2  | 2    |                                  | 36       | trafic | Marseille L2  | 6    |                                   | 28       | urbain     |
| Marseille L2  | 12   |                                  | 36       | urbain | Marseille L2  | 24   |                                   | 28       | urbain     |
| Marseille L2  | 27   |                                  | 36       | trafic | Marseille L2  | 28   |                                   | 28       | urbain     |
| Mars St Char  | 15   |                                  | 36       | urbain | Marseille L2  | 32   |                                   | 28       | urbain     |
| Mars BUS      | 5    |                                  | 36       | urbain | Marseille L2  | 40   |                                   | 28       | urbain     |
| Mars BUS      | 13   |                                  | 36       | trafic | Marseille L2  | 62   | Station Campenon Bernard          | 28       | urbain     |
| Mars BUS      | 20   |                                  | 36       | urbain | Mars KI04     | 115  | 231 clos de la Serisse            | 28       | urbain     |
| Mars KI04     | 66   | 172 boulevard de la Libération   | 36       | urbain | Mars KI04     | 121  | 209 traverse Pierre Abondance     | 28       | urbain     |
| Site fixe RMX | 3043 | Station Marseille 5 Avenues      | 35       | urbain | Marseille L2  | 7    |                                   | 27       | urbain     |
| Mars Axe Lit  | 48   |                                  | 35       | urbain | Marseille L2  | 20   |                                   | 27       | urbain     |
| Mars BUS      | 19   |                                  | 35       | urbain | Marseille L2  | 21   |                                   | 27       | urbain     |
| Mars BUS      | 30   |                                  | 35       | urbain | Marseille L2  | 34   |                                   | 27       | urbain     |
| Mars KI04     | 20   | 54 rue Roquebrune                | 35       | urbain | Mars KI04     | 7    | 67 traverse des Laitier           | 27       | urbain     |
| Mars KI04     | 28   | 14b impasse des Peupliers        | 35       | urbain | Mars KI04     | 30   | 448 chemin du Roucas blanc        | 27       | urbain     |
| Mars KI04     | 32   | Notre Dame de la Garde           | 35       | urbain | Mars KI04     | 43   | Rue du Docteur Girbal             | 27       | urbain     |
| Mars KI04     | 84   | 9 rue Henri Chêneaux             | 35       | urbain | Mars KI04     | 86   | Rue Chantal Rabutin               | 27       | urbain     |
| Mars KI04     | 122  | Usine Arkema                     | 35       | urbain | Mars KI04     | 132  | 1 rue Fernand Pauriol             | 27       | urbain     |
| Marseille L2  | 39   |                                  | 34       | urbain | Marseille L2  | 14   |                                   | 26       | urbain     |
| Marseille L2  | 41   |                                  | 34       | urbain | Marseille L2  | 19   |                                   | 26       | urbain     |
| Mars St Char  | 2    |                                  | 34       | urbain | Marseille L2  | 30   |                                   | 26       | urbain     |
| Mars BUS      | 17   |                                  | 34       | urbain | Marseille L2  | 64   | Station Relais Nature             | 26       | urbain     |
| Mars KI04     | 24   | Traverse Croix de Fer            | 34       | urbain | Mars KI04     | 23   | 5 allée des Lauriers              | 26       | urbain     |
| Mars KI04     | 46   | 52 boulevard des Acieri          | 34       | urbain | Mars KI04     | 55   | 17 boulevard Michel Fronti        | 26       | urbain     |
| Mars KI04     | 92   | Ecole La Gavelière               | 34       | urbain | Mars KI04     | 108  | Chemin des Campanules             | 26       | urbain     |
| Marseille L2  | 9    |                                  | 33       | urbain | Mars KI04     | 111  | 55 traverse Charles Susini        | 26       | urbain     |
| Marseille L2  | 17   |                                  | 33       | urbain | Mars KI04     | 117  | Avenue de l'Abbé Lafranchi        | 26       | urbain     |
| Marseille L2  | 49   |                                  | 33       | urbain | Mars KI04     | 125  | Chemin de Saint Menet aux Accates | 26       | urbain     |
| Marseille L2  | 65   | Station SEM                      | 33       | urbain | Marseille L2  | 8    |                                   | 25       | urbain     |
| Mars St Char  | 8    | Station Université               | 33       | trafic | Marseille L2  | 18   |                                   | 25       | urbain     |
| Mars BUS      | 28   |                                  | 33       | trafic | Mars BUS      | 14   | Station De Lattre De Tassigny     | 25       | trafic     |
| Mars BUS      | 22   |                                  | 33       | urbain | Mars KI04     | 2    | Rue des Argiliers                 | 25       | urbain     |
| Mars KI04     | 5    | Boulevard Falcot                 | 33       | urbain | Mars KI04     | 29   | Rue Auguste Marin                 | 25       | urbain     |
| Mars KI04     | 8    | 28 bd Louis Lanata               | 33       | urbain | Mars KI04     | 34   | 8 chemin du Pont                  | 25       | urbain     |
| Mars KI04     | 51   | rue des Moysotis                 | 33       | urbain | Mars KI04     | 63   | 55 allée des Pins                 | 25       | urbain     |
| Mars KI04     | 107  | 13 avenue de Kallisté            | 33       | urbain | Marseille L2  | 45   |                                   | 24       | urbain     |
| Marseille L2  | 26   | Station Ecole Les Flamands       | 32       | urbain | Mars BUS      | 61   |                                   | 24       | trafic     |
| Marseille L2  | 36   |                                  | 32       | trafic | Mars BUS      | 23   |                                   | 24       | urbain     |
| Marseille L2  | 44   |                                  | 32       | urbain | Mars KI04     | 109  | 28 traverse du Maroc              | 24       | urbain     |
| Marseille L2  | 46   |                                  | 32       | urbain | Mars KI04     | 112  | All des Pinsons                   | 24       | urbain     |
| Mars BUS      | 10   |                                  | 32       | urbain | Mars KI04     | 128  | 127 bd libération (jerdin)        | 24       | urbain     |
| Mars BUS      | 32   |                                  | 32       | urbain | Marseille L2  | 15   |                                   | 23       | urbain     |
| Mars KI04     | 14   | Bd Charles Moretti               | 32       | urbain | Mars BUS      | 27   |                                   | 23       | urbain     |
| Mars KI04     | 21   | Rue Isaïa                        | 32       | urbain | Mars KI04     | 44   | Rue St Marcel                     | 23       | urbain     |
| Mars KI04     | 83   | Avenue Mendes France             | 32       | urbain | Mars KI04     | 54   | 54 bd Joachim-Elie Vézien         | 23       | urbain     |
| Mars KI04     | 87   | Allée Ray Grassi                 | 32       | urbain | Mars KI04     | 60   | 109 traverse de la Gouffonne      | 23       | urbain     |
| Mars KI04     | 93   | 50 avenue de Saint Barnabé       | 32       | urbain | Mars KI04     | 113  | Imp Barielle                      | 23       | urbain     |
| Mars KI04     | 131  | 13 rue Louis Grobet (rue)        | 32       | urbain | Mars KI04     | 118  | Ch des Restanques - La Penne/H    | 23       | urbain     |
| Marseille L2  | 16   |                                  | 31       | urbain | Mars BUS      | 33   |                                   | 22       | urbain     |
| Mars KI04     | 3    | 38 boulevard Central             | 31       | urbain | Mars KI04     | 59   | 22 boulevard Vaucanson            | 21       | urbain     |
| Mars KI04     | 22   | Grande Bastide-Cazaux            | 31       | urbain | Mars KI04     | 62   | 100 chemin Jean Roubin            | 21       | urbain     |
| Mars KI04     | 33   | Traverse Chanot                  | 31       | urbain | Mars KI04     | 114  | 49 rue de Lissandre               | 21       | urbain     |
| Mars KI04     | 50   | Résidence le Belvédère           | 31       | urbain | Mars KI04     | 126  | Impasse des Etoiles               | 21       | urbain     |
| Mars KI04     | 74   | Boulevard Jacques Cassone        | 31       | urbain | Marseille L2  | 11   |                                   | 20       | urbain     |
| Mars KI04     | 75   | 29 boulevard Falaise             | 31       | urbain | Marseille L2  | 23   |                                   | 20       | urbain     |
| Mars KI04     | 105  | 32 allée des Bergeronnette       | 31       | urbain | Mars BUS      | 31   |                                   | 20       | urbain     |
| Site fixe RMX | 3045 | Station Marseille Ste Marguerite | 30       | urbain | Mars KI04     | 38   | Boulevard du 7e Tirailleur        | 20       | urbain     |
| Marseille L2  | 10   |                                  | 30       | urbain | Mars KI04     | 57   | Impasse Pourrière                 | 20       | urbain     |
| Marseille L2  | 35   |                                  | 30       | urbain | Mars KI04     | 123  | Boulevard Julien Rancurel         | 19       | urbain     |
| Marseille L2  | 47   |                                  | 30       | urbain | Mars KI04     | 53   | Boulevard du Trident              | 18       | urbain     |
| Marseille L2  | 63   | Station La Fourragère            | 30       | urbain | Mars KI04     | 61   | Rue Général Koenig                | 18       | urbain     |
| Mars KI04     | 27   | 30-32 rue des Mousses            | 30       | urbain | Mars KI04     | 103  | Avenue de la Campagne Berger      | 18       | urbain     |
| Mars KI04     | 42   | Station Sainte-Marguerite        | 30       | urbain | Mars KI04     | 58   | Camion Laboratoire La Cayolle     | 16       | urbain     |
| Mars KI04     | 94   | 23 bd Marin                      | 30       | urbain | Mars BUS      | 24   | Station Roy d'Espagne             | 15       | urbain     |
|               |      |                                  |          |        | Mars KI04     | 52   | 3 rue Copello                     | 15       | urbain     |



○ Site de fond (urbain et périurbain)

△ Site de trafic

Rappel : valeur limite annuelle pour le dioxyde d'azote : en 2005 : 50 µg/m<sup>3</sup> ; en 2010 : 40 µg/m<sup>3</sup>

**Figure 12 : Moyennes annuelles 2005 estimées en dioxyde d'azote (fond et trafic) au niveau des points échantillonnés durant les 5 campagnes ayant eu lieu entre 2001 et 2005**

Les concentrations dépassant la valeur limite pour le dioxyde d'azote ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en 2005 ou  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  à l'échéance 2010) concernent majoritairement des sites de typologie « trafic » ainsi que des sites « urbains » situés en hyper centre et en centre ville.

En deçà des  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , sont regroupés essentiellement des sites urbains, situés en centre ville, à l'écart des axes à fort trafic ou bien en périphérie.

### RESPECT DES NORMES ET TYPOLOGIE DES SITES

L'étude de l'agglomération marseillaise ( $239\text{km}^2$ ) comporte un maillage de 303 points de mesures sur un territoire de  $145 \text{km}^2$  (environ 60% de la superficie de la ville), soit une densité de 2,1 site/ $\text{km}^2$ . Les 40% de superficie non échantillonnée correspondent à des milieux naturels pour lesquels les concentrations sont estimées inférieures à  $20\mu\text{g}/\text{m}^3$  ; il s'agit de La Nerthe, la Chaîne de l'Etoile, La Montagne de Marseilleveyre, le Mont Puget, la Chaîne de Saint Cyr et le Mont Carpiagne.

Au total, 303 sites échantillonnés, classés selon deux typologies :

- sites de fond (sites urbains ou périurbains) soit 219 points
- sites de trafic : en proximité immédiate des axes routiers soit 84 points

Les dépassements de la valeur limite sont les suivants :

- 46 % soit 141 sites dépassent la valeur limite de  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  à l'échéance de 2010
- 16 % soit 50 sites dépassent la valeur limite 2005 égale à  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Le seuil de  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (qui correspond à 75% de la valeur limite 2010) est dépassé sur :

- 75% des sites soit 227 sites sur le total de 303.

Sur les 219 sites de fond, urbains ou périurbains :

Dépassement de la valeur limite :

- 32 % soit 70 sites dépassent la valeur limite de  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  applicable à l'échéance de 2010
- 3,7 % soit 8 sites dépassent la valeur limite 2005 égale à  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Dépassement du seuil de  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  :

- 66% soit 145 sites dépassent cette valeur de  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Ainsi, 1 site de fond sur 3, (70 sites), dépasse la valeur limite de  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . La plupart sont localisés dans les quartiers du centre ville de Marseille, ou en périphérie immédiate de l'hyper centre.

### NIVEAUX EN DIOXYDE D'AZOTE SUR LES ARRONDISSEMENTS DE L'AGGLOMERATION MARSEILLAISE

Les teneurs en dioxyde d'azote, supérieures à la valeur limite de protection de la santé applicable en 2010 ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) représentent 46% des points et s'échelonnent de **40 à 93  $\mu\text{g}/\text{m}^3$** . Elles se situent :

- en hyper centre et centre ville :
  - arrondissement 1 : Estienne d'Orves, Port, Bourse, Canebière, Saint Charles, Longchamp
  - arrondissement 2 : Hôtel Dieu, Evêché, Les Docks, Joliette, Arenc, A55
  - arrondissement 3 : Saint Charles, Briançon, Kleber, Bd de Plombières
  - arrondissement 5 : Baille, Bd Chave, Timone, Rue Saint Pierre
  - arrondissement 6 : Paradis, Breteuil, Rome, Lieutaud, Castellane, Prado, Baille,
  - arrondissement 7, partie nord : Catalans, Carénage, quai de Rive Neuve, Corderie, Tellène.
- dans les quartiers périphériques présentant une densité de population assez élevée (bâti dense) desservis par des voies structurantes de l'agglomération. Il s'agit notamment :
  - arrondissement 4, partie ouest : Blancarde, Chutes Lavies, Cinq Avenues, Chartreux, Bd Françoise Duparc
  - arrondissement 8, partie nord est : Prado, Rabatau, Chanot, Saint Giniez
  - arrondissement 9, partie nord : Dromel, Romain Rolland
  - arrondissement 10 : partie ouest : Cabassud, Mireille Lauze, Hippodrome, Pont de Vivaux, Paul Claudel

- arrondissement 15 : partie sud : Saint Antoine, Avenue de Saint Louis, Avenue de Lyon, Autoroute A7
- A l'extérieur du centre ville, plus ponctuellement, à proximité d'importantes voies de trafic :
  - Vallée de l'Huveaune, A50 et échangeur Florian
  - Avenue des Olives

Les niveaux compris **entre 30 µg/m<sup>3</sup> et 39 µg/m<sup>3</sup>** sont présents en périphérie du centre ville :

- Dans le 16<sup>ème</sup> : Estaque et route du Rove
- Dans le 15<sup>ème</sup> : Bd Henri Barnier et A7
- Centre du 14<sup>ème</sup> arrondissement : Le Canet, Sainte Marthe, Salvator Allende
- Dans le 12<sup>ème</sup> : Saint Julien, Fourragère, la Pomme, Les Caillols
- Dans le 11<sup>ème</sup> : La Grogarde et le Bd de la Millière
- Dans le 9<sup>ème</sup> : Mazargues, De Lattre de Tassigny, Chemin de Morgiou, Chemin du Roy d'Espagne
- Dans le 8<sup>ème</sup> : Secteur de la Pointe Rouge et plus au nord, Avenue Georges Pompidou, Plage David
- Dans le 7<sup>ème</sup> : Endoume et vallon de l'Oriol

Les concentrations **inférieures à 30µg/m<sup>3</sup>** ont été essentiellement enregistrées dans les quartiers périphériques de Marseille :

- Sud du 8<sup>ème</sup> et 9<sup>ème</sup> arrondissement : Montredon, Pastré, domaine des Calanques, Avenue Léon Lachamp
- Sud du 11<sup>ème</sup> arrondissement : quartiers Valbarelle et Saint Marcel et nord du 11<sup>ème</sup> : Camoins, Eoures
- Nord des 13, 14 et 15<sup>ème</sup> arrondissements.

### 3.3. NIVEAUX DE BENZENE, TOLUENE ET XYLENE (BTX) PAR RAPPORT AUX NORMES ET CARTOGRAPHIE

Tableau 4 : Moyennes du 7 septembre au 2 novembre 2005, pour le benzène, le toluène et le xylène. Moyennes annuelles 2005 estimées en benzène

| Résultats (µg/m³) |   |           |                              |                                   |                              | Résultats (µg/m³)           |     |                                       |           |                              |                                   |                              |                             |
|-------------------|---|-----------|------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----|---------------------------------------|-----------|------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| N°                | Site                                    | Typologie | Benzène Moyenne des tournées | Benzène Moy annuelle 2005 estimée | Toluène Moyenne des tournées | Xylène Moyenne des tournées | N°  | Site                                  | Typologie | Benzène Moyenne des tournées | Benzène Moy annuelle 2005 estimée | Toluène Moyenne des tournées | Xylène Moyenne des tournées |
| 122               | Usine Arkema                            | P         | 5.5                          | 17.9                              | 6.3                          | 13.2                        | 37  | Rue du Plateau                        | U         | 2.2                          | 2.9                               | 9.8                          | 12.4                        |
| 117               | Avenue de l'Abbé Lafranchi              | P         | 4.0                          | 10.2                              | 5.2                          | 12.9                        | 79  | Cours Honoré d'Estienne d'Orves       | U         | 2.2                          | 2.9                               | 9.8                          | 12.0                        |
| 127               | Station Vallée de l'Huveaune (périurb.) | P         | 3.5                          | 9.4                               | 4.4                          | 6.9                         | 93  | 50 avenue de Saint Barnabé            | U         | 2.1                          | 2.8                               | 7.3                          | 8.9                         |
| 124               | A 51 // Ave St Menet                    | T         | 4.7                          | 8.8                               | 8.4                          | 15.8                        | 78  | 21 rue de la Loge                     | U         | 2.2                          | 2.8                               | 8.9                          | 10.7                        |
| 64                | Station Paradis (trafic)                | T         | 4.6                          | 5.6                               | 25.2                         | 32.1                        | 107 | 13 avenue de Kallisté                 | U         | 2.0                          | 2.8                               | 5.6                          | 7.3                         |
| 46                | 52 boulevard des Acières                | U         | 3.1                          | 5.3                               | 5.7                          | 10.4                        | 29  | Rue Auguste Marin                     | U         | 1.8                          | 2.8                               | 4.3                          | 6.4                         |
| 51                | rue des Moysotis                        | U         | 3.2                          | 5.2                               | 7.1                          | 11.6                        | 102 | 40 rue Félix Pyat                     | T         | 2.2                          | 2.7                               | 11.3                         | 13.6                        |
| 123               | Boulevard Julien Rancurel               | P         | 2.8                          | 5.2                               | 5.1                          | 10.2                        | 33  | Traverse Chanot                       | U         | 2.0                          | 2.6                               | 8.7                          | 9.5                         |
| 90                | Station Rabatau (trafic)                | T         | 3.7                          | 5.0                               | 13.7                         | 20.0                        | 32  | Notre Dame de la Garde                | U         | 1.8                          | 2.6                               | 5.3                          | 7.0                         |
| 97                | 40 boulevard de la Libération           |           | 4.1                          | 4.9                               | 30.3                         | 38.0                        | 66  | 172 boulevard de la Libération        | U         | 1.9                          | 2.5                               | 7.0                          | 8.1                         |
| 85                | 26 rue Barthélemy                       |           | 3.8                          | 4.8                               | 17.2                         | 23.8                        | 30  | 448 chemin du Roucas blanc            | U         | 2.0                          | 2.5                               | 9.0                          | 10.0                        |
| 89                | 17 avenue Benjamin Delessert            | U         | 3.3                          | 4.7                               | 9.7                          | 14.9                        | 115 | 231 clos de la Serisse                |           | 1.9                          | 2.5                               | 6.4                          | 7.2                         |
| 99                | 26 La Canebière                         |           | 3.8                          | 4.6                               | 21.3                         | 25.6                        | 96  | 5 rue Malavai                         | U         | 2.2                          | 2.5                               | 20.5                         | 19.1                        |
| 56                | Avenue Alexandre Dumas                  | U         | 3.3                          | 4.6                               | 9.9                          | 15.7                        | 9   | 29 rue Isoard                         |           | 1.9                          | 2.5                               | 8.5                          | 10.1                        |
| 104               | 67 Avenue du Prado                      | T         | 3.5                          | 4.5                               | 14.8                         | 19.9                        | 40  | Station Thiers - Noailles (urbaine)   | U         | 1.9                          | 2.4                               | 8.8                          | 10.6                        |
| 68                | 9 rue Sakakini                          |           | 3.6                          | 4.5                               | 17.9                         | 21.3                        | 121 | 209 traverse Pierre Abondance         | P         | 1.8                          | 2.4                               | 5.9                          | 7.1                         |
| 125               | Chemin de Saint Menet aux Accates       | P         | 2.3                          | 4.2                               | 3.9                          | 4.8                         | 70  | Station Cinq Avenues (urbaine)        | U         | 1.8                          | 2.3                               | 8.2                          | 8.8                         |
| 80                | 70 Rue d'Italie                         |           | 3.2                          | 4.1                               | 15.2                         | 18.1                        | 53  | Boulevard du Trident                  |           | 1.6                          | 2.2                               | 4.6                          | 6.4                         |
| 86                | Rue Chantal Rabutin                     |           | 2.7                          | 4.1                               | 7.0                          | 11.9                        | 23  | 5 allée des Lauriers                  | U         | 1.6                          | 2.2                               | 5.1                          | 6.0                         |
| 65                | 38 boulevard de Sainte Marguerite       | U         | 3.1                          | 4.0                               | 13.8                         | 18.2                        | 10  | Bibliothèque Alcazar                  | U         | 1.7                          | 2.2                               | 8.4                          | 9.6                         |
| 31                | Parc du 26ème Centenaire                | U         | 3.0                          | 4.0                               | 10.6                         | 15.3                        | 34  | 8 chemin du Pont                      |           | 1.5                          | 2.2                               | 4.5                          | 6.8                         |
| 82                | Place Félix Baret                       |           | 3.2                          | 4.0                               | 16.8                         | 20.0                        | 95  | 17 bd Gustave Desplaces               |           | 1.7                          | 2.1                               | 8.1                          | 10.5                        |
| 120               | Station cabine Menpentí (urbaine)       | U         | 3.0                          | 4.0                               | 10.5                         | 13.5                        | 16  | 8 rue Cougit                          | U         | 1.7                          | 2.1                               | 8.3                          | 9.9                         |
| 55                | 17 boulevard Michel Fronti              |           | 2.7                          | 3.9                               | 8.0                          | 10.7                        | 109 | 28 traverse du Maroc                  | U         | 1.5                          | 2.1                               | 4.9                          | 6.0                         |
| 28                | 14b impasse des Peupliers               |           | 2.8                          | 3.8                               | 9.7                          | 12.5                        | 57  | Impasse Pourrière                     | U         | 1.5                          | 2.0                               | 5.7                          | 7.1                         |
| 50                | Résidence le Belvédère                  |           | 2.7                          | 3.8                               | 8.8                          | 11.1                        | 15  | Traverse de la Maison Blanche         | U         | 1.6                          | 2.0                               | 8.6                          | 9.9                         |
| 101               | Entrée tunnel Prado Carénage            | T         | 2.8                          | 3.8                               | 9.3                          | 13.0                        | 60  | 109 traverse de la Gouffonne          | U         | 1.5                          | 1.9                               | 6.7                          | 7.9                         |
| 87                | Allée Ray Grassi                        |           | 2.5                          | 3.8                               | 6.7                          | 14.9                        | 75  | 29 boulevard Falaise                  | P         | 1.4                          | 1.8                               | 6.8                          | 7.3                         |
| 48                | Station Timone (trafic)                 | T         | 2.8                          | 3.8                               | 10.7                         | 13.4                        | 103 | Avenue de la Campagne Berger          |           | 1.3                          | 1.7                               | 5.5                          | 6.6                         |
| 91                | Station Prado (urbaine)                 | U         | 2.4                          | 3.6                               | 6.7                          | 9.0                         | 111 | 55 traverse Charles Susini            | P         | 1.3                          | 1.7                               | 5.5                          | 5.9                         |
| 27                | 30-32 rue des Moussets                  | U         | 2.6                          | 3.5                               | 9.6                          | 13.3                        | 114 | 49 rue de Lissandre                   | U         | 1.2                          | 1.7                               | 3.6                          | 3.9                         |
| 35                | 35 rue du Berceau                       |           | 2.7                          | 3.4                               | 12.1                         | 14.7                        | 18  | Chemin de la Madrague de la Ville     | U         | 1.4                          | 1.7                               | 11.1                         | 22.5                        |
| 54                | 54 bd Joachim-Elie Vézien               | U         | 2.3                          | 3.4                               | 6.2                          | 10.2                        | 74  | Boulevard Jacques Cassone             |           | 1.2                          | 1.6                               | 5.1                          | 5.3                         |
| 11                | Place Bernard Cadenat                   | U         | 2.7                          | 3.4                               | 16.0                         | 19.8                        | 12  | Rue Cade                              | P         | 1.1                          | 1.5                               | 4.2                          | 5.1                         |
| 13                | Station Plombières (trafic)             | T         | 2.7                          | 3.3                               | 13.2                         | 15.6                        | 7   | 67 traverse des Laitiers              |           | 1.1                          | 1.4                               | 5.1                          | 5.0                         |
| 88                | Rue du Plan Fourmiquier                 | U         | 2.7                          | 3.3                               | 16.3                         | 32.1                        | 59  | 22 boulevard Vaucanson                | P         | 1.2                          | 1.4                               | 5.9                          | 5.9                         |
| 41                | Rue Papety                              | U         | 2.6                          | 3.2                               | 15.6                         | 18.9                        | 3   | 38 boulevard Central                  |           | 1.1                          | 1.4                               | 5.5                          | 5.8                         |
| 25                | Conseil Général                         | U         | 2.5                          | 3.1                               | 12.2                         | 13.8                        | 119 | Station Saint Louis (urbaine)         | U         | 1.2                          | 1.4                               | 8.9                          | 5.9                         |
| 0                 | Opéra                                   | U         | 2.4                          | 3.1                               | 11.3                         | 14.3                        | 73  | 44 chemin du Mozambique               | P         | 1.1                          | 1.4                               | 4.8                          | 4.8                         |
| 47                | Chemin Saint-Jean-du-Désert             | U         | 2.2                          | 3.1                               | 7.4                          | 9.7                         | 52  | 3 rue Copello                         | P         | 1.0                          | 1.4                               | 4.0                          | 4.6                         |
| 42                | Station Sainte-Marguerite (urbaine)     | U         | 2.1                          | 3.0                               | 6.7                          | 8.5                         | 17  | 26 rue Charles Tellier                | U         | 1.1                          | 1.3                               | 5.6                          | 5.4                         |
| 19                | Collège rue Chape                       | U         | 2.4                          | 3.0                               | 10.7                         | 12.8                        | 38  | Boulevard du 7e Tirailleurs Algériens |           | 0.9                          | 1.3                               | 2.5                          | 2.9                         |
| 116               | Rue de la Bourgade                      | P         | 2.1                          | 3.0                               | 6.5                          | 8.7                         | 5   | Boulevard Falcot                      | P         | 1.0                          | 1.3                               | 4.7                          | 3.9                         |
| 39                | 9 rue Pierre Lalou                      |           | 2.4                          | 2.9                               | 13.9                         | 14.8                        | 58  | Camion Laboratoire La Cayolle         | P         | 1.0                          | 1.2                               | 4.4                          | 3.7                         |
| 67                | Rue Terrusse                            | U         | 2.3                          | 2.9                               | 9.8                          | 11.6                        | 6   | Impasse de la Genestelle              | P         | 1.0                          | 1.2                               | 4.8                          | 4.5                         |
| 118               | Ch des Restanques - La Penne s/Huv      |           | 1.9                          | 2.9                               | 4.6                          | 6.2                         | 126 | Impasse des Etoiles                   | P         | 0.8                          | 1.1                               | 2.8                          | 2.9                         |

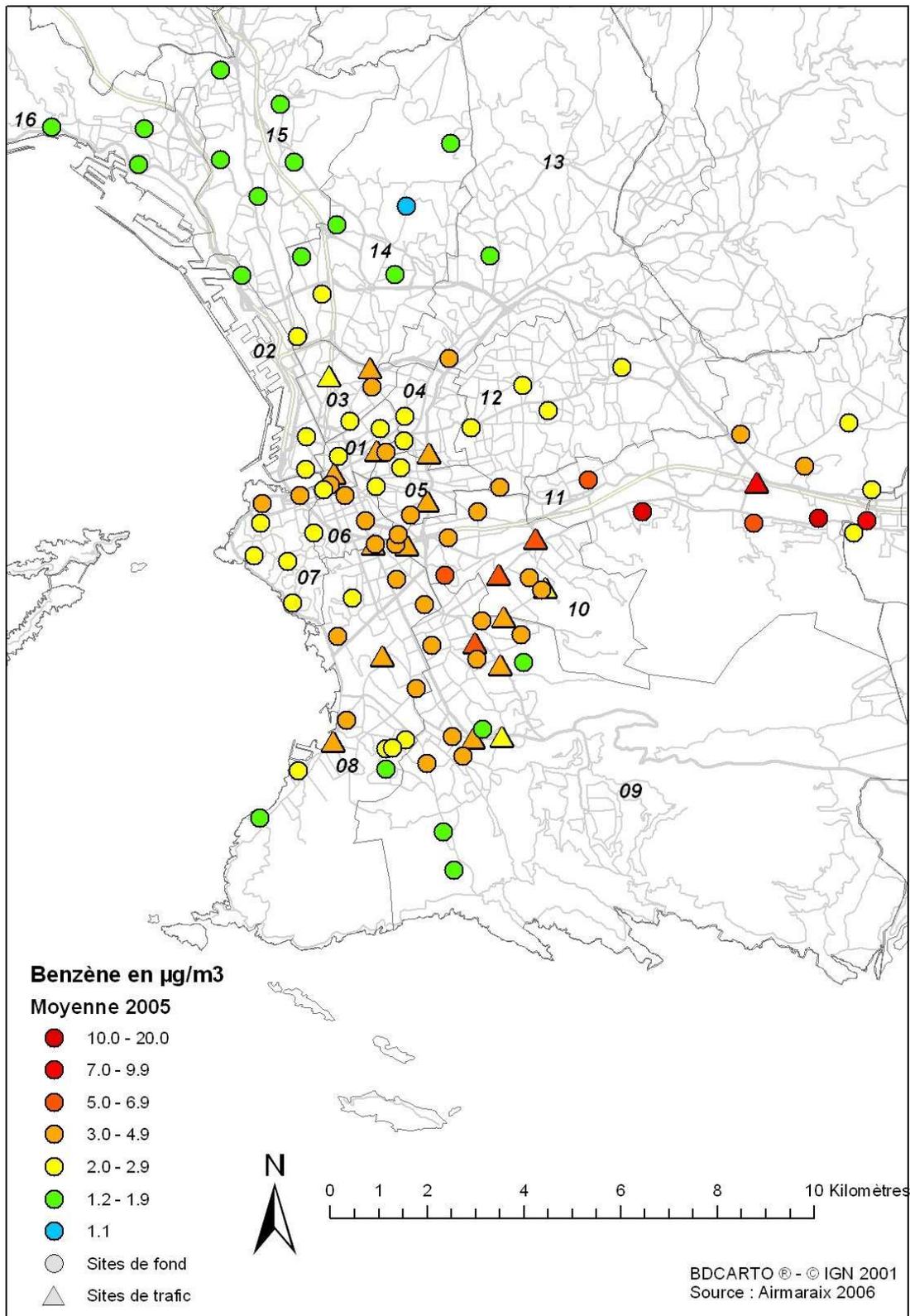


Figure 13 : Cartographie des niveaux de benzène estimés pour l'année 2005, agglomération marseillaise

## BENZENE :

Le benzène est un hydrocarbure aromatique. Il est produit naturellement par les combustibles fossiles (évaporation) et les activités humaines qui impliquent une combustion de matière organique, telle que le bois, le charbon, et des produits pétroliers.

Les émissions des véhicules à essence sont la source la plus importante du benzène dans l'environnement urbain, alors que les industries contribuent aux niveaux plus globaux.

Sur l'ensemble des points échantillonnés sur l'agglomération marseillaise (92 au total) :

- 9 sites (10%) dépassent la valeur limite de  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (échéance 1er janvier 2010 – décret du 15 février 2002)
- 2 sites (2%), dépassent la valeur limite de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  applicable en 2005.

Les sites concernés se situent majoritairement dans la Vallée de l'Huveaune, sous influence industrielle.

Plusieurs de ces sites parmi les plus touchés cumulent les deux handicaps, influences industrielle et automobile (situation de trafic sur des voies très passantes) :

- point 124 : A50 - avenue de Saint Menet avec  $8,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle 2005.
- point 90 : station Rabatau, avec  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

La station Paradis (point 64), avec  $5,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  est une station de trafic positionnée au niveau d'une rue Paradis, rue 'canyon'. Dans ce contexte, les émissions en benzène sont importantes alors que les polluants se diluent difficilement.

- 63 sites (68%), se situent dans des niveaux intermédiaires entre l'objectif de qualité de  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et la valeur limite de  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Les arrondissements concernés sont le 1<sup>er</sup>, 2<sup>ème</sup>, 3<sup>ème</sup>, 4<sup>ème</sup>, 5<sup>ème</sup>, 6<sup>ème</sup>, 7<sup>ème</sup>, nord du 8<sup>ème</sup> et du 9<sup>ème</sup>, et l'ouest du 11<sup>ème</sup> et du 12<sup>ème</sup>. Le bâti est serré et élevé (immeubles) en centre ville. Sur le pourtour de ce secteur, le résidentiel reste très dense.

Le manque d'espaces aérés contribue à l'accumulation du benzène. De plus, les facteurs qui concourent à des émissions importantes sont réunis : circulation dense, rond points, cycles de 'stop and go', feux tricolores, relief marqué de la ville avec nombre de rues en pente et sites encaissés, têtes de tunnel,...

- 20 sites (22%), respectent l'objectif de qualité de  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Le sud des arrondissements 8<sup>ème</sup> et 9<sup>ème</sup> et les 13<sup>ème</sup>, 14<sup>ème</sup>, 15<sup>ème</sup> et 16<sup>ème</sup> sont composés d'un tissu urbain beaucoup plus aéré. Dans certains quartiers, la circulation est surtout résidentielle et de fait peu dense. Les autoroutes A50 et A55, et le chemin du littoral, même s'ils sont très fréquentés (gros volumes de trafic) ne semblent pas influencer notablement les quartiers traversés. L'intérêt d'une position aérée et ventilée et d'une meilleure fluidité du trafic restent indéniables pour limiter les concentrations en benzène.

## TOLUENE :

Le toluène est produit par la combustion de la matière organique telle que les produits pétroliers, bois, et charbon. Les émissions de véhicule à moteur sont la source prédominante du toluène. Les peintures, diluants, adhésifs et la fumée de cigarette en contiennent (ces dernières sources se retrouvent plutôt en air intérieur).

Les sites les plus chargés en toluène (moyenne sur la période de la campagne de mesure) sont :

- le n°97 : Bd de la Libération, avec  $30,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- le n°64 : Station Paradis, avec  $25,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$

- le n°99 : La Canebière avec 21,3 µg/m<sup>3</sup>
- le n°96 : Rue Malaval avec 20,5 µg/m<sup>3</sup>
- le n°68 : Bd Sakakini, avec 17,9 µg/m<sup>3</sup>
- le n°85 : rue Barthélémy (La Plaine), avec 17,2 µg/m<sup>3</sup>
- le n°82 : Place Félix Baret avec 16,8 µg/m<sup>3</sup>
- le n°88 : rue du Plan Fourmiguier (arrière de La Criée – Vieux Port) avec 16,3 µg/m<sup>3</sup>
- le n°11 : Place Bernard Cadenat avec 16,0 µg/m<sup>3</sup>
- le n°41 : rue Papety avec 15,6 µg/m<sup>3</sup>

Ces sites peuvent être classés en trois catégories :

- Boulevards fréquentés et/ou encaissés (Libération, Canebière, Paradis, Sakakini, Papety-Catalans, Barthélémy-La Plaine,...) pour lesquels les émissions de toluène prennent leur origine aux pots d'échappement des véhicules.
- Places (Préfecture 6<sup>ème</sup> et Bernard Cadenat 5<sup>ème</sup>) : accumulation de toluène due au passage en giratoire des véhicules.
- Sites présentant des émissions fixes et locales de toluène, en lien avec une activité de PME/PMI ou industrielle. Pour exemple, la Rue du Plan Fourmiguier concentre plusieurs échoppes de réparation et fabrication de bateaux et accessoires d'accastillage ; cette activité utilise des solvants, vernis, peintures et essences, qui peuvent expliquer les niveaux de toluène rencontrés.
- De façon générale, autour du Vieux Port et dans la zone Arenc/Joliette, quelques sites dont Le Plan Fourmiguier, présentent des activités émettrices de toluène : le ratio benzène/toluène de ces sites est faible, indiquant la part prépondérante d'une origine « industrielle ».

### **XYLENES :**

Les émissions des véhicules et les combustions de matières organiques sont la source principale des xylènes dans l'environnement urbain. Le xylène est un hydrocarbure pouvant être émis également par évaporation de l'essence, et par l'utilisation de produits contenant les dissolvants et les diluants.

La répartition spatiale du xylène est similaire à celle du toluène : les niveaux plus importants en xylènes se retrouvent au niveau des sites présentant les plus fort taux de toluène.

Les sites avec les teneurs maximales sont les mêmes que pour le toluène, mais figurent également les sites :

- n°18 chemin de la Madrague-Ville avec 22,5 µg/m<sup>3</sup>,
- n°90 station Rabatau avec 20,0 µg/m<sup>3</sup>
- n°104 Avenue du Prado avec 19,9 µg/m<sup>3</sup>
- n°65 Bd de Ste Marguerite avec 18,2 µg/m<sup>3</sup>
- n°80 rue d'Italie avec 18,1 µg/m<sup>3</sup>

### 3.4. PARTICULES EN SUSPENSION (PM10)

Les **teneurs annuelles** 2005 en particules sont de 31  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sur le site de Menpenti et de 21  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sur La Cayolle (valeur limite annuelle : 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Pour comparaison les autres sites marseillais présentent des teneurs annuelles de :

- 36  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sur Timone
- 29  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sur Saint Louis
- 28  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sur Thiers
- 27  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sur Cinq Avenues

Le quartier de La Cayolle fait partie des secteurs les moins empoussiérés de Marseille.

Le quartier Menpenti (de typologie urbaine) avec une valeur de 31  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  à l'année, présente une teneur moyenne intermédiaire entre celle d'un site trafic (La Timone- 36  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) et celle de sites urbains denses comme Saint Louis (29  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ou Thiers (28  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Durant la campagne, sur ces deux sites surveillés, Menpenti et Cayolle, aucune **pointe supérieure à 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**  (seuil de la valeur limite pour les particules) n'a été relevée. Les maximums journaliers ont été de 41  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour La Cayolle et 44  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour Menpenti.

Sur l'année, l'estimation donne 1 jour de dépassement de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sur le site de La Cayolle et une quinzaine sur Menpenti.

La tolérance de 35 jours de dépassement de ce seuil est respectée dans les quartiers du centre ville de Marseille. Mais, dans les situations de proximité du trafic, comme sur le boulevard Rabatau, cette tolérance n'est pas respectée puisque la valeur limite a été franchie 44 jours.

### 3.5. MONOXYDE DE CARBONE (CO)

Les teneurs annuelles 2005 en CO sont modérées, avec 0.2  $\text{mg}/\text{m}^3$  à La Cayolle et 0.4  $\text{mg}/\text{m}^3$  à Menpenti.

Pour comparaison, le Boulevard de Plombières a enregistré un niveau annuel 2005 de 1.1  $\text{mg}/\text{m}^3$ . Les teneurs sont plus importantes sur les sites de trafic directement soumis aux émanations des pots d'échappement des véhicules.

### 3.6. NOTIONS CLEFS SUR LA QUALITE DE L'AIR EN VILLE

Les différentes études menées sur Marseille depuis une dizaine d'années ont conduit à une connaissance détaillée de la qualité de l'air extérieur. Les grandes lignes sont les suivantes :

#### Pollution extérieure

La pollution d'origine urbaine est environ 1/3 plus élevée en centre ville que dans les quartiers périphériques : les centres villes sont plus fréquentés, les émissions sont plus importantes et la dispersion des polluants est moins aisée.

La pollution d'origine automobile (NO<sub>2</sub>, Benzène, Particules) peut être jusqu'à 3 fois plus élevée dans des situations de proximité automobile (voies de trafic de plus de 10 000 véh./j et trottoirs attenants) que dans les quartiers, rues et ruelles moins passants.

La pollution peut être localement plus importante :

- Près d'un aménagement routier (nœud routier, rond point, tête de tunnel,...)
- Au niveau d'une rue en pente avec un sens de circulation montant : les émissions des véhicules y sont plus importantes,
- Au niveau de portions de voies régulièrement embouteillées avec des cycles de « stop and go » , ou ponctuées de feux tricolores,
- sous le panache d'une industrie ou près d'une activité émettrice : station service, garage, atelier de peinture,...

La ventilation, et l'altitude jouent un rôle primordial :

- A trafic égal, une rue plus large sera moins polluée qu'une rue encaissée,
- Un quartier résidentiel (à bâti bas et peu dense) sera moins pollué qu'un quartier de centre ville avec des immeubles hauts et des rues « canyons »,
- Un secteur de centre ville logé sur une butte sera mieux ventilé et donc légèrement moins pollué (- 10 à 15%)

L'absence d'émissions sur un secteur urbain assez large (centre piétonnier étendu, place, square, parc, stade,...) entraîne une décroissance locale de la pollution, au minimum de 10 à 15%, mais variable selon les configurations.

C'est pourquoi, les espaces à protéger, comme les terrains de sport, devraient être éloignés du trafic routier ; les activités sportives induisent un accroissement du volume d'air respiré et, par là, de la pollution respirée.

De même, une attention particulière doit être portée autour des lieux recevant des personnes sensibles, les enfants, les personnes âgées, ...

#### **Impact de la pollution extérieure sur l'air intérieur :**

Outre les émissions polluantes en air intérieur qui ne sont pas l'objet de ce rapport, mais dont l'importance est de plus en plus reconnue, la qualité de l'air extérieur conditionne celle à l'intérieur des locaux.

En tout état de cause il est utile d'aérer fréquemment. La fin de matinée est le meilleur moment. En ville, en air extérieur les niveaux de pollution sont au plus haut tôt le matin (entre 7h et 9h) et le soir (entre 17h et 20h) lorsque se combinent stabilité de l'atmosphère (pas de vent) et émissions dues aux pointes de trafic.

#### **Impact de la météorologie sur la pollution urbaine :**

Les situations anticycloniques (soleil et peu de vent) privilégient la concentration des polluants dans l'air.

Les jours de mistral ou de pluie avec un temps nuageux et venté, l'air est brassé et les polluants se dispersent très vite.

## **3.7. CONCLUSION**

Les résultats présentés rassemblent l'ensemble des campagnes menées sur l'agglomération marseillaise entre 2001 et 2005.

Les polluants pris en compte dans cette étude sont les principaux polluants indicateurs normalisés dans l'air ambiant, représentatifs de la circulation automobile : oxydes d'azote, benzène, toluène, particules en suspension, monoxyde de carbone.

La ville de Marseille est soumise à une pollution urbaine ayant pour origine principale le trafic automobile.

Les polluants issus des transports, dioxyde d'azote et benzène, montrent des valeurs importantes, qui dépassent les valeurs limites pour la protection de la santé, en hyper centre de Marseille, dans plusieurs quartiers denses et en périphérie de ces secteurs, et sur de nombreuses artères routières fréquentées.

Sur ces mêmes sites, les particules en suspension, approchent ou dépassent l'objectif de qualité.

Les pollutions par le monoxyde de carbone (origine : trafic automobile) et le dioxyde de soufre (origine industrielle) sont faibles à modérées.

Pour le benzène, l'influence industrielle de la vallée de l'Huveaune est notable et se répercute sur plusieurs secteurs voisins de la ville.

Les quartiers périphériques bénéficient de l'apport d'air issu des espaces naturels de la cité : la mer, les Calanques, La Nerthe, l'Etoile, le mont Puget,... au niveau desquels les émissions polluantes sont faibles. En ces lieux, les teneurs en polluants décroissent et se situent bien en deçà des normes.

## 4. CARTOGRAPHIES MODELISEES DE LA QUALITE DE L'AIR : DIOXYDE D'AZOTE ET BENZENE.

Pour réaliser les cartographies modélisées du dioxyde d'azote et du benzène sur l'agglomération de Marseille, une méthodologie géostatistique, technique d'interpolation entre les points de mesures tenant compte de la distance entre ces points, a été mise en œuvre.

Cette méthodologie a été éprouvée au niveau national lors du projet AirProche, piloté par l'AFSSET<sup>1</sup> et l'IFEN<sup>2</sup>, qui s'inscrivait dans le cadre du plan cancer et dans celui de l'action 35 du Plan Santé - Environnement 2004 ; action pilote permettant de croiser des données environnementales, sanitaires et démographiques pour mieux documenter l'exposition et l'impact sanitaire.

Ce projet avait pour objet de développer une démarche nationale harmonisée de cartographie fine (haute résolution) afin d'identifier les portions du territoire national où les populations sont affectées par les niveaux de pollution atmosphérique les plus élevés.

Les techniques géostatistiques mises en place dans cette étude sont aujourd'hui employées en qualité de l'air pour réaliser des cartographies à l'échelle urbaine, régionale ou nationale.

La méthode combine les mesures de pollution sur le terrain et des informations pertinentes telles que cadastres d'émission, concentrations issues de modèles de rue, occupation des sols... : la cartographie finale, enrichie de ces informations, devient alors plus robuste.

La démarche est la suivante. Dans un premier temps est cartographiée, sur l'agglomération de Marseille, la pollution de « fond » puis y est superposée une cartographie de la pollution de « proximité » modélisée, la plus pertinente et au plus près de la réalité du trafic sur le réseau routier. Aujourd'hui, les niveaux de concentration observés en proximité routière sont correctement modélisés grâce à des outils numériques tels que STREET, ADMS-Roads ou SIRANE. Ces modèles de rue prennent en compte une série de paramètres (émissions, typologie de l'axe, conditions météorologiques, etc.) pour évaluer les concentrations du polluant le long des principaux axes et ainsi déterminer la pollution de proximité.

La cartographie finale combine pollution de fond et pollution de proximité. Elle doit être suffisamment fine pour capturer les phénomènes de proximité. Elle ne doit néanmoins pas illusoirement laisser penser que l'on peut atteindre en termes de cartographie de la qualité de l'air une précision de l'ordre du **mètre sur l'ensemble d'une agglomération**. On choisira une résolution de l'ordre de 20 m.

La méthode est détaillée dans les chapitres suivants.

### 4.1. CARTOGRAPHIE DE LA POLLUTION DE FOND

Parmi l'ensemble des mesures de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) et de benzène (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) effectuées sur l'agglomération marseillaise pour lesquelles une estimation de la moyenne annuelle sur l'année 2005 a été réalisée, seules les mesures de fond ont été utilisées dans cette étape :

- soit 214 points pour le NO<sub>2</sub>, issus des campagnes de mesure réalisées entre 2001 et 2005.
- et 79 points pour le C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, issus de la campagne menée en 2005.

Les cartographies élaborées à partir des techniques géostatistiques étant majoritairement construites à partir de la mesure, plus l'échantillonnage initial est important plus le résultat final sera robuste et fiable.

La simple interpolation entre les mesures ne permet pas toujours de bien couvrir l'ensemble du territoire à cartographier, une variable supplémentaire connue en tout point du territoire et bien corrélée avec la mesure permet d'apporter une information aux endroits où la mesure manque.

Les émissions d'oxydes d'azote issues du cadastre d'émissions 1999 s'avèrent être assez bien corrélées avec les mesures de fond de dioxyde d'azote (corrélation à 0.509).

<sup>1</sup> Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail

<sup>2</sup> Institut Français de l'Environnement

Ainsi, la technique de cartographie de la pollution de fond utilisée pour le NO<sub>2</sub> est le krigeage avec dérive externe qui utilise les émissions comme variable auxiliaire (dérive externe). Cette technique donne un poids important à la dérive. Intuitivement, elle consiste à baser la tendance de la cartographie de la pollution de fond sur le cadastre des émissions d'oxydes d'azote, tout en recalant ces dernières de façon à respecter les niveaux réels aux points de mesures.

Cette méthode n'est pas appliquée au benzène pour lequel les émissions de 1999 ne sont pas renseignées assez précisément dans le cadastre de 1999 (manque d'information, erreurs d'estimation...). Une simple interpolation par krigeage est utilisée pour ce polluant sans variable supplémentaire.

## DIOXYDE D'AZOTE :

Les cartographies sont réalisées à partir du logiciel Isatis (Géovariances) à une résolution de 20 m puis mises en forme sous Système d'Information Géographique (logiciel Arcview 9.2 – ESRI).

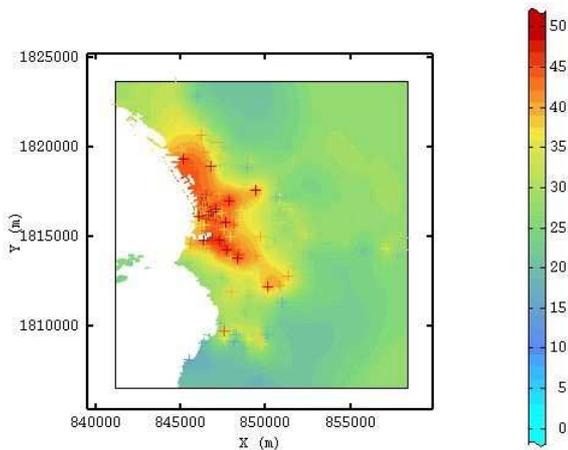


Figure 14 : Cartographie de la pollution de fond en NO<sub>2</sub> par krigeage ordinaire – En µg/m<sup>3</sup>

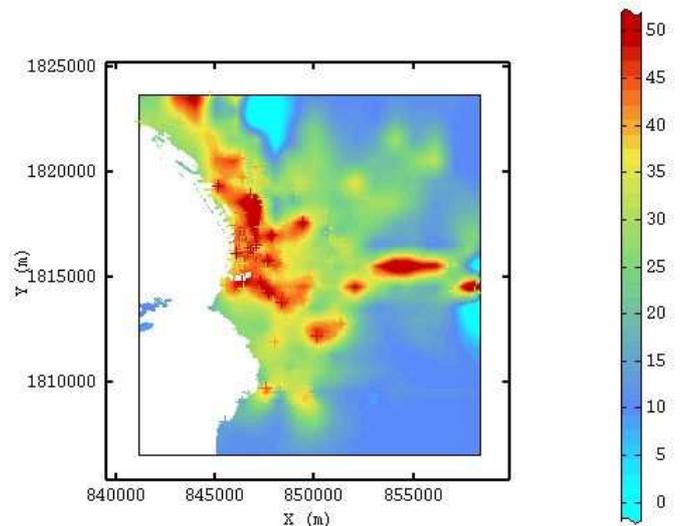


Figure 15 : Cartographie de la pollution de fond avec les émissions en dérive externe - En µg/m<sup>3</sup>

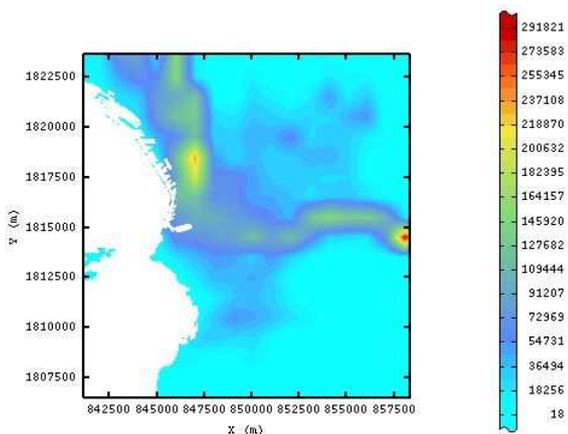


Figure 16 : Cartographie des émissions de NO<sub>x</sub> par krigeage ordinaire – En Kg/an

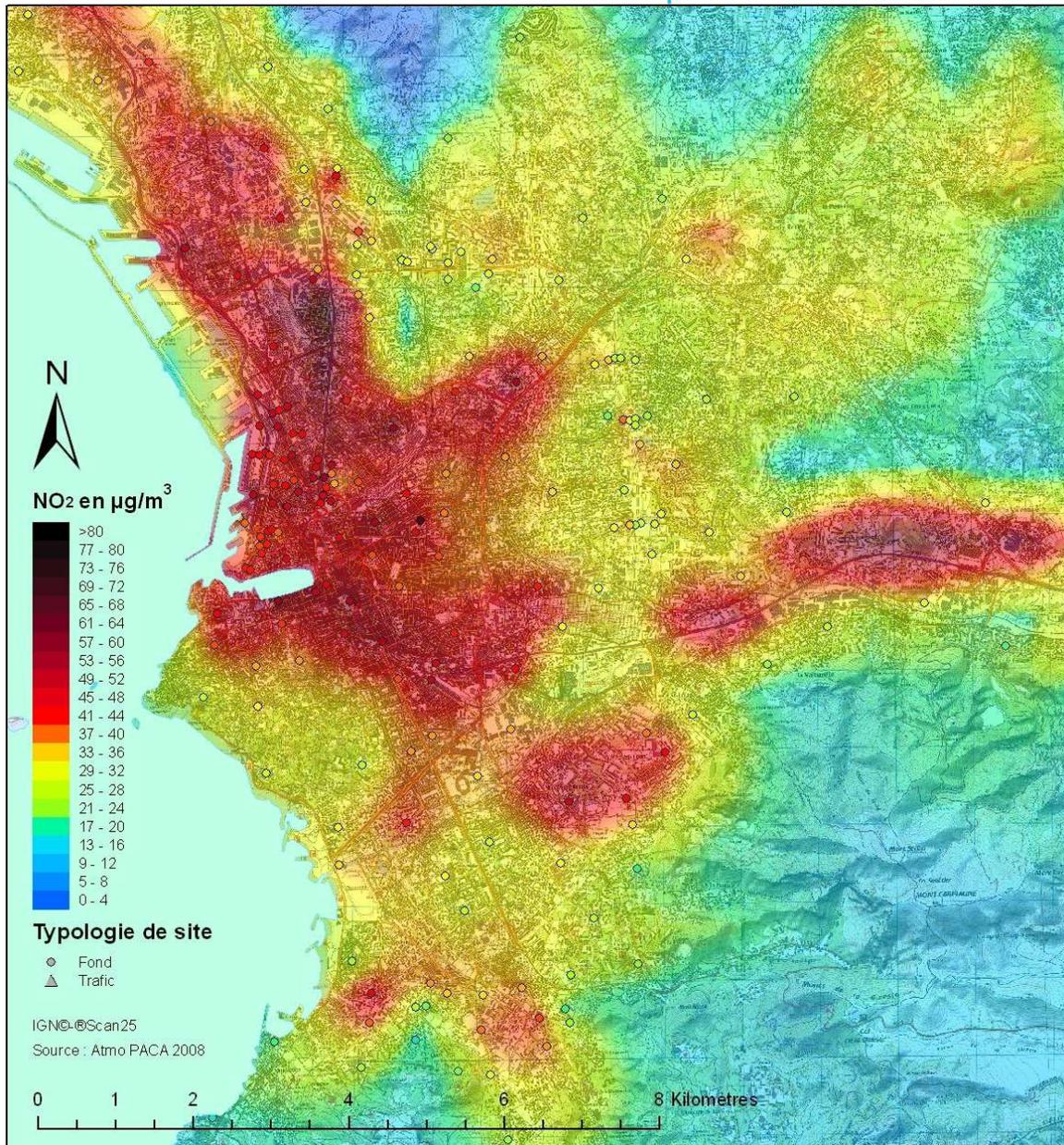


Figure 17 : Cartographie finale de la pollution de fond en NO<sub>2</sub> sur l'agglomération de Marseille – Moyenne annuelle -

La pollution de fond renseigne sur les grandes tendances : des quartiers centraux et quelques noyaux périphériques où persiste une pollution moyenne conséquente de par la densité des activités multiples et la dispersion moins rapide de la pollution.

## BENZENE :

La cartographie est représentée sur la partie ouest du domaine d'étude : toute la partie Est du domaine n'est pas modélisée car elle subit une forte influence d'Arkema en benzène : source ponctuelle dont nous n'avons pas connaissance de la zone impactée. Un modèle de diffusion de panache devrait être ici appliqué. Le nombre de points de mesure est ici insuffisant pour évaluer la zone de dispersion et donc pour cartographier correctement.

Toutefois les mesures installées montrent des niveaux élevés en benzène dans la vallée de l'Huveaune, teneurs de plus de 10 µg/m<sup>3</sup> sur deux points de mesure proches d'Arkéma. Des points complémentaires seraient nécessaires pour définir jusqu'où le panache d'Arkéma se propage.

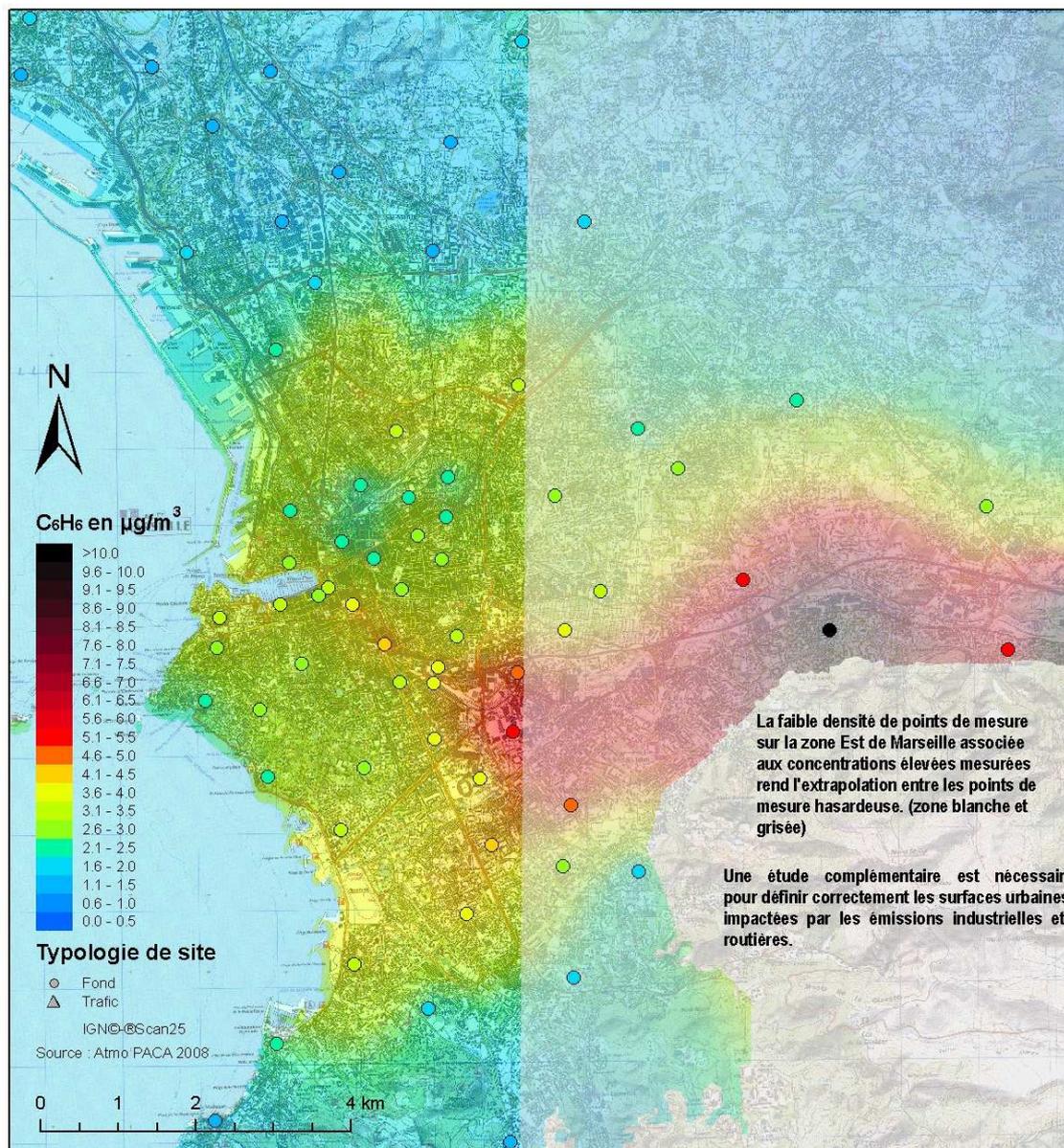


Figure 18 : Cartographie finale de la pollution de fond en benzène sur l'agglomération de Marseille

## 4.2. CARTOGRAPHIE DE LA POLLUTION DE PROXIMITE

Le logiciel STREET est destiné à l'évaluation de la pollution de proximité due au trafic routier dans une ville. Cet outil est conçu pour permettre l'identification rapide des principaux axes potentiellement exposés à une forte pollution atmosphérique dans une agglomération.

L'étude de modélisation a été réalisée sur les principaux axes de Marseille primaires et secondaires : 650 brins ont été évalués à partir des données de trafic fournies par le CETE (EMME2 2001) et Marseille Provence Métropole (Opéra 1997) cf. Figure 19.

Le modèle utilisé, STREET 5.2 (Targeting et al, 2005 ; Louka et al. 2001), est un logiciel d'évaluation, à l'échelle de la rue, de la concentration dans l'air ambiant des polluants liés au trafic des véhicules.

Les polluants pris en compte dans cette étude sont le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) et le benzène (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>).

Les résultats sont présentés sous la forme de concentrations moyennes annuelles. Pour chacun des axes modélisés, STREET calcule la concentration **maximale** rencontrée en proximité, le long de la chaussée ou sur le trottoir. Les émissions sont exprimées en g/km/véhicule et les concentrations en µg/m<sup>3</sup>. Les facteurs d'émissions sont fournis

#### Etat de la qualité de l'air à Marseille de 2001 à 2005

par le logiciel IMPACT de l'ADEME, qui s'appuie sur la méthodologie européenne COPERT III (Computer Programme to Calculate Emissions from Road Transport). Pour chaque type de véhicule, sont calculées les quantités de polluants émises et la consommation en fonction des vitesses pratiquées, des allures et des pentes (EEA, 2000).

Le modèle STREET simule les concentrations des polluants en tenant compte des paramètres suivants : circulation des véhicules (nombre de véhicules/jour, type de véhicule), pollution de fond, configuration de la rue (hauteur, largeur, orientation, pente), météorologie (vitesse et direction du vent en moyenne annuelle).

L'information produite par STREET est par principe ponctuelle, le fait d'associer et d'extrapoler cette valeur à l'ensemble de l'axe induit un biais important. Il permet toutefois une meilleure lisibilité, et souligne les différentes zones de Marseille pour lesquelles les concentrations maximales rencontrées en proximité des axes induisent une forte exposition à la pollution atmosphérique.

Une fois ces zones identifiées, les axes doivent nécessairement ensuite faire l'objet d'études plus approfondies en utilisant des techniques plus complexes pour définir correctement les concentrations moyennes d'exposition des populations (mesures complémentaires, modélisations 3D fines, etc.).

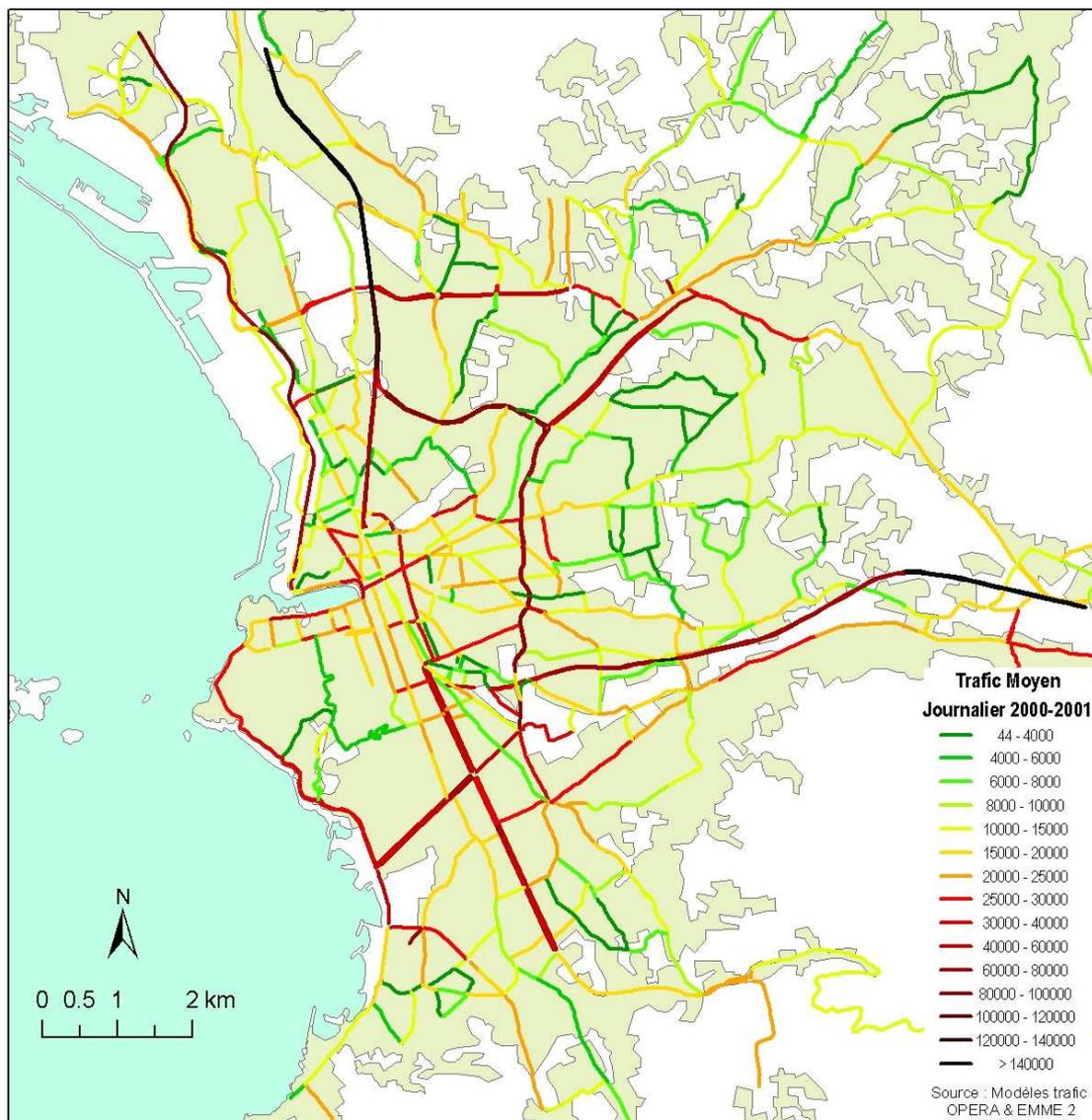
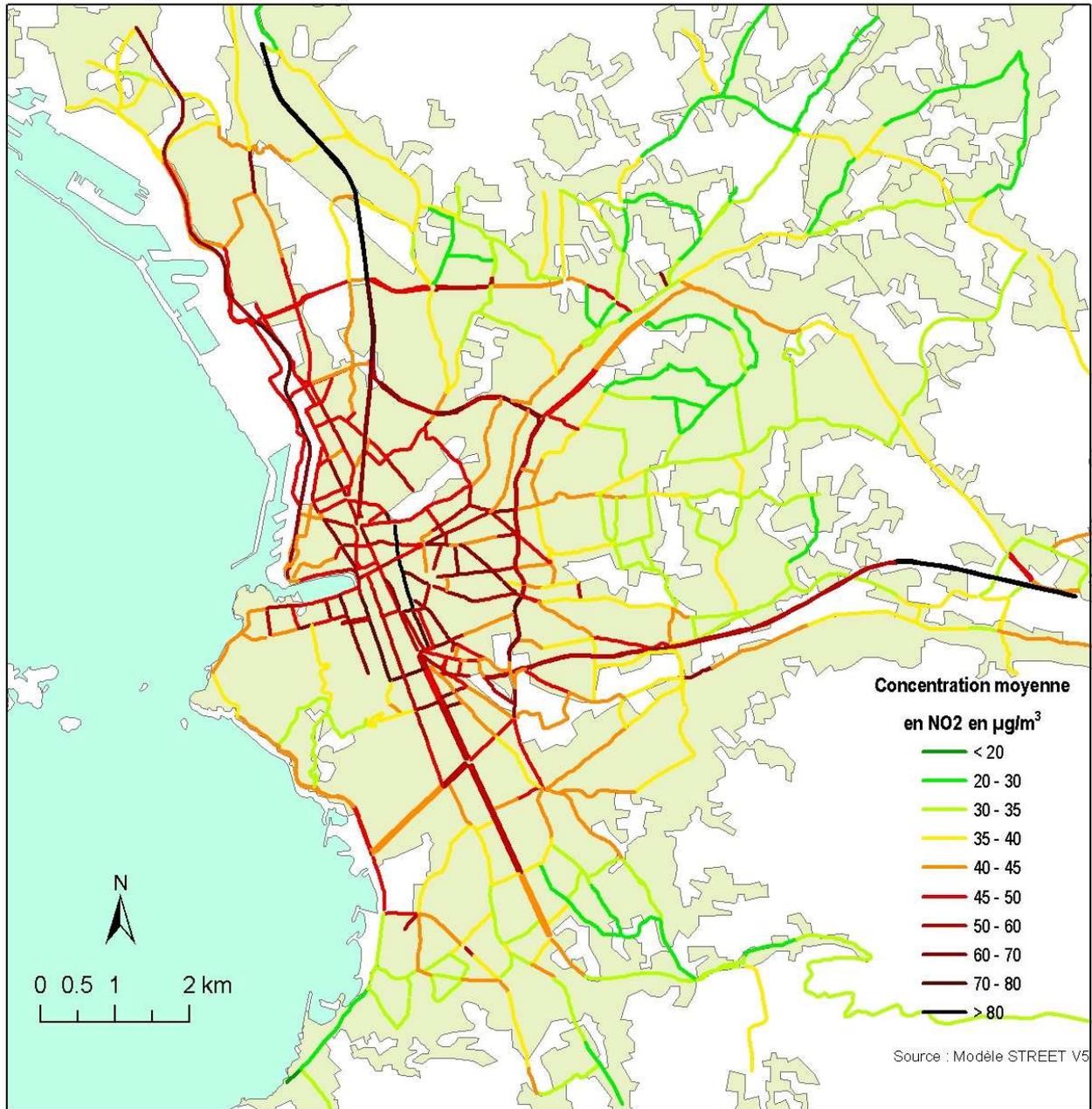


Figure 19 - Cartographie du trafic moyen journalier annuel 2001 sur les 650 brins.

**Cartographie de la pollution de proximité**  
**dioxyde d'azote moyenne annuelle - données de trafic EMME2 2001**



*Figure 20 : Concentrations moyennes annuelles de dioxyde d'azote, estimées par le modèle Street pour l'année 2001*

**Cartographie de la pollution de proximité  
benzène moyenne annuelle - données de trafic EMME2 2001**

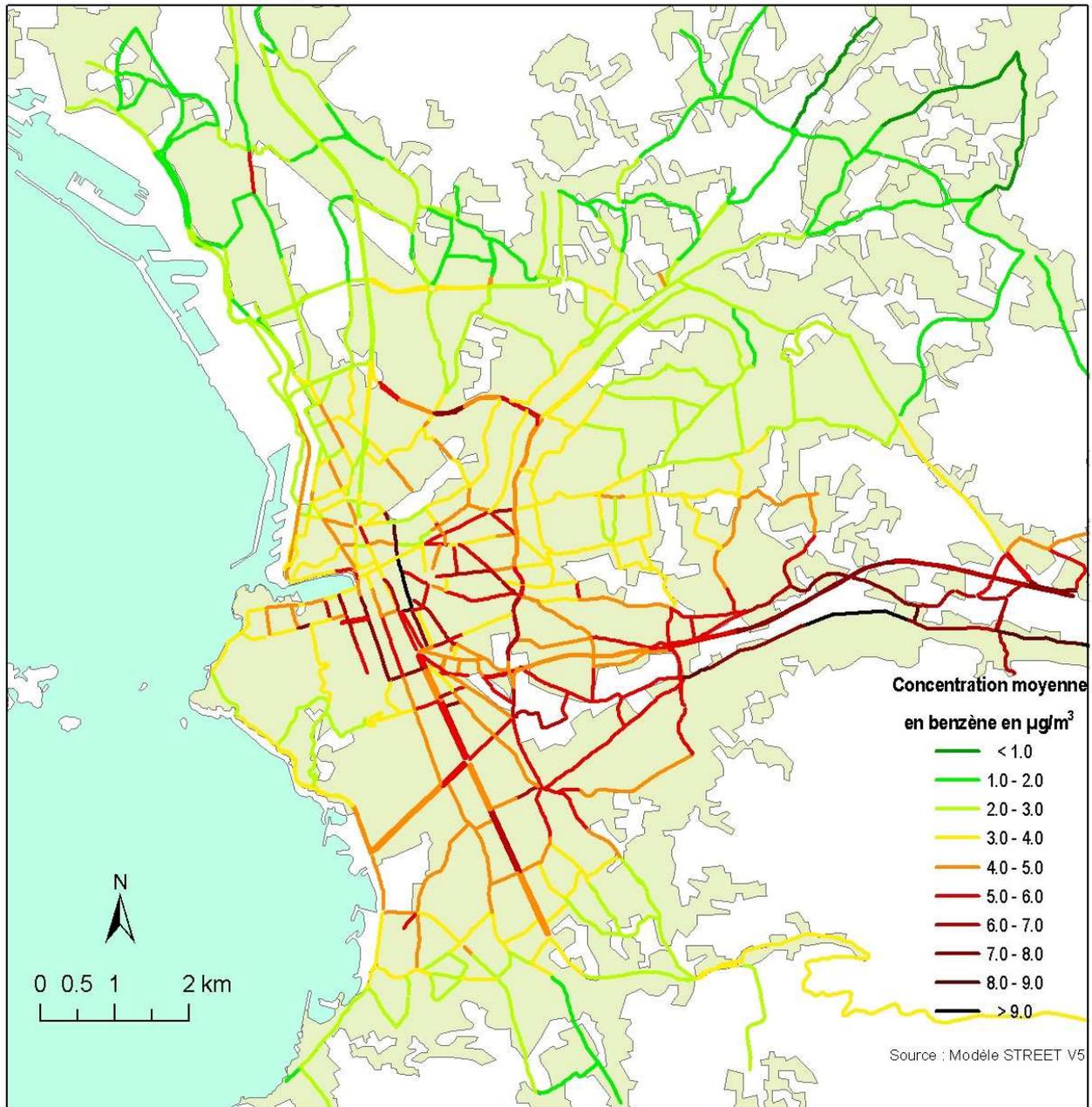


Figure 21 Concentrations moyennes annuelles de benzène estimées par Street pour l'année 2001

### **4.3. CARTOGRAPHIE FINALE : COMBINAISON POLLUTION DE FOND ET DE PROXIMITE**

Une fois la pollution de fond modélisée et les moyennes annuelles de la pollution de trafic estimées pour chaque brin pour le  $\text{NO}_2$  et le  $\text{C}_6\text{H}_6$ , les deux approches vont être combinées dans cette dernière étape, pour aboutir à une cartographie globale de la pollution liée au trafic automobile sur Marseille.

En premier lieu, il importe de garantir la cohérence entre les mesures de proximité et les concentrations modélisées par Street pour assurer la fiabilité de la méthodologie.

Le modèle de rue est donc corrigé à partir des mesures à proximité des axes modélisés par Street (11 points pour le benzène et 63 pour le dioxyde d'azote) à l'aide de techniques géostatistiques de type krigeage avec dérive externe, dont



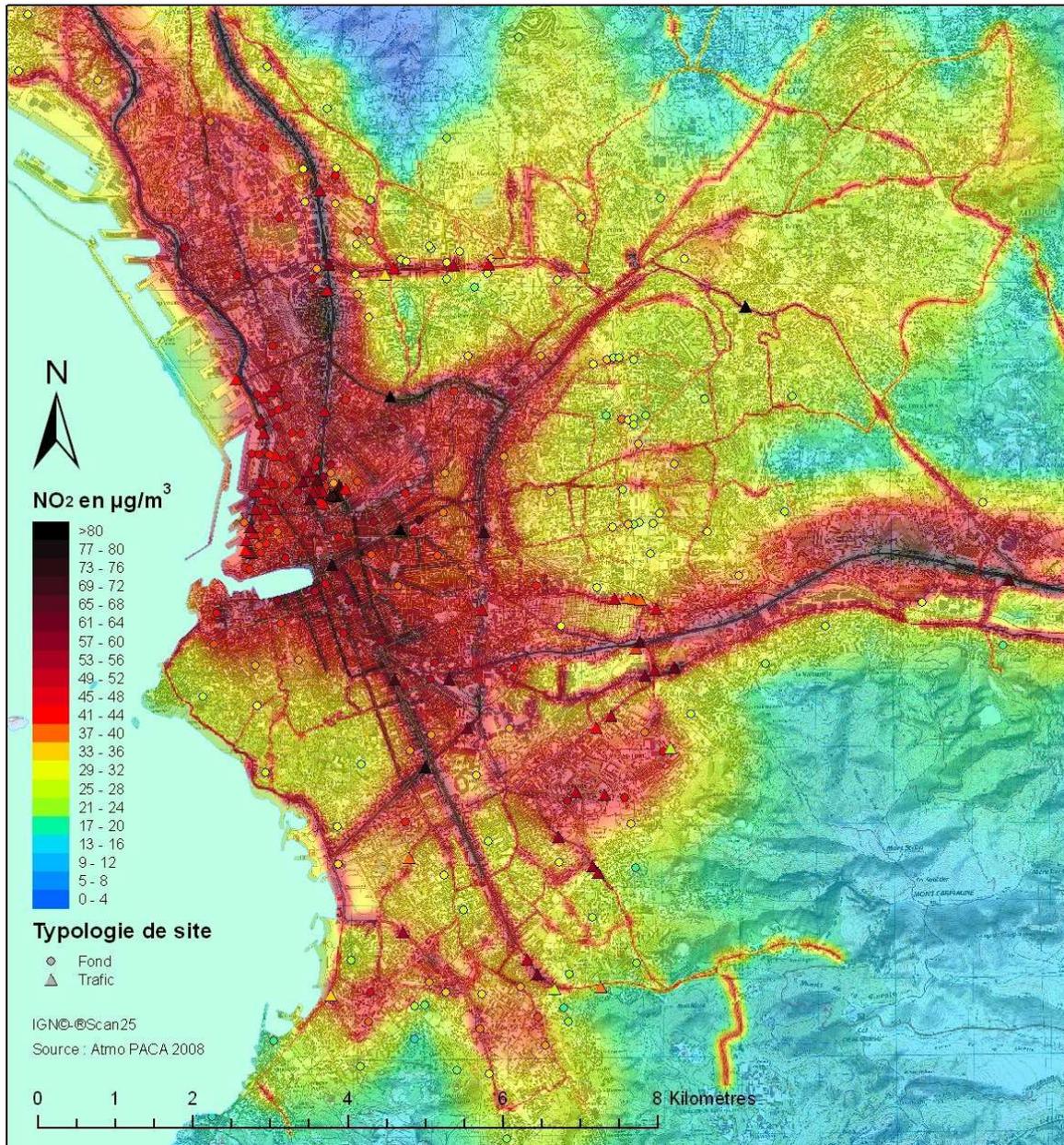


Figure 24 : Cartographie finale de la pollution de NO<sub>2</sub> intégrant fond et proximité spatialisée

**BENZENE :**

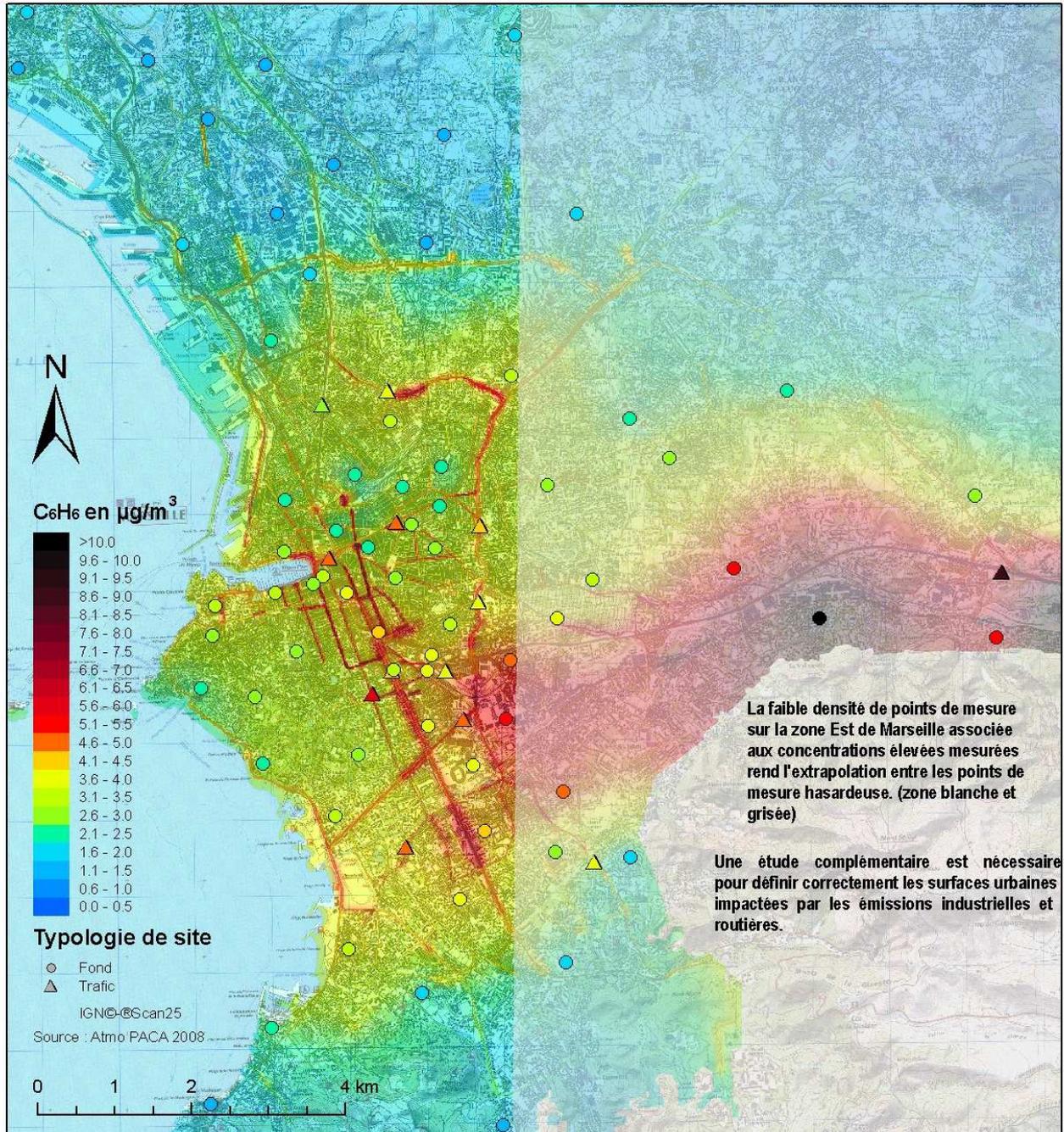


Figure 25 : Cartographie finale de la pollution de C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> intégrant fond et proximité spatialisée

## COMMENTAIRE GENERAL

Bien que la géostatistique permette de quantifier l'incertitude associée à la spatialisation de mesures de concentrations, cette évaluation est délicate dans le cas présent : l'incertitude liée à la mesure et à son estimation annuelle et celle associée aux concentrations modélisées par STREET sont mal connues.

En outre, seul le réseau routier principal a été modélisé par STREET dans cette étude. La non prise en compte de certains axes dans le résultat final constitue une incertitude supplémentaire.

L'incertitude liée à la multiplicité temporelle des données d'entrées s'ajoute aussi : émissions 1997, mesures estimées à l'année 2005, données de trafic 1997 et 2001.

Une étude plus approfondie sur les distances d'influence des axes en fonction de leur typologie serait nécessaire pour déterminer avec précision l'impact de la pollution de proximité et les critères déterminant la zone d'influence (rugosité...). La multiplicité des typologies d'axes (rues plus ou moins canyons, autoroutes, corniches...) rend cette étude complexe si l'on veut aboutir à une méthodologie robuste applicable à toute l'agglomération.

L'échantillonnage initial (nombre de mesures de fond et de proximité) est aussi important dans cette étape de validation puisque celle-ci est faite à partir des points de mesures existants. Plus les points de mesures sont nombreux plus la validation a un sens. Qu'en est-il des zones non échantillonnées ? Le résultat final gagnerait donc à être validé en quelques points non intégrés dans la construction de la cartographie.

En dépit de ces remarques, la cartographie finale obtenue donne la meilleure représentation possible, compte tenu des données existantes, des concentrations moyennes de dioxyde d'azote et de benzène entre les années 2000 et 2005.

Elle intègre, dans sa construction, les émissions des polluants sur l'agglomération, la mesure de plus de trois cents points, les données de trafic et la zone d'influence des axes routiers sur la qualité de l'air environnant. En outre, la confiance que l'on peut avoir dans cette cartographie est renforcée par la cohérence, validée expérimentalement, entre les différentes informations combinées.

## 5. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Ce rapport s'appuie sur l'état de l'art en matière de cartographie de la pollution de l'air dans les zones urbaines : il utilise des méthodologies récentes reconnues au niveau national auxquelles Atmo PACA a contribué.

Ces mêmes méthodes sont reprises dans des programmes nationaux, en particulier le programme ELFE qui vise à suivre une cohorte d'enfants sur tout le territoire national depuis la naissance et jusqu'à l'âge de 20 ans.

Les grandes villes de France mettent en place sur Internet un service de cartographie temps réel et prévisionnel de la pollution. C'est déjà le cas de Strasbourg, Paris, Lyon.

Atmo PACA, dans le cadre d'une convention avec la Région et la Communauté du Pays d'Aix et de Sophia Antipolis, lance cette démarche sur ces deux agglomérations.

L'ensemble des méthodes déployées sur le territoire de MPM ayant abouti à ces cartes est en place au sein d'Atmo PACA. L'étape suivante peut aisément être engagée pour donner une prévision à J+2, heure par heure, de la qualité de l'air de l'agglomération en fonction du trafic réel. Atmo PACA possède le modèle déterministe nécessaire et adéquat.

La qualité des résultats sera améliorée : l'inventaire des émissions est en totale réactualisation et prendra pour repère l'année 2004. Une actualisation des données d'entrée après l'ouverture du tramway pourra être appliquée pour Marseille.

Un projet européen sur l'impact des émissions dues au port de Marseille sur toute la ville va être déposé par Atmo PACA en lien avec d'autres grands ports européens comme Barcelone et Gênes. Atmo PACA a réalisé un travail équivalent sur l'impact du Port de Toulon à travers le projet SYMPIC ([www.atmopaca.org](http://www.atmopaca.org))

Les cartes obtenues pour la période 2001-2005 décrivent une agglomération soumise à une pollution forte dans les quartiers centraux et près des axes à grand trafic. Les normes de qualité sont dépassées sur une partie importante du territoire de l'agglomération ; densité du trafic et des activités, lente dispersion des polluants, expliquent cette situation.

Depuis 2005, de nombreux aménagements et rénovations de quartiers ont été réalisés et concourent à réduire le trafic automobile : tramway, plan de circulation modifié. Un nouvel état des lieux, après 2005, montrerait sans doute une amélioration de la qualité de l'air, surtout en centre ville.

Sur des secteurs sensibles comme l'extrême centre ville ou bien les quartiers autour des autoroutes et des voies rapides, les projets d'aménagement ou de modification de trafic automobile pourraient être précédés de simulations pour préciser les scénarios les plus bénéfiques pour la qualité de l'air.

## 6. REFERENCES

- ADEME (2002) Classification and Criteria for Setting Up Air-Quality Monitoring Stations. ADEME Editions, Paris, 63 p.
- AIRMARAIX, GEOVARIANCES, NUMTECH (2006) Cartographies de la pollution à Toulon : approche géostatistique et déterministe. Juin 2006.
- AIRMARAIX (2007) SIMPYC Project : Air quality of the cities of Toulon and la Seyne-sur-mer: comparison between downtown and ports. MP02. fev. 2007.
- Petit C., De Jerphanion M., Brou M., Analyse de sensibilité d'un logiciel d'évaluation des immissions liées au trafic automobile, au niveau de la rue : Street 3.1. *9<sup>th</sup> International Symposium « Transport and Air Pollution » / 9<sup>e</sup> Colloque international « Transports et pollution de l'air »*, Avignon, 5-8 June / Juin 2000, *proceedings / actes*, n°70, Inrets ed., Arcueil, France, 2000, p369-374
- ESCOMPTE (2001): Le programme scientifique ESCOMPTE : site web : <http://medias.obs-mip.fr/escomppte/projet/index.fr.php>
- INERIS 2001 : Evaluation des risques sanitaires liés aux substances chimiques dans l'étude d'impact des installations Classés pour la Protection de l'Environnement. INERIS, 30 novembre 2001, version 3.0 ; 181pages.
- Lohmeyer A., Eichhorn J., Flassak T., Kunz, W. :WinMISKAM 4.2, microscale flow and dispersion model for built up areas, recent developments. 11<sup>ème</sup> International Symposium :Transport and Air Pollution. 19-21 juin 2002. Vol 81. Ed. Stum/Minarik
- NUMTECH (2006) Evaluation du système de modélisation ADMS Urban sur l'agglomération de Toulon. R/140.0605/QA. Juin 2006.
- Rouil L (2004) Evaluation et contraintes d'application des modèles de rue, Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air, rapport DRC-04-55280-LRo .LCSQA-n°10\_v1, nov. 2004, 37 p.
- Soulhac L (2002) Modélisation de la dispersion atmosphérique à l'intérieur de la canopée urbaine, rapport de thèse de l'Ecole Centrale de Lyon.
- Venkatram, A., Karamchandani, P., Pai, P. and Goldstein, R., (1994). The development and Application of Simplified Ozone Modelling System. *Atmospheric Environment* 28, 3665-3678.

## 7. LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES

### TABLEAUX

|  |   |
|--|---|
| Tableau 1 : Emissions sur MPM (Année 1999) par activité et polluant - .....  | 3 |
| Tableau 2 : Moyennes annuelles 2005 estimées en dioxyde d'azote par site de mesure .....   | 3 |
| Tableau 3 : Moyennes annuelles 2005 estimées en dioxyde d'azote par site de mesure .....   | 3 |
| Tableau 4 : Moyennes du 7 septembre au 2 novembre 2005, pour le benzène, le toluène et le xylène.<br>Moyennes annuelles 2005 estimées en benzène ..... | 3 |

### FIGURES

|   |   |
|---|---|
| Figure 1 : Analyse sectorielle des émissions sur MPM .....  | 3 |
| Figure 2 : Analyse sectorielle des émissions de NO <sub>x</sub> .....   | 3 |
| Figure 3 : Analyse sectorielle des émissions de CO .....  | 3 |
| Figure 4 : Analyse sectorielle des émissions de CO <sub>2</sub> .....   | 3 |
| Figure 5 : Analyse sectorielle des émissions de SO <sub>2</sub> .....   | 3 |
| Figure 6: Analyse sectorielle des émissions de COVNM .....  | 3 |
| Figure 7 : Analyse sectorielle des émissions de particules totales (PAR), dont PM10 et PM2.5.....   | 3 |
| Figure 8 : Localisation des Grandes Sources Ponctuelles (GSP) sur les Bouches du Rhône.....   | 3 |
| Figure 9 : Plan d'échantillonnage/ Typologie des sites.....   | 3 |
| Figure 10 : Rose des vents pour la période du 7/09 au 02/11/ 2005, Marseille Hippodrome (Station Météo France, traitement Atmo PACA).....   | 3 |
| Figure 11 : Moyennes annuelles 2005 estimées en dioxyde d'azote (fond et trafic) au niveau des points échantillonnés durant la campagne d'automne 2005 sur Marseille -.....       | 3 |
| Figure 12 : Moyennes annuelles 2005 estimées en dioxyde d'azote (fond et trafic) au niveau des points échantillonnés durant les 5 campagnes ayant eu lieu entre 2001 et 2005..... | 3 |
| Figure 13 : Cartographie des niveaux de benzène estimés pour l'année 2005, agglomération marseillaise .....   | 3 |
| Figure 14 : Cartographie de la pollution de fond en NO <sub>2</sub> par krigeage ordinaire – En µg/m <sup>3</sup> .....   | 3 |
| Figure 15 : Cartographie de la pollution de fond avec les émissions en dérive externe - En µg/m <sup>3</sup> .....  | 3 |
| Figure 16 : Cartographie des émissions de NO <sub>x</sub> par krigeage ordinaire – En Kg/an.....  | 3 |
| Figure 17 : Cartographie finale de la pollution de fond en NO <sub>2</sub> sur l'agglomération de Marseille – Moyenne annuelle - .....  | 3 |
| Figure 18 : Cartographie finale de la pollution de fond en benzène sur l'agglomération de Marseille .....   | 3 |
| Figure 19 - Cartographie du trafic moyen journalier annuel 2001 sur les 650 brins. ....   | 3 |
| Figure 20 : Concentrations moyennes annuelles de dioxyde d'azote, estimées par le modèle Street pour l'année 2001.....  | 3 |
| Figure 21 Concentrations moyennes annuelles de benzène estimées par Street pour l'année 2001 .....  | 3 |
| Figure 22 : Superposition de la cartographie de fond en NO <sub>2</sub> et de la pollution de trafic modélisée par Street (µg/m <sup>3</sup> ).....                               | 3 |
| Figure 23 : Superposition de la cartographie de fond en NO <sub>2</sub> et de la pollution de trafic modélisée par Street corrigée par la mesure (µg/m <sup>3</sup> ) .....       | 3 |
| Figure 24 : Cartographie finale de la pollution de NO <sub>2</sub> intégrant fond et proximité spatialisée .....  | 3 |
| Figure 25 : Cartographie finale de la pollution de C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> intégrant fond et proximité spatialisée .....  | 3 |