



www.atmopaca.org

LIAISON A50-A57 TRAVERSEE SOUTERRAINE DE TOULON SECOND TUBE (SUD)

ANALYSE DES DONNEES DE QUALITE DE L'AIR (SITE CHANTIER DE PUIITS MARCHAND)

SEPTIEME TRIMESTRE : MESURES FEVRIER A AVRIL 2009

Date de publication : 01/2010
Numéro de projet : 06VAR02I

SIÈGE SOCIAL
Le Nôilly Paradis
146 rue Paradis - 13294 Marseille cedex 06
Tél. : 04 91 32 38 00

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

SOMMAIRE

1. PRESENTATION DE L'ETUDE	3
1.1. OBJECTIFS.....	3
1.2. CHOIX DES SITES D'ECHANTILLONNAGE	3
1.2.1. PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES	4
1.2.2. PARAMETRES METEOROLOGIQUES	4
2. METEOROLOGIE	5
2.1. VITESSE ET DIRECTION DU VENT.....	5
2.2. TEMPERATURE ET PRECIPITATIONS.....	6
3. RESULTATS – DISCUSSION	7
3.1. PARTICULES EN SUSPENSION.....	7
3.1.1. ORIGINE ET DYNAMIQUE	7
3.1.2. EFFETS SANITAIRES.....	7
3.1.3. RESULTATS SUR LA PERIODE DU 01/02/09 AU 30/04/09.....	8
3.1.4. EVOLUTION TRIMESTRIELLE DES CONCENTRATIONS EN PARTICULES.....	11
3.2. DIOXYDE D'AZOTE.....	13
3.2.1. ORIGINE ET DYNAMIQUE	13
3.2.2. EFFETS SANITAIRES.....	13
3.2.3. RESULTATS SUR LA PERIODE DU 01/02/09 AU 30/04/09.....	13
3.3. MONOXYDE DE CARBONE	15
3.3.1. ORIGINE ET DYNAMIQUE	15
3.3.2. EFFETS SANITAIRES.....	15
3.3.3. RESULTATS SUR LA PERIODE DU 01/02 AU 30/04/09.....	15
3.4. BENZENE (C ₆ H ₆).....	17
3.4.1. ORIGINE ET DYNAMIQUE	17
3.4.2. EFFETS SANITAIRES.....	17
3.4.3. MOYENS TECHNIQUES.....	17
3.4.4. RESULTATS SUR LA PERIODE DU 3/2 AU 28/4/09.....	17
4. CONCLUSION.....	19

TABLE DES ILLUSTRATIONS

FIGURES.....	20
TABLEAUX	20

1. PRESENTATION DE L'ETUDE

1.1. OBJECTIFS

L'Etat réalise la traversée souterraine de Toulon avec la mise en service du 2^{ème} tube du tunnel. Tout au long de la phase travaux, un suivi de la qualité de l'air a été confié à Atmo PACA, afin d'évaluer les taux des polluants, et de comparer les concentrations aux seuils réglementaires.

Ce suivi de la qualité de l'air permet d'évaluer la pollution induite pendant la phase travaux. En effet, en milieu urbain, l'un des principaux effets des travaux est la perturbation du trafic pendant la période du chantier. Cette phase chantier constitue une période de nuisance particulière, différente de la phase d'exploitation.

Cette période peut se révéler pénalisante pour l'environnement, tant sur les questions de nuisances atmosphériques, qu'acoustiques. La création de pistes, la circulation d'engins motorisés (générateurs et compresseurs...) de centrales d'enrobage ou de bitumes et de certains traitements (chaux et liants hydrauliques...) entraînent une perturbation du milieu urbain non négligeable.

Le personnel de chantier reste le plus exposé aux pollutions directes. Néanmoins l'objectif de cette étude porte sur la **prise en compte des effets générés pour les populations riveraines pendant cette phase de travaux.**

Pour réaliser cette surveillance, trois stations complémentaires de mesures des polluants ont été ajoutées au réseau permanent de Toulon dans les secteurs proches des travaux du tunnel.

Des pages Internet spécifiques (http://toulon_airsouterrain.atmopaca.org/), ont été développées et diffusent (en temps réel) au grand public les données de qualité de l'air des stations permanentes et celles mises en œuvre dans ce projet.

1.2. CHOIX DES SITES D'ÉCHANTILLONNAGE

Les travaux se sont déroulés sur 3 secteurs : Au nord, au Puits d'attaque Marchand, à l'Est et à l'Ouest à l'emprise de la future tranchée couverte.

Les émissions atmosphériques sont liées aux modifications temporaires des modes de circulation (déviation sur certains axes, congestions éventuelles occasionnées par les travaux ...), des émissions spécifiques, notamment des engins de chantiers. Les sites de mesures ont, dans ce sens, été implantés (non sans difficultés logistiques et techniques) au plus près des zones de forte activité des travaux, dans des secteurs correspondants autant que possible à l'exposition des riverains les plus proches et où les teneurs risquent d'être les plus élevées.

Pour ce septième trimestre, l'activité se concentre sur le seul **secteur du puits d'attaque Marchand.**



Figure 1 : Emplacement des sites de mesures

1.2.1. PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES

NO/NO₂ (monoxyde et dioxyde d'azote) : traceur de la pollution automobile,

CO (monoxyde de carbone) : traceur de la pollution automobile,

PM10 (particules en suspension) : traceur de la pollution automobile, industrielle et des émissions naturelles selon les contextes.

BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène et m-p-o-Xylène) : traceur de la pollution automobile et industrielle selon les contextes.

1.2.2. PARAMETRES METEOROLOGIQUES

Données de la station météo France de Toulon la Mitre :

Température,

Direction et vitesse de vent.

Précipitation

Nébulosité

Humidité relative

Insolation horaire

Pression atmosphérique

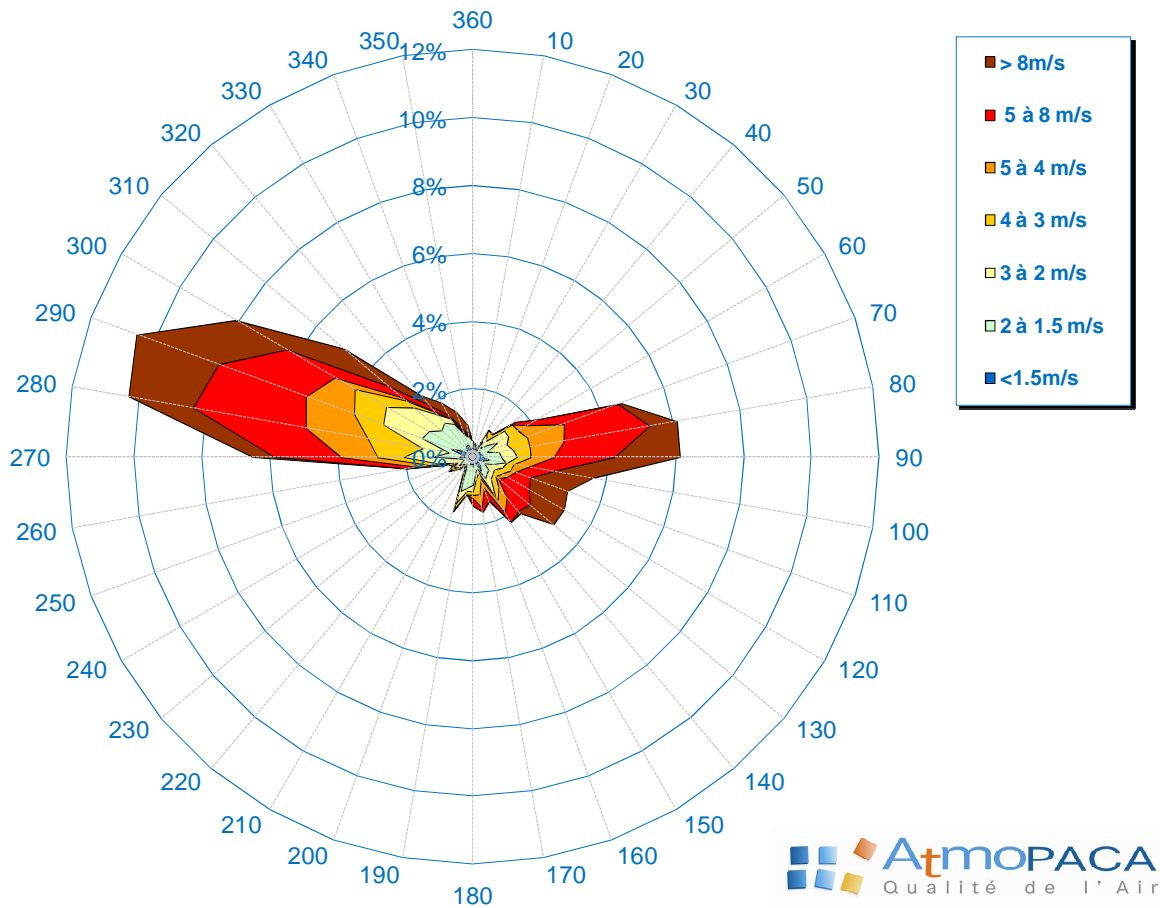
2. METEOROLOGIE

Les paramètres météorologiques sont issus de la station Météo France de Toulon-La Mitre.

Une appréciation préliminaire des conditions météorologiques rencontrées lors des campagnes de mesures permet de mieux appréhender leurs influences sur les niveaux de pollution atmosphérique observés.

2.1. VITESSE ET DIRECTION DU VENT

En effet les conditions météorologiques jouent un rôle très important de dispersion ou d'accumulation des polluants atmosphériques émis, dans la mesure où plus les conditions sont dispersives, plus les niveaux observés sont faibles. Ces conditions de stabilité ou de dispersion peuvent être définies par un ou plusieurs paramètres météorologiques, comme la hauteur de la couche de mélange, les inversions de température ou la vitesse de vent. Tandis que les deux premiers favorisent l'accumulation de la pollution et permettent d'appréhender la stabilité « verticale » de l'atmosphère, la vitesse de vent peut, au contraire, être considérée comme représentative de la dispersion « horizontale ». Les conditions les plus défavorables à la dispersion de la pollution atmosphérique se rencontrent lorsque les vitesses de vent sont nulles ou très faibles (0 à 2 m/s).



Toulon du 01/02/09 au 30/04/09

Figure 2 : Rose des vents du 01/02/09 au 30/04/09 à Toulon-La Mitre

Sur la Figure 2, les principaux régimes de vent observés sur le site de la Mitre, sont de secteurs Est-Nord-Est et Ouest-Nord-Ouest. Les pourcentages de vents forts sont majoritaires avec 32%, dont 11% supérieurs à 8 m/s. Ces conditions, favorables à la dispersion des polluants, sont également susceptibles d'induire des ré-envoi de particules sur les sols meubles du site de suivi des travaux. Les vents inférieurs à 2 m/s représentent également 33 % de la période. Ce trimestre de mesures présentes ainsi autant de conditions favorables à la dispersion des polluants qu'à leur accumulation.

2.2. TEMPERATURE ET PRECIPITATIONS

Les émissions de polluants primaires (NOx, PM10, CO), majoritairement générées par l'activité humaine (transport, chauffage, industries...), évoluent selon les saisons et donc la température extérieure. En effet, lorsque la température baisse, les émissions dues au chauffage et au transport augmentent (usage plus important de la voiture particulière).

La pluviométrie influe notamment sur le taux de particules fines en suspension dans l'air : les précipitations ramenant les polluants au sol par lessivage de l'atmosphère, la concentration en particules fines diminue. A l'inverse, par temps sec, les particules ont tendance à s'accumuler, ce qui se traduit souvent par une moindre visibilité, l'atmosphère devenant plus « opaque ».

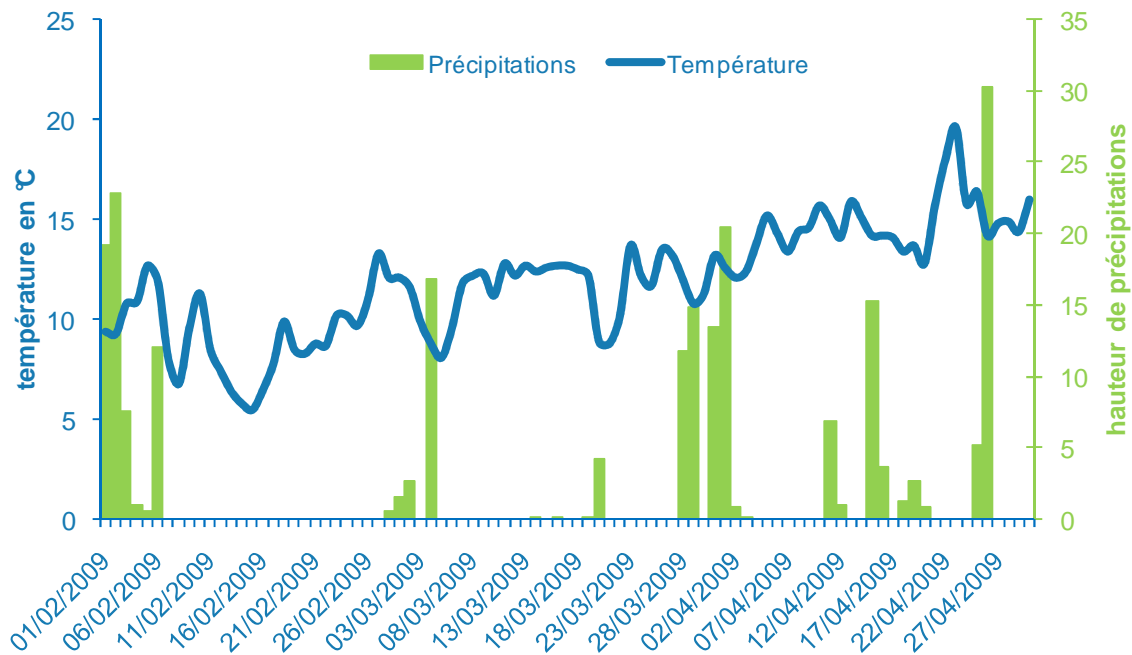


Figure 3 : évolution de la température et des précipitations du 01/02/09 au 30/04/09

Au cours de ce trimestre, la température augmente progressivement, en cohérence avec la saison. La moyenne sur la période est de 12 °C. Le maximum atteint 19.6 °C le 24 avril et le minimum de 5.5 °C est observé le 15 février.

Quelques épisodes pluvieux se distinguent début février, début mars et durant le mois d'avril. Le cumul de précipitations est de 217 mm.

3. RESULTATS – DISCUSSION

3.1. PARTICULES EN SUSPENSION

3.1.1. ORIGINE ET DYNAMIQUE

Les particules sont des polluants atmosphériques consistant en un mélange complexe de substances organiques et minérales en suspension dans l'air, sous forme solide et/ou liquide. Ces particules sont de taille, de composition et d'origine diverses. Leurs propriétés se définissent en fonction de leur diamètre aérodynamique appelé taille particulaire.

- La fraction thoracique des particules appelée PM10 (particules de diamètre aérodynamique inférieur à 10 µm).
- Les particules plus fines, ou fraction alvéolaire, appelées PM2,5 (particules de diamètre aérodynamique inférieur à 2,5 µm).

La taille des particules détermine leur temps de suspension dans l'atmosphère. En effet, si, sous l'effet de la sédimentation et des précipitations, les PM10 finissent par disparaître de l'air ambiant dans les quelques heures suivant leur émission, les PM2,5 peuvent rester en suspension pendant des jours, voire pendant plusieurs semaines. Par conséquent, ces dernières particules peuvent parcourir de longues distances.

Les particules peuvent être primaires ou secondaires en fonction de leur mécanisme de formation.

L'émission directe des particules primaires dans l'atmosphère est le résultat de procédés anthropiques ou naturels. Les principales sources anthropiques sont la combustion de gazole (diesel des véhicules automobiles ; l'utilisation de combustibles domestiques solides (charbon, lignite et biomasse) ; les activités industrielles (construction, secteur minier, cimenteries, fabrication de céramique et de briques, fonderie) ; l'érosion des chaussées sous l'effet de la circulation routière et l'abrasion des pneus et des freins ; et les travaux d'excavation et les activités minières.

Les particules secondaires sont formées dans l'atmosphère, généralement sous l'effet de la réaction chimique des polluants gazeux. Elles sont le résultat de la transformation chimique des oxydes d'azote principalement émis par la circulation automobile et certains procédés industriels, et de l'anhydride sulfureux provenant de combustibles contenant du soufre. Les particules secondaires sont surtout présentes dans les matières fines.

3.1.2. EFFETS SANITAIRES

Leurs effets sur la santé sont une altération de la fonction respiratoire chez l'enfant en particulier, une irritation des voies respiratoires inférieures, des effets mutagènes et cancérogènes (dus notamment aux hydrocarbures aromatiques polycycliques, HAP, adsorbés à la surface des particules) et une mortalité prématurée. Selon leurs tailles, ces particules fines ont une pénétration différente dans le système respiratoire ; plus elles sont fines, plus elles sont susceptibles de pénétrer profondément dans le système respiratoire, jusqu'au niveau des alvéoles pulmonaires pour les PM2,5.

Les études les plus récentes, effectuées dans le cadre du programme CAFE (Clean Air for Europe) permettent de chiffrer les impacts des PM2,5 sur les populations des pays de l'Union européenne : en Europe (UE-25), les études estiment à 350.000 le nombre de décès prématurés (dont 680 enfants) attribuables à la pollution par les poussières fines. Les PM2,5 présentes dans l'atmosphère raccourcissent actuellement l'espérance de vie statistique dans l'UE de plus de 8 mois, soit une perte annuelle totale de 3,6 millions d'années de vie.

3.1.3. RESULTATS SUR LA PERIODE DU 01/02/09 AU 30/04/09

La réglementation française définit pour les particules PM10 deux normes :

- Pour la pollution atmosphérique chronique (moyenne annuelle),
- Pour les épisodes de courte durée (nombre de dépassement de la moyenne journalière)

Le Tableau 1, ci-dessous, présente la synthèse des résultats en particules de l'agglomération toulonnaise sur les quatre stations de surveillance.

Tableau 1 : Synthèse des niveaux de PM₁₀ du 01/02/09 au 30/04/09

PM ₁₀ en µg/m ³	Puits Marchand	Toulon Foch	Toulon Chalucet	Hyères
Taux de fonctionnement de l'analyseur (en %)	70%	100%	99%	99%
Moyenne 01/02/09 au 30/04/2009	48	38	27	24
Maximum horaire du 01/02/09 au 30/04/2009	1002 11/3/09 13:00	97 16/2/09 9:00	294 29/4/09 14:00	73 19/3/09 8:00
Maximum journalier du 01/02/09 au 30/04/2009	192 11-mars-09	84 19-mars-09	57 19-mars-09	59 19-mars-09
Nombre de jours de dépassement de la valeur limite journalière pour la protection de la santé humaine du 01/02/09 au 30/04/2009 50 µg/m ³ /jour, tolérance 35 jours/an	25	13	2	1
Nombre de jours de dépassement de la valeur équivalente au seuil d'information et recommandations à la population (80 µg/m ³ /24h) du 01/02/09 au 30/04/2009	6	1	0	0
Nombre de jours de dépassements de la valeur équivalente au seuil d'alerte (125 µg/m ³ /24h) du 01/02/09 au 30/04/2009	1	0	0	0

RESPECT DES NORMES A L'ECHELLE ANNUELLE

La **valeur limite annuelle** pour la protection de la santé humaine relative aux PM10, est fixée à 40 µg/m³. **Sur la période du 1^{er} février au 30 avril 2009**, elle est **dépassée** sur la zone chantier de **Puits Marchand** avec 48 µg/m³ mais elle est respectée sur les trois autres stations urbaines de l'agglomération (Toulon Foch, Chalucet et Hyères) avec respectivement 38, 27 et 24 µg/m³. De par son implantation « trafic », le site de Toulon-Foch est plus exposé aux émissions liées à la circulation.

RESPECT DES NORMES A L'ECHELLE DE LA JOURNEE

Concernant la pollution de « pointe », il existe une valeur limite journalière (50 µg/m³) à ne pas dépasser plus de 35 jours par an ainsi que des seuils d'information et d'alerte à la population.

Sur la période du 1^{er} février au 30 avril 2009, la valeur limite journalière (50 µg/m³) n'est **pas respectée** sur le site de **Puits Marchand** sur **25** des 89 jours de mesures.

Sur ce site en proximité des travaux, la **valeur** relative au **seuil d'information** et de recommandations à la population (80 µg/m³/24h) a été **atteinte à 6 reprises**. Les autres stations comptent 1 seul dépassement le 19 mars pour Toulon Foch. De même, la **valeur** équivalente au **seuil d'alerte** (125 µg/m³/24h) a été **dépassée** une fois sur le site du chantier. Ces résultats indiquent bien des niveaux généralement élevés en lien avec les activités du chantier.

COMPARAISON DES EVOLUTIONS JOURNALIERES

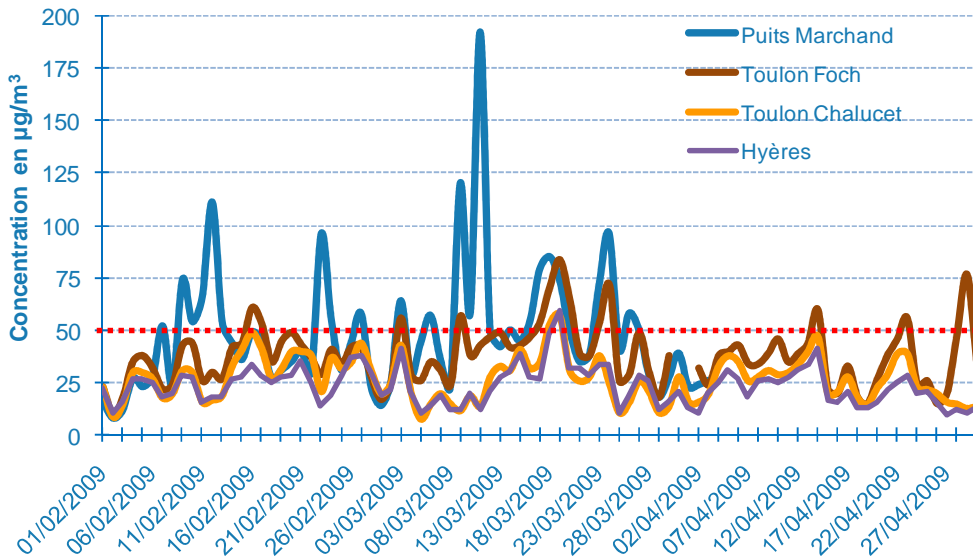


Figure 4 : Niveaux moyens journaliers en PM10 du 01/02/09 au 30/04/09

Comme l'indique la Figure 4, les particules fines évoluent de façon comparable sur les quatre stations fixes de l'agglomération. La courbe représentant le site de Puits Marchand suit globalement les mêmes variations mais se distingue nettement sur plusieurs journées avec de très fortes concentrations. Ces évènements ponctuels (09/02, 12/02, 23/02, 09/03 et 11/03) ne caractérisent pas une pollution de fond mais des épisodes ponctuels liés à l'activité du site et à des conditions météorologiques particulières favorisant des concentrations élevées en particules.

Le site de Puits Marchand affiche la moyenne la plus élevée avec 48 µg/m³ soit 26% de plus qu'à la station fixe de Toulon-Foch (cf tableau 1). Durant cette période hivernale, 25 dépassements de la valeur limite journalière (50 µg/m³) ont été enregistrés à Puits Marchand, contre 13 en proximité du trafic à Toulon Foch et 2 sur le site urbain de Toulon Chalucet.

La journée du 19 mars, Figure 5 ci-dessous, montre une hausse des concentrations en particules sur la totalité des stations permanentes de l'agglomération toulonnaise. La ligne de base des concentrations horaires mesurée sur cette journée est de 50 µg/m³. L'ensemble des stations de la région PACA ont mesuré sur cette journée une concentration de fond importante. Seul le département des Alpes Maritimes mesure des concentrations légèrement plus faibles. Ces niveaux en particules important s'expliquent par un apport par le déplacement **des masses d'air de particules terrigènes sahariennes**.

Les concentrations importantes sur l'ensemble de la région et l'étude des rétro-trajectoires (ci-dessous) des masses d'air présentent le 19 mars sur Toulon, confirment la possibilité d'un apport saharien.

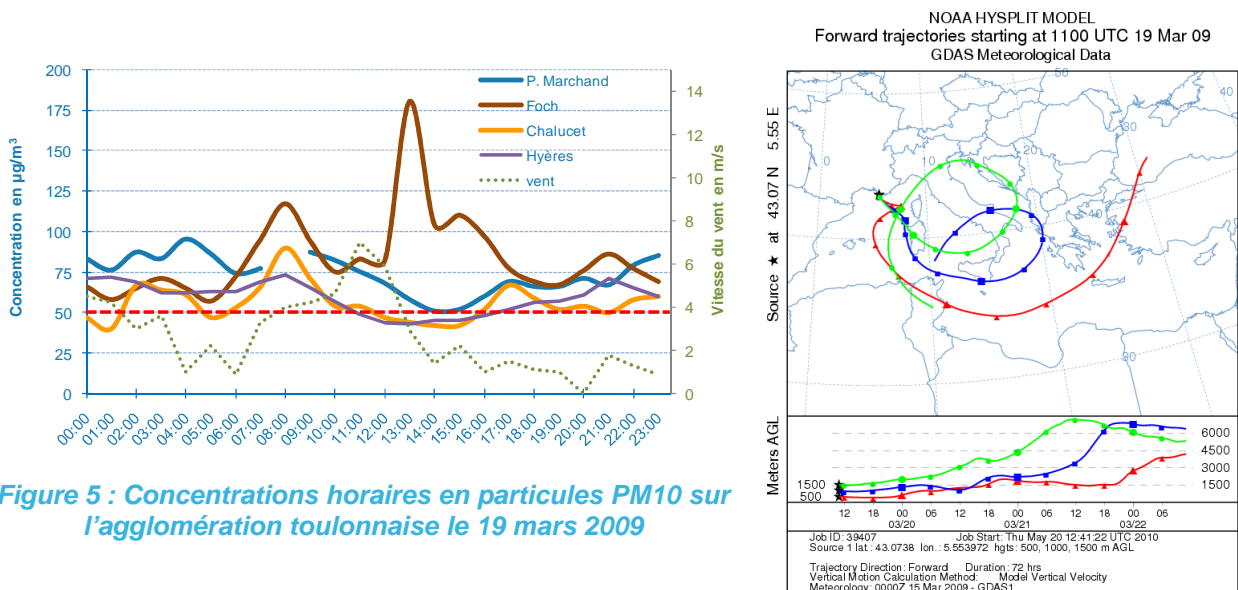


Figure 5 : Concentrations horaires en particules PM10 sur l'agglomération toulonnaise le 19 mars 2009

COMPORTEMENT MOYEN JOURNALIER ET HEBDOMADAIRE

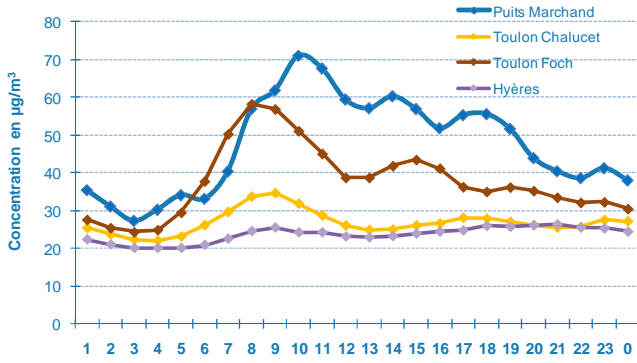


Figure 6 : Profils moyens journaliers de PM₁₀ du 01/02/09 au 30/04/09

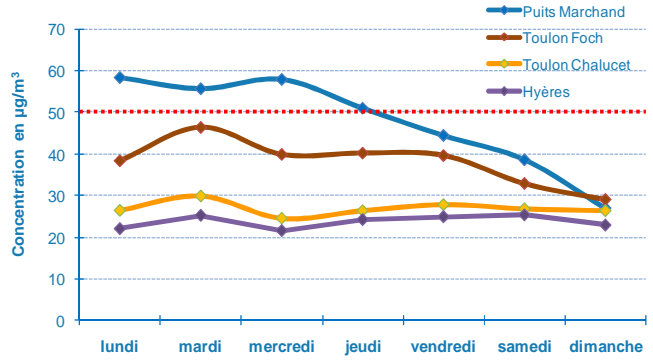


Figure 7 : Profils moyens hebdomadaires de PM₁₀ du 01/02/09 au 30/04/09

Les Figure 7 et Figure 6 montrent les variations moyennes des concentrations pendant la journée et la semaine. Les pics de trafic liés aux trajets quotidiens domicile-travail sont nettement mis en évidence sur le site de proximité trafic de Toulon Foch, avec un pic matinal plus marqué à 60 µg/m³. Le profil horaire de Puits marchand est beaucoup plus atypique, avec un pic le matin lié aux activités de chantier et du trafic, qui diminue ensuite progressivement le long de la journée.

Les profils hebdomadaires montrent également la spécificité des sites Toulon Foch et Puits Marchand, le premier en proximité du trafic enregistre des concentrations moindres le weekend lié à la diminution du trafic, tandis que sur le site de Puits Marchand l'arrêt des activités de chantier le weekend, induisent des concentrations en particules deux fois moins élevées. Les concentrations sur les sites urbains de l'agglomération toulonnaise restent relativement stables sur la semaine.

RELATION ENTRE LES CONCENTRATIONS A PUIITS MARCHAND ET LA METEOROLOGIE

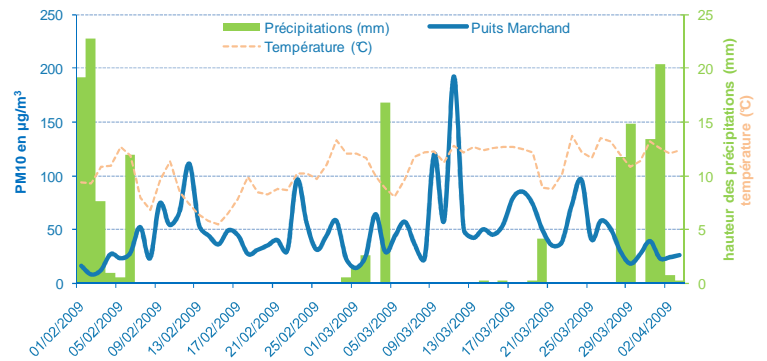
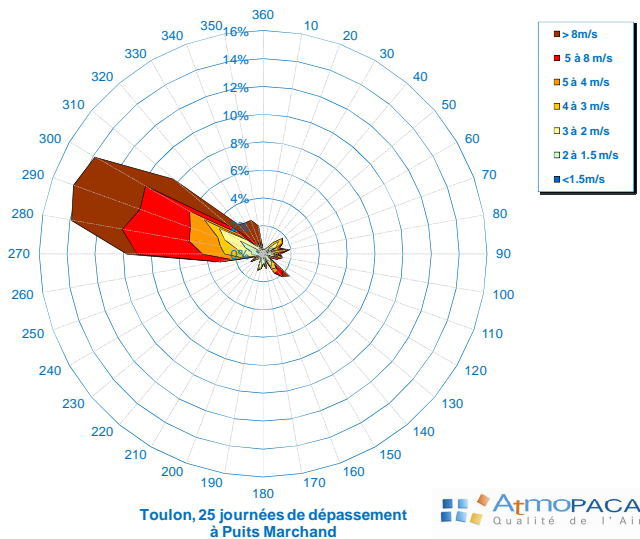


Figure 8 : Niveaux journaliers en PM₁₀ à Puits Marchand, pluviométrie, température et vent du 01/02/09 au 30/04/09

Lors de ces trois mois de mesures les températures moyennes sont comprises entre 5.5 et 19.6°C. Les précipitations ont été assez nombreuses avec un cumul de 218 mm. La pluviométrie a un impact non négligeable car le lessivage de l'atmosphère ramène au sol les particules présentes dans l'air ambiant, diminuant ainsi les niveaux. Les concentrations importantes ne sont jamais mesurées en périodes de pluie.

En revanche, l'action du vent peut remettre en suspension des particules et ainsi, entraîner une augmentation des concentrations dans l'air ambiant. On note ainsi que sur les 25 jours de mesures ou la station de Puits Marchand dépasse la valeur réglementaire de 50µg/m³/j, les vents sont de secteur Ouest Nord Ouest, avec en majorité des vents fort (>5 m/s, 46%) à très fort (>10 m/s, 25%).

Ainsi, sur les cinq journées (09/02, 12/02, 23/02, 09/03 et 11/03) où les concentrations sur le site de Puits Marchand sont importantes et ne sont pas corrélées avec le site de Toulon Foch et Toulon Chalucet, il est possible de distinguer les journées du 12/2, 9/3 et 11/3. Ces journées sont très propices à une remise en suspension des particules terrigènes du fait des conditions de vents avec respectivement une vitesse horaire maximale de 16.3 m/s, 14 m/s et 15 m/s sur ces trois journées. Les journées du 9/2 et du 23/2 mesurent des concentrations plus faibles en particules car les vitesses de vents sont également forte mais dans une moindre mesure (7,6 et 6,5 m/s/h).

Sur ces cinq journées la remise en suspension des particules par le vent ajoute une part importante à la concentration des particules dans l'air ambiant.

3.1.4. EVOLUTION TRIMESTRIELLE DES CONCENTRATIONS EN PARTICULES

L'évolution des concentrations en particules sur les différents sites, est étudiée à partir des concentrations moyennes mesurées au cours des différents trimestres, correspondant à la pollution chronique, et du nombre de dépassement de la valeur limite journalière, correspondant à des épisodes de pollution.

Comme indiqué sur la Figure 9, ci-dessous, pour le site de Puits Marchand et à chaque trimestre, les niveaux de PM10 dépassent la valeur limite annuelle ; cette dernière n'est donc pas respectée en proximité des travaux. La comparaison avec les sites urbains de Toulon Chalucet, Arsenal et de proximité trafic de Toulon-Foch, confirme l'influence des travaux sur les concentrations en particules dans l'air ambiant. Les sites de l'agglomération toulonnaise (Foch et Chalucet) respectent en 2008 et début 2009 la valeur limite annuelle de 40 µg/m³.

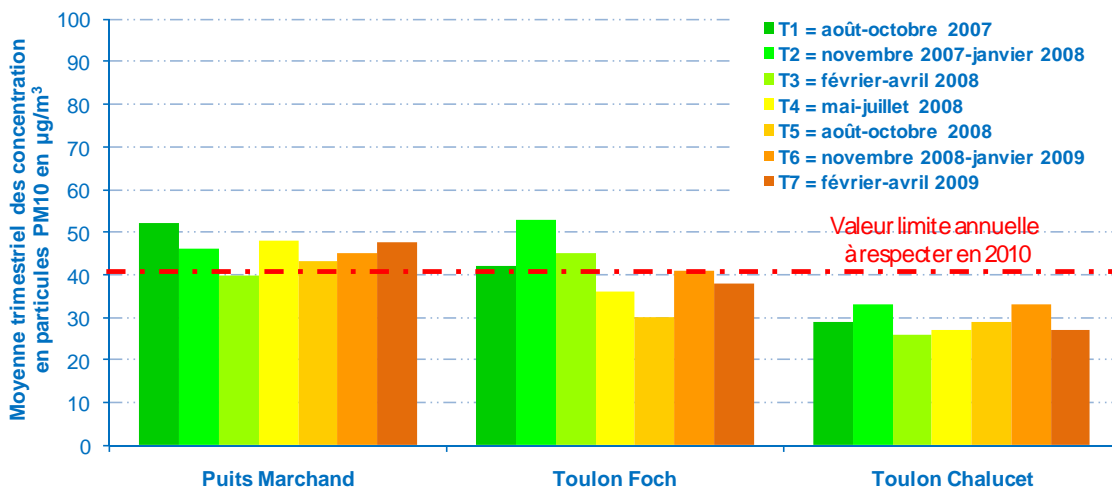


Figure 9: Evolution des moyennes trimestrielles en PM10 à Puits Marchand, Toulon Foch et Toulon Chalucet

La Figure 10 montre une diminution par rapport au trimestre 6 du nombre de journées supérieures à 50 µg/m³ (VL) sur les sites de Puits Marchand, Toulon Foch et Chalucet. Les trimestres 2 et 6 correspondant aux périodes les plus hivernales de cette étude ont montré les concentrations les plus importantes sur le site urbain de Toulon Chalucet.

Le trimestre 7 de par ces conditions météorologiques a été moins propice à l'accumulation des polluants dans la zone urbaine de Toulon. Le site de Puits Marchand enregistre encore de nombreux dépassement de la valeur limite journalière mais comme indiqué précédemment ces concentrations sont principalement dues à la remise en suspension des particules lors de condition de vent fort et à la proximité des travaux.

Les nombreux dépassements constatés sur les sites Est et Ouest, ainsi qu'à Toulon-Foch (situé à 120 m du site Ouest) sont survenus lors de la phase de creusement.

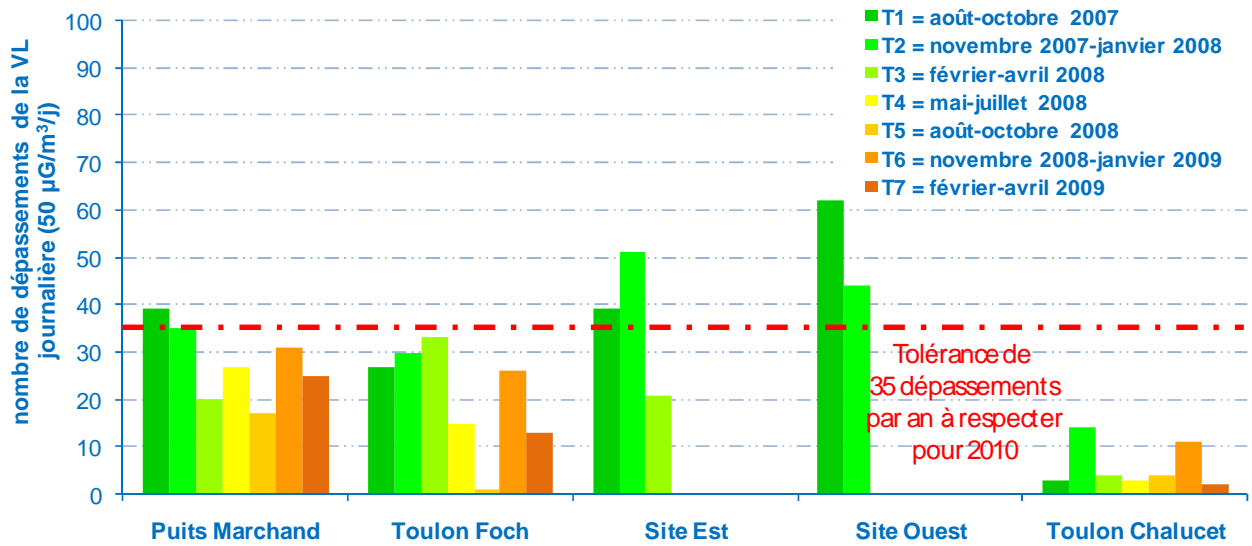


Figure 10 : Evolution du nombre de dépassements de la VL journalière

3.2. DIOXYDE D'AZOTE

3.2.1. ORIGINE ET DYNAMIQUE

Le NO₂ (dioxyde d'azote) est un polluant dont l'origine principale est le trafic routier, issu de l'oxydation de l'azote atmosphérique et du carburant lors des combustions à très hautes températures. Le NO (monoxyde d'azote) émis à la sortie du pot d'échappement, est oxydé en quelques minutes en NO₂. La rapidité de cette réaction permet de considérer le NO₂ comme un polluant primaire. On le retrouve en quantité relativement plus importante à proximité des axes de forte circulation et dans les centres-villes.

Il est particulièrement présent lors des conditions de forte stabilité atmosphérique : situations anticycloniques et inversions thermiques en hiver. Les oxydes d'azote sont des précurseurs de la pollution photochimique et de dépôts acides (formation d'acide nitrique).

3.2.2. EFFETS SANITAIRES

Ses principaux effets sur la santé occasionnent une altération de la fonction respiratoire chez l'enfant en particulier, une hyper réactivité bronchique chez l'asthmatique et des troubles de l'immunité du système respiratoire.

3.2.3. RESULTATS SUR LA PERIODE DU 01/02/09 AU 30/04/09

La réglementation française définit pour le dioxyde d'azote des niveaux réglementaires sur différentes échelles temporelles afin de prendre en compte les effets sur la santé à court, moyen et long terme. Ainsi, la pollution atmosphérique de fond (effets chroniques) est suivie à l'échelle de l'année et la pollution de pointe (effets aigus) est surveillée à l'échelle horaire.

Le Tableau 2, ci-dessous, présente la synthèse des résultats en NO₂ sur les quatre stations de l'agglomération toulonnaise.

Tableau 2 : Synthèse des concentrations en NO₂ du 01/02/09 au 30/04/09

NO ₂ en µg/m ³	Puits Marchand	Toulon Foch	Toulon Chalucet	Toulon Arsenal
Taux de fonctionnement	73.2%	98.7%	98.4%	99.1%
Moyenne du 01/02/09 au 30/04/09 Valeur limite annuelle pour la protection de la santé humaine : 40 µg/m ³ /an	55	53	39	33
Maximum horaire du 01/02/09 au 30/04/09	188 23/2/09 8:00	212 16/2/09 9:00	161 23/3/09 8:00	153 16/2/09 9:00
Maximum journalier du 01/02/09 au 30/04/09	93.0 24/02/2009	96 16/02/2009	71 16/02/2009	69.0 24/02/2009
Nombre d'heures de dépassement de la valeur limite horaire pour la protection de la santé humaine du 01/02/09 au 30/04/09 (200 µg/m ³ /h, tolérance 18 heures/an : objectif 01/01/10)	0	2	0	0

RESPECT DES NORMES A L'ECHELLE ANNUELLE

L'objectif de qualité annuel pour le dioxyde d'azote de 40 µg/m³ est également la valeur limite annuelle applicable en 2010 définie dans la directive européenne. Comme indiqué sur le Tableau 2, **cette valeur n'est pas respectée pendant les trois mois de mesures sur le site de Toulon Foch et de Puits Marchand.**

RESPECT DES NORMES A L'ECHELLE HORAIRE

La valeur équivalente au seuil d'information et de recommandations à la population est de 200 µg/m³/h. Elle a été atteinte à 2 reprises sur le site de Toulon Foch. N'étant pas dans les conditions de déclenchement (2 sites fixes), ces dépassements n'ont pas donné lieu à l'activation de la procédure d'information et de recommandation à la population.

COMPARAISON DES EVOLUTIONS JOURNALIERES ET HORAIRES

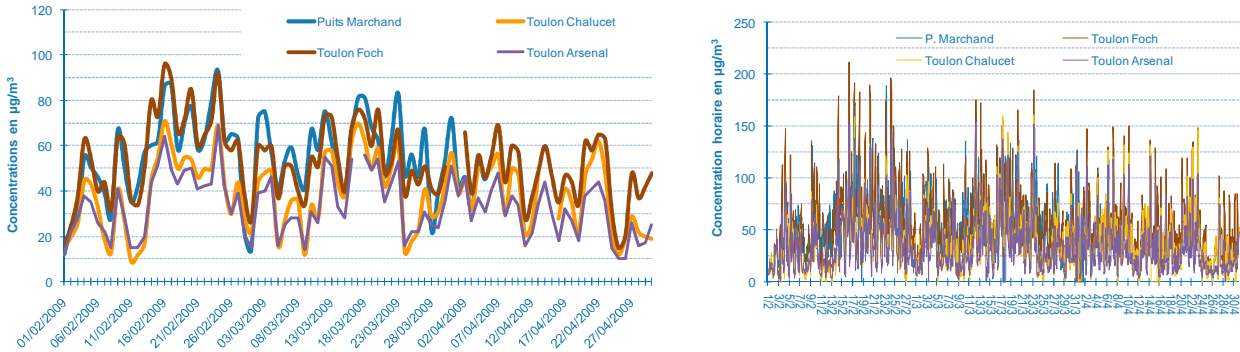


Figure 11 : Evolution journalières et horaires en NO₂ du 01/02 au 30/04/09

Les concentrations en dioxyde d'azote suivent des variations similaires sur les quatre sites. Les sites de Toulon Foch et de Puits Marchand sont soumis à des teneurs plus élevées, ce qui est cohérent avec les typologies de station « trafic » et « travaux ». De façon générale, les moyennes de ce trimestre sont élevées, même si l'on note une légère diminution par rapport au précédent trimestre avec 55 µg/m³ à Puits Marchand, 53 µg/m³ à Toulon-Foch, 39 µg/m³ à Toulon Chalucet et 33 µg/m³ à Toulon Arsenal. Ces concentrations élevées sont imputables à des émissions plus importantes et à des conditions météorologiques plus propices à l'accumulation des polluants.

Ainsi, le maximum horaire de la station trafic de Toulon Foch dépasse la valeur limite pour la protection de la santé humaine (200 µg/m³) et atteint 212 µg/m³, le 16/02 à 8h et 9h.

COMPORTEMENT MOYEN JOURNALIER ET HEBDOMADAIRE

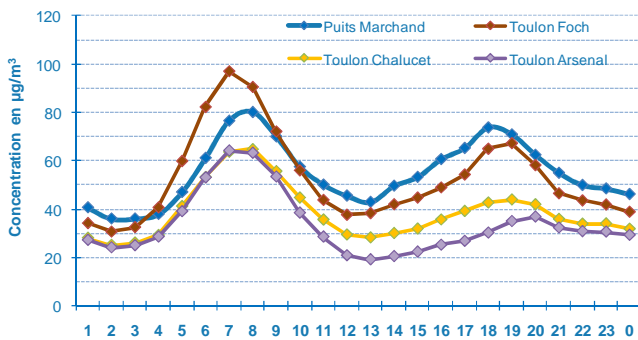


Figure 12 : Profils moyens journaliers en NO₂ du 01/02/09 au 30/04/09

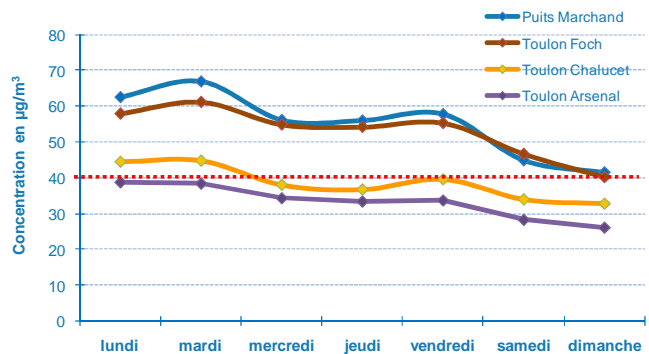


Figure 13 : Profils moyens hebdomadaires en NO₂ du 01/02/09 au 30/04/09

Sur les profils horaires en dioxyde d'azote, les pics correspondants aux déplacements domicile-travail, apparaissent nettement. Le pic du matin est plus marqué sur le site « trafic » de Toulon-Foch, qui est plus exposé aux émissions issues du transport. Le site de Puits Marchand est également soumis au trafic lié au chantier et au trafic routier local, ce qui explique des valeurs supérieures à celles des sites urbains de Toulon Chalucet et Arsenal.

La Figure 13 présente les concentrations moyennes journalières sur la semaine. Elle montre une diminution des teneurs le week-end, liée à la baisse d'activités mettant ainsi en évidence l'influence de la circulation sur l'ensemble des trois sites, dont celui de Puits Marchand.

3.3. MONOXYDE DE CARBONE

3.3.1. ORIGINE ET DYNAMIQUE

Le CO (monoxyde de carbone) est un polluant issu de combustions incomplètes.

Il est principalement émis par l'automobile (à faible vitesse : ralentissements, bouchons), mais aussi par le chauffage domestique. On le retrouve surtout à proximité des axes à fort trafic et en milieu confiné. Il est plus particulièrement présent lors des conditions de forte stabilité atmosphérique : situations anticycloniques et inversions thermiques en hiver qui limitent sa dispersion habituellement rapide.

3.3.2. EFFETS SANITAIRES

Se fixant à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine, il provoque une baisse de l'oxygénation du sang (hypoxie) jusqu'à devenir mortel. C'est aussi un neurotoxique (céphalées, troubles du comportement, vomissements) et un myocardiotoxique. Il provoque également des troubles sensoriels (vertiges).

3.3.3. RESULTATS SUR LA PERIODE DU 01/02 AU 30/04/09

Une seule valeur réglementaire existe pour ce polluant. Il s'agit de la valeur limite équivalente à la concentration moyenne sur 8h, établie à 10 mg/m³.

Cette valeur est respectée sur les deux sites, sur la période de mesure.

Tableau 3 : Récapitulatif des niveaux de CO du 01/02 au 30/04/09

CO en mg/m ³	Puits Marchand	Toulon Foch
Taux de fonctionnement du 01/02/09 au 30/04/09	63%	98%
Moyenne du 01/02/09 au 30/04/09	0.5	0.2
Maximum horaire du 01/02/09 au 30/04/09	4 6/4/09 7:00	2 16/2/09 8:00
Maximum journalier du 01/02/09 au 30/04/09	0.9 16/2/09	0.6 16/2/09
Valeur limite en moyenne sur 8h du 01/02/09 au 30/04/09 (valeur limite : 10 mg/m ³)	2.7	1.3

COMPARAISON DES EVOLUTIONS JOURNALIERES ET HORAIRES

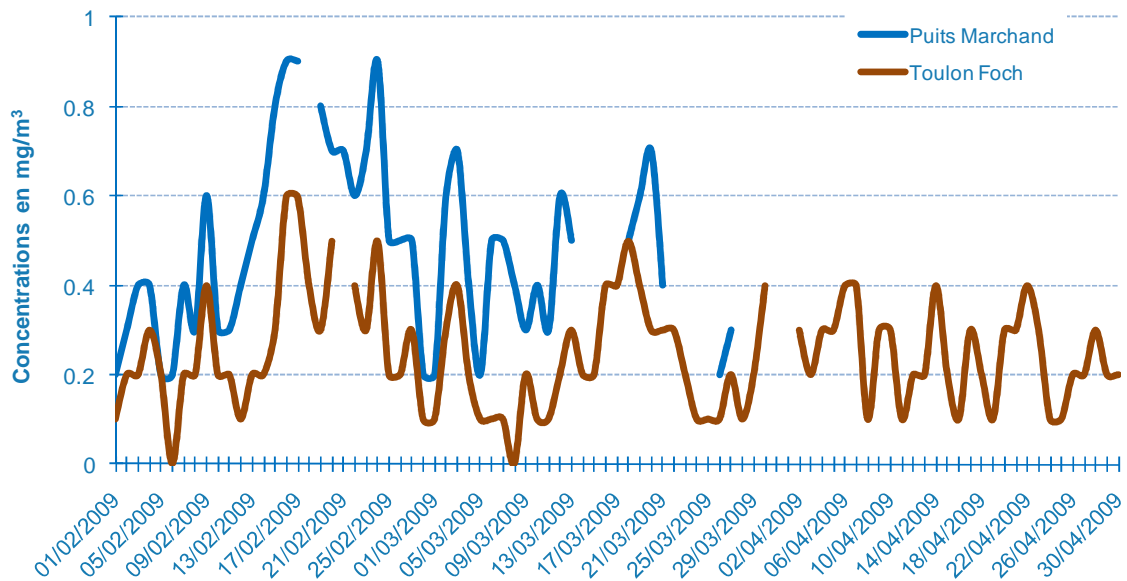


Figure 14 : Niveaux moyens journaliers en CO du 01/02 au 30/04/09

De façon générale, les fortes émissions en monoxyde de carbone apparaissent lorsque des véhicules roulent à faible vitesse. Les concentrations mesurées sur les deux sites sont bien corrélées. Sur cette période les concentrations à Puits Marchand sont supérieures à celle du site trafic de Toulon Foch, qui s'explique par l'activité des engins de chantiers sur le site de Marchand roulant à faible vitesse, conditions favorables aux fortes émissions en CO.

Les moyennes respectives sont de 0,5 mg/m³ à Puits Marchand et 0,2 mg/m³ à Toulon-Foch. On note une nette diminution à Toulon Foch sur cette période.

3.4. BENZENE (C₆H₆)

3.4.1. ORIGINE ET DYNAMIQUE

Le benzène (C₆H₆) est un Hydrocarbure Aromatique Monocyclique (HAM). Ce polluant est majoritairement issu, en milieu urbain, de la pollution par les transports. Il est particulièrement présent sur les axes encombrés, où les véhicules circulent à petite vitesse et sont amenés à faire de fréquents changements de régime. En effet, il entre dans la composition des essences. Au 1er janvier 2000, la teneur en benzène des carburants est passée de 5% à 1% en volume. Ainsi, les émissions ayant pour origine les transports ont ainsi diminué de 47% (54% pour le seul transport routier) du total des émissions entre 2000 et 2006.

3.4.2. EFFETS SANITAIRES

En exposition aiguë, les effets du benzène sur la santé se caractérisent le plus souvent par des troubles du système nerveux (fatigues, vertiges, céphalées, sensation d'ivresse et d'euphorie, des irritations des voies respiratoires, des conjonctivites oculaires et des irritations de la peau.

En exposition chronique (exposition prolongée ou répétitive), le benzène agit comme un agent cancérogène¹ et mutagène.

3.4.3. MOYENS TECHNIQUES

L'évaluation du benzène est effectuée à l'aide de capteurs passifs et non d'analyseurs automatiques. Cette méthode dite passive mesure la concentration moyenne d'un polluant sur une durée d'exposition adaptée. Pour le benzène, les capteurs sont implantés sur chaque site et relevés toutes les 2 semaines permettant un suivi continu.

Les capteurs utilisés permettent également de mesurer d'autres Composés Organiques Volatiles (COV) : le toluène, l'éthylbenzène, les m+p-xylènes et le o-xylène. Les résultats pour ces composés sont présentés à titre indicatif, car ils donnent des indications intéressantes sur les sources à proximité, mais il n'existe pas actuellement de valeurs réglementaires dans l'air ambiant pour ces polluants.

3.4.4. RESULTATS SUR LA PERIODE DU 3/2 AU 28/4/09

La réglementation a défini deux valeurs annuelles pour le benzène. L'objectif de qualité est fixé à 2 µg/m³ et la valeur limite pour la protection de la santé humaine est établie à 5 µg/m³ applicable au 1^{er} janvier 2010.

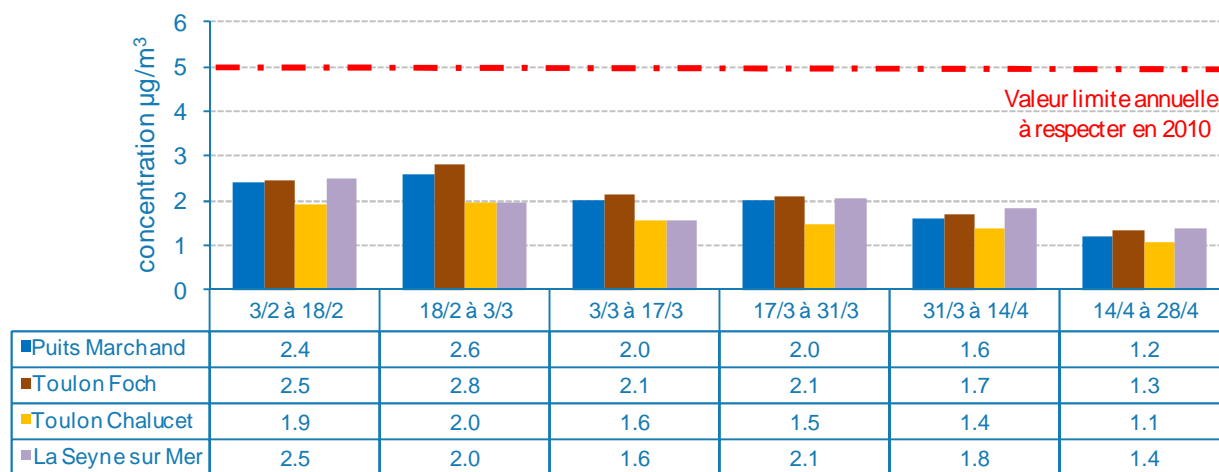


Figure 15 : Niveaux moyens journaliers en benzène 3/2 au 28/4/09

Les niveaux moyens sont, dans l'ensemble, plus élevés sur le site de Toulon Foch et de Puits Marchand

¹ Mis en évidence en 1987 avec sa classification par le CIRC dans le groupe 1 (substance prouvée cancérogène pour l'homme)

Les moyennes respectives sur cette période sont 2 µg/m³ à Puits Marchand, 2,1 µg/m³ à Toulon-Foch et 1.6 µg/m³ à Toulon-Chalucet.

Le benzène étant un bon traceur de la congestion de circulation, il est cohérent que les niveaux les plus élevés soient mesurés sur le site trafic et chantier. Les rapports toluène sur benzène sont tous compris entre 3 et 5 ce qui est caractéristique de l'une influence majoritaire des émissions véhiculaires.

Tableau 4 : Récapitulatif des niveaux en benzène et des COV analysés

benzène en µg/m ³	Puits Marchand	Toulon Foch	Toulon Chalucet	La Seyne-sur-Mer
Moyenne du 3/2/09 au 28/4/09 (valeur limite : 5 µg/m ³ ; objectif de qualité : 2 µg/m ³)	2.0	2.1	1.6	1.9
Maximum sur une quinzaine	2.6	2.8	2.0	2.5
toluène (moyenne)	9.5	7.0	4.8	7.3
éthylbenzène (moyenne)	1.6	1.5	1.0	1.8
m+p-xylène (moyenne)	5.1	4.8	2.9	5.7
o-xylène (moyenne)	2.0	1.9	1.2	2.2
rapport toluène / benzène	4.8	3.4	3.1	3.9

4. CONCLUSION

Au cours de ce septième trimestre (du 01/02/09 au 30/04/09), les niveaux de tous les polluants mesurés sur le site de Puits Marchand sont en diminution par rapport au précédent trimestre. Cette diminution est cohérente avec l'évolution des conditions météorologiques, qui ont été plus favorables à la dispersion des polluants. En effet, la pluviométrie et les vents plus forts sur ce trimestre ont permis une meilleure dispersion des polluants sur l'agglomération.

Paradoxalement, les vents forts qui ont favorisé une meilleure qualité de l'air sur l'agglomération toulonnaise, sont également à l'origine des concentrations importantes en particules en suspension sur le site travaux de Puits Marchand, car ils favorisent la remise en suspension des particules terrigènes présentes sur les sols nus de la zone de travaux et d'excavation.

Comparativement aux stations permanentes de Toulon (Foch et Chalucet), le site de Puits Marchand présente les niveaux les plus élevés en PM10 et en monoxyde de carbone. Les concentrations moyennes en dioxyde d'azote du site de Puits marchand sont légèrement plus élevées que celles de Toulon Foch, toutefois, la valeur limite n'a pas été atteinte sur Puits Marchand contre deux dépassements sur le site de Toulon Foch.

Ainsi, à Puits Marchand durant le septième trimestre de l'étude :

- Les moyennes en PM10 et en dioxyde d'azote sur ce trimestre dépassent les valeurs réglementaires annuelles, ces valeurs étant calculées sur la base d'une année civile annuelle, le respect ou non de la réglementation ne peut être définitif sur ce trimestre.
- Etant donné les 25 dépassements de la valeur limite journalières en particules PM10 sur le site, il est à prévoir que la tolérance de 35 dépassements sur l'année ne sera pas respectée en 2009.
- Les maxima horaires en dioxyde d'azote et en monoxyde de carbone respectent les valeurs réglementaires.
- La concentration moyenne en benzène respecte la valeur limite de 5 µg/m³.

TABLE DES ILLUSTRATIONS

FIGURES

Figure 1 : Emplacement des sites de mesures	3
Figure 2 : Rose des vents du 01/02/09 au 30/04/09 à Toulon-La Mitre.....	5
Figure 3 : évolution de la température et des précipitations du 01/02/09 au 30/04/09	6
Figure 4 : Niveaux moyens journaliers en PM ₁₀ du 01/02/09 au 30/04/09	9
Figure 5 : Concentrations horaires en particules PM ₁₀ sur l'agglomération toulonnaise le 19 mars 2009.....	9
Figure 6 : Profils moyens journaliers de PM ₁₀ du 01/02/09 au 30/04/09.....	10
Figure 7 : Profils moyens hebdomadaires de PM ₁₀ du 01/02/09 au 30/04/09	10
Figure 8 : Niveaux journaliers en PM ₁₀ à Puits Marchand, pluviométrie, température et vent du 01/02/09 au 30/04/09	10
Figure 9: Evolution des moyennes trimestrielles en PM ₁₀ à Puits Marchand, Toulon Foch et Toulon Chalucet	11
Figure 10 : Evolution du nombre de dépassements de la VL journalière	12
Figure 11 : Evolution journalières et horaires en NO ₂ du 01/02 au 30/04/09.....	14
Figure 12 : Profils moyens journaliers en NO ₂ du 01/02/09 au 30/04/09.....	14
Figure 13 : Profils moyens hebdomadaires en NO ₂ du 01/02/09 au 30/04/09.....	14
Figure 14 : Niveaux moyens journaliers en CO du 01/02 au 30/04/09	16
Figure 15 : Niveaux moyens journaliers en benzène 3/2 au 28/4/09.....	17

TABLEAUX

Tableau 1 : Synthèse des niveaux de PM ₁₀ du 01/02/09 au 30/04/09.....	8
Tableau 2 : Synthèse des concentrations en NO ₂ du 01/02/09 au 30/04/09	13
Tableau 3 : Récapitulatif des niveaux de CO du 01/02 au 30/04/09	15
Tableau 4 : Récapitulatif des niveaux en benzène et des COV analysés	18