



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

**HUITIEME TRIMESTRE : MESURES MAI A JUILLET 2009**

Date de publication : 03/2010  
Numéro de projet : 06VAR021

**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

<b>1. PRESENTATION DE L'ETUDE .....</b>	<b>3</b>
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
<b>2. METEOROLOGIE .....</b>	<b>5</b>
2.1. VITESSE ET DIRECTION DU VENT.....	5
2.2. TEMPERATURE ET PRECIPITATIONS .....	6
<b>3. RESULTATS – DISCUSSION .....</b>	<b>7</b>
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 01/05 AU 31/07/09 .....	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 01/05 AU 31/07/09 .....	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 01/05 AU 31/07/09 .....	15
3.4. BENZENE (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> ) .....	16
3.4.1. ORIGINE ET DYNAMIQUE .....	16
3.4.2. EFFETS SANITAIRES.....	16
3.4.3. TECHNIQUE DE MESURE.....	17
3.4.4. RESULTATS SUR LA PERIODE DU 28/4 AU 4/8/09 .....	17
<b>4. CONCLUSION.....</b>	<b>18</b>
<b>TABLE DES ILLUSTRATIONS</b>	
FIGURES.....	19
TABLEAUX .....	19

# 1. PRESENTATION DE L'ETUDE

## 1.1. OBJECTIFS

L'Etat réalise la traversée souterraine de Toulon avec la mise en service du 2<sup>ème</sup> 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/](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 huitième 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/NO<sub>2</sub> (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

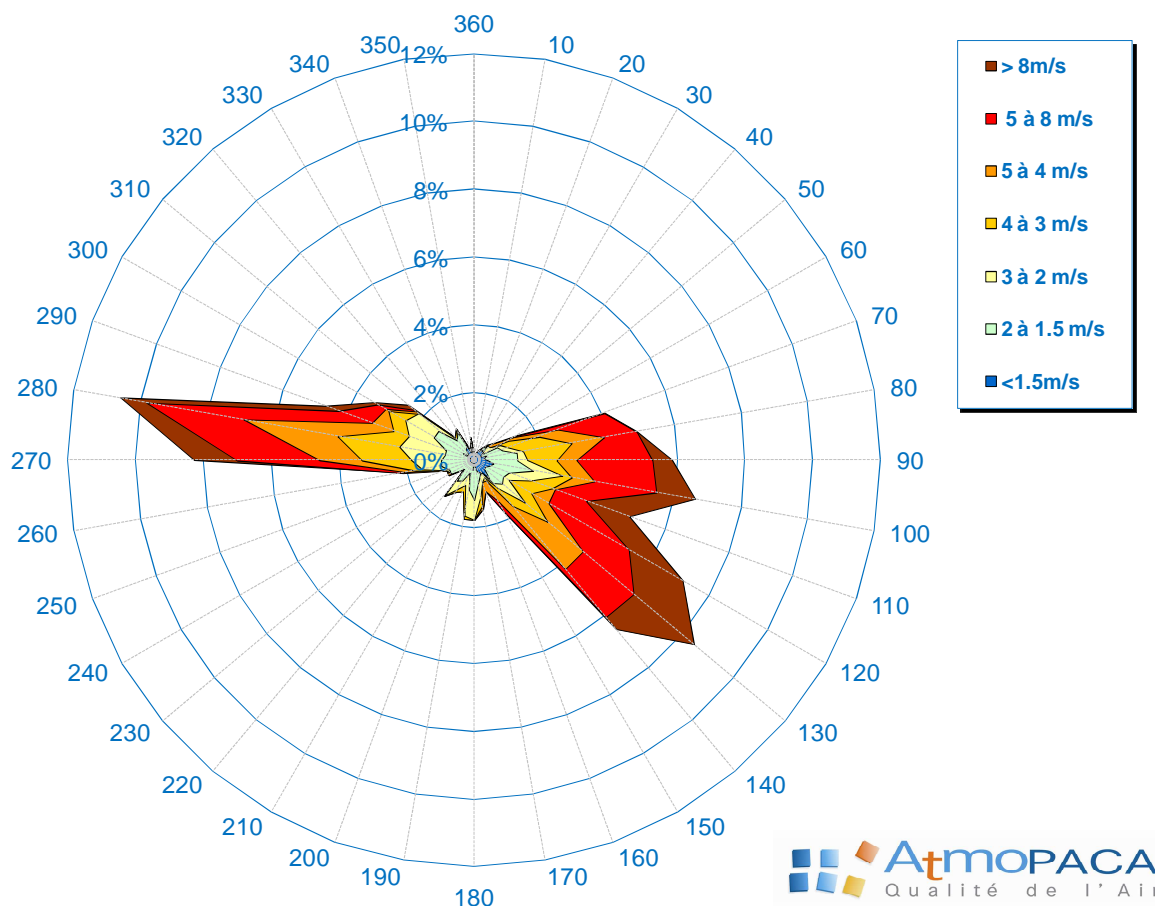
## 2. METEOROLOGIE

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

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 01/05/09 au 31/07/09

Figure 2 : Rose des vents du 01/05 au 31/07/09 à Toulon-La Mitre

Sur la Figure 2, les principaux régimes de vent observés sur le site de la Mitre, sont de secteurs Ouest et Est-Sud-Est.

Les pourcentages de vents forts sont majoritaires avec 31%, dont 10% supérieurs à 8 m/s. Ces conditions, favorables à la dispersion des polluants, sont également susceptibles d'induire des ré-envol de particules sur les sols meubles du site de suivi des travaux. Les vents inférieurs à 2 m/s ne représentent 28 % de la période. Ce trimestre de mesures présente 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 ».

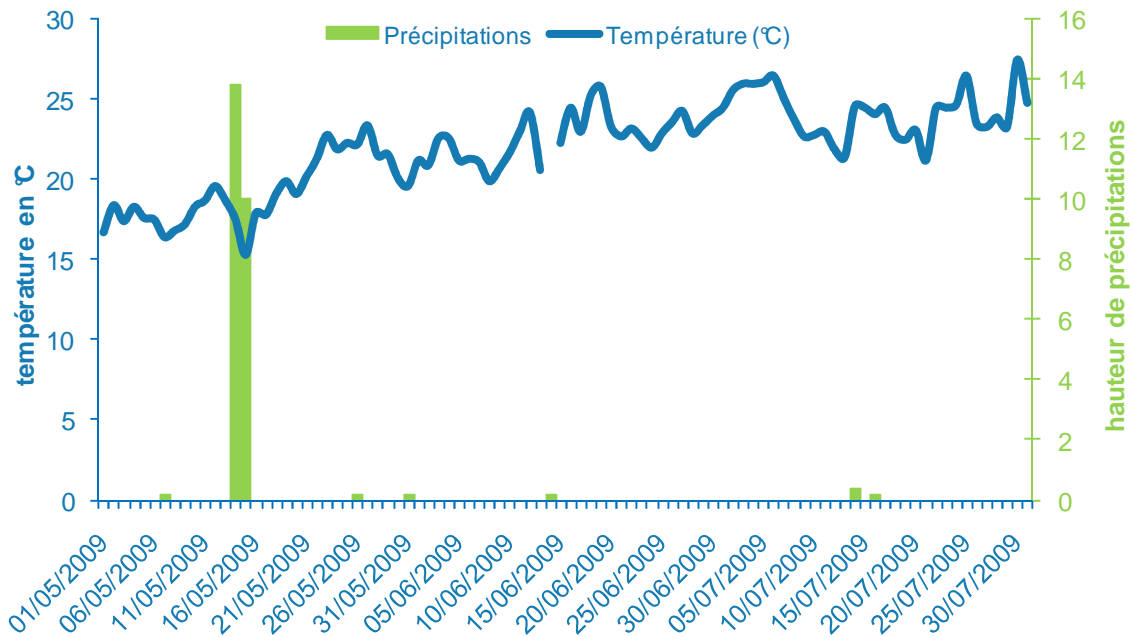


Figure 3 : Evolution de la température et des précipitations du 01/05 au 31/07/09

Au cours de ce trimestre, la température journalière augmente progressivement de 17°C début mai à 25°C fin juillet, en cohérence avec la saison. La moyenne sur la période est de 22 °C. Le maximum atteint 27,5 °C le 30 juillet et le minimum de 15,3 °C est observé le 15 mai.

Un seul épisode pluvieux se distingue les 14 et 15 mai. Le cumul de précipitations est de 25 mm. Dans cette période estivale la très faible pluviométrie ne favorise pas les dépôts en particules et ne contribue donc pas à l'amélioration de la qualité de l'air sur l'agglomération Toulonnaise.

## 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 01/05 AU 31/07/09

La réglementation française définit pour les particules PM10 deux normes :

- Pour la pollution atmosphérique chronique, c'est la moyenne annuelle,
- Pour les épisodes de courte durée ; par le nombre de dépassement de la moyenne journalière

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

*Tableau 1 : Synthèse des niveaux de PM<sub>10</sub> du 01/05 au 31/07/09*

PM <sub>10</sub> en µg/m <sup>3</sup>	Puits Marchand	Toulon Foch	Toulon Chalucet	Hyères
Taux de fonctionnement de l'analyseur (en %)	95%	99%	100%	98%
Moyenne 01/05/09 au 31/07/09	54	43	30	26
*Maximum horaire du 01/05/09 au 31/07/09	<b>874</b> 18/7/09 2:00	<b>359</b> 29/5/09 8:00	<b>121</b> 19/7/09 12:00	<b>77</b> 25/5/09 9:00
Maximum journalier du 01/05/09 au 31/07/09	<b>176</b> 18-juil.-09	<b>76</b> 4-mai-09	48 16-juil.-09	43 25-mai-09
Nombre de jours de dépassement de la valeur limite journalière pour la protection de la santé humaine du 01/05/09 au 31/07/09  50 µg/m <sup>3</sup> /jour, tolérance 35 jours/an	<b>40</b>	<b>27</b>	0	0
Nombre de jours de dépassement de la valeur équivalente au seuil d'information et recommandations à la population (80 µg/m <sup>3</sup> /24h) du 01/05/09 au 31/07/09	<b>10</b>	0	0	0
Nombre de jours de dépassements de la valeur équivalente au seuil d'alerte (125 µg/m <sup>3</sup> /24h) du 01/05/09 au 31/07/09	<b>4</b>	0	0	0

\*les données horaires sont fournies à titre indicatif, aucune norme relative à cette échelle temporelle n'existe.

#### **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/m<sup>3</sup>. **Sur la période du 1<sup>er</sup> mai au 31 juillet 2009**, elle est **dépassée** sur la zone chantier de **Puits Marchand** avec **54 µg/m<sup>3</sup>** et sur le site **trafic Toulon Foch** avec **43 µg/m<sup>3</sup>** mais elle est respectée sur les deux autres stations urbaines de l'agglomération (Chalucet et Hyères) avec respectivement 30 et 26 µg/m<sup>3</sup>. 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/m<sup>3</sup>) 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<sup>er</sup> mai au 31 juillet 2009**, la valeur limite journalière (50 µg/m<sup>3</sup>) n'est **pas respectée** sur le site de **Puits Marchand** sur **40 jours**, contre **27 dépassements** pour le site en proximité du trafic routier.

Sur le site en proximité des travaux, la **valeur** relative au **seuil d'information** et de recommandations à la population (80 µg/m<sup>3</sup>/24h) a été **atteinte à 10 reprises**. De même, la **valeur** équivalente au **seuil d'alerte** (125 µg/m<sup>3</sup>/24h) a été **dépassée 4 fois** sur le site du chantier. Ces résultats indiquent sur le trimestre 8 des niveaux élevés en lien avec les activités du chantier.



### COMPARAISON DES EVOLUTIONS JOURNALIERES

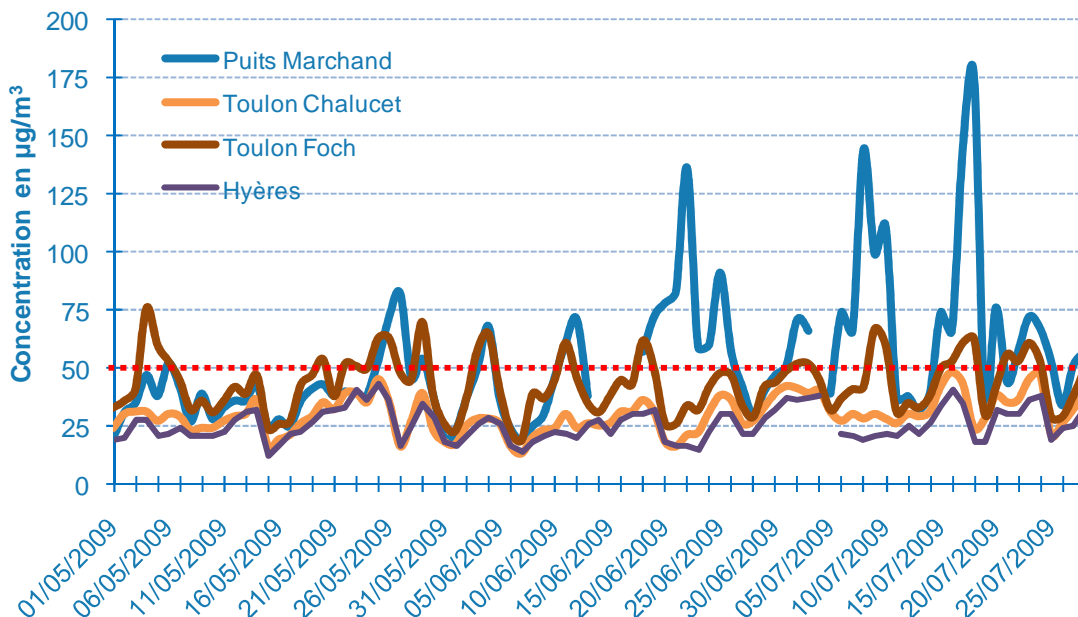


Figure 4 : Niveaux moyens journaliers en PM10 du 01/05/09 au 31/07/09

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 a un comportement similaire aux autres sites sur le mois de mai et de début juin. Ce site se distingue toutefois nettement sur plusieurs épisodes fin juin et sur le mois de juillet avec de très fortes concentrations en particules. Ces événements ponctuels s'étalent sur plusieurs jours avec des pointes significatives les 22 juin, 8 et 18 juillet, ne caractérisant pas une pollution de fond mais des épisodes ponctuels liés à l'activité du site et à des conditions météorologiques spécifiques favorisant des concentrations élevées en particules.

Le site de Puits Marchand affiche la moyenne la plus élevée avec  $54 \mu\text{g}/\text{m}^3$  soit 26% de plus qu'à la station fixe de Toulon-Foch (cf tableau 1). Durant cette période estivale, **40** dépassements de la valeur limite journalière ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ont été enregistrés à Puits Marchand, contre **27** en proximité du trafic à Toulon Foch et **aucun** sur les sites urbains de Toulon Chalucet et de Hyères.

### COMPORTEMENT MOYEN JOURNALIER ET HEBDOMADAIRE

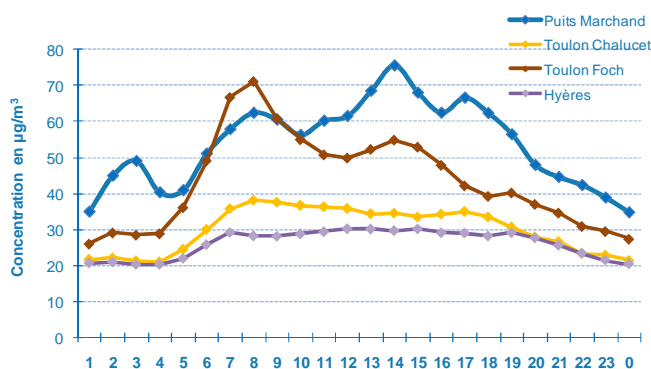


Figure 5 : Profils moyens journaliers de PM<sub>10</sub> du 01/05 au 31/07/09

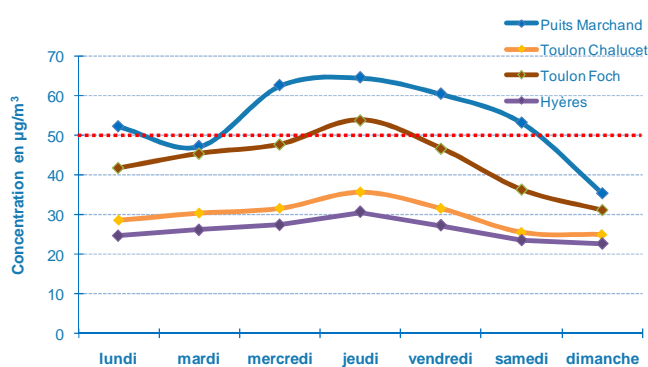


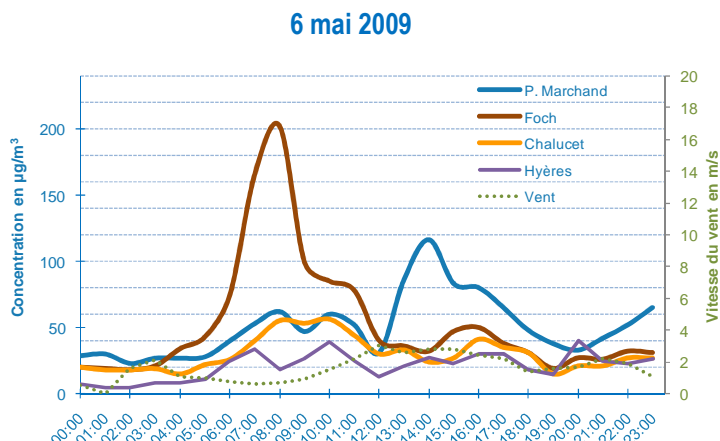
Figure 6 : Profils moyens hebdomadaires de PM<sub>10</sub> du 01/05 au 31/07/09

Les Figure 6 et Figure 5 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 trafic de Toulon Foch, avec un pic matinal plus marqué à  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Le profil horaire de Puits marchand est beaucoup plus atypique, avec un pic progressif sur la journée lié aux conditions météorologiques et aux activités de chantier et du trafic, qui après 13h, diminue ensuite progressivement sur la fin de la journée.

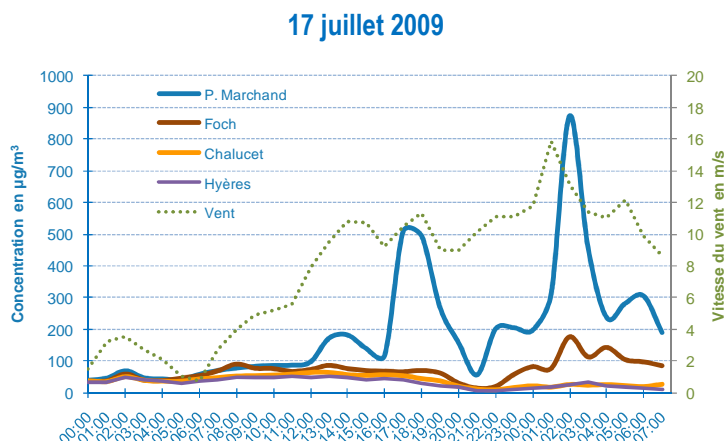
Les profils hebdomadaires montrent également la spécificité des sites Toulon Foch et Puis Marchand. Le premier en proximité du trafic enregistre des concentrations moindres le week-end lié à la diminution du trafic, tandis que sur le site de Puits Marchand, l'arrêt des activités de chantier le weekend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

Au cours du trimestre 8, les jours de dépassements sur les différentes stations de surveillance montrent trois situations de profil horaire, en fonction des conditions météorologiques et des émissions locales.

La journée du mercredi 6 mai 2009 enregistre des concentrations importantes en particules ( $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sur le site de Toulon Foch à 8h du matin ; ce pic est caractéristique des émissions du trafic routier. A l'inverse, le site de Puits marchand mesure un pic de concentration en début d'après midi, qui ne peut être associé qu'à une source d'émission locale. Les vitesses de vent étant faibles, les concentrations mesurées sont probablement induites par l'activité du chantier, qui émet des particules (moteur, creusement) ou par la remise en suspension des particules au sol lors du passage des véhicules de chantier.



La journée du vendredi 17 juillet 2009 enregistre des concentrations très importantes sur le site chantier de Puits Marchand ( $874 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Ces pics ne sont pas du tout corrélés avec les concentrations mesurées sur les sites trafic et urbains de l'agglomération. Les vents importants mesurés sur le site sont à l'origine de la remise en suspension des particules terrigènes présentes sur le sol nu du site des travaux. L'activité des travaux est probablement aussi à l'origine d'une part de ces concentrations.



La journée du vendredi 24 juillet 2009 enregistre des concentrations élevées sur la journée entre  $50$  et  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sur les sites de Puits Marchand, Toulon Foch et Toulon Chalucet.

Les pics sont bien corrélés entre eux. Les concentrations mesurées sont induites par des conditions de stabilité favorisant l'accumulation des polluants et représentatives de l'ensemble du centre de Toulon. Il est à noter des pics plus marqués sur les sites en grande proximité des sources d'émission (trafic à Foch et travaux à Puits Marchand).

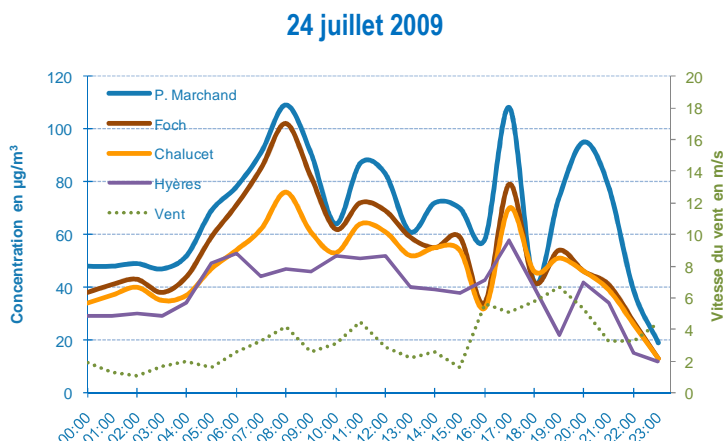


Figure 7 : Concentrations horaires en particules PM10 sur l'agglomération toulonnaise les 6 mai, 17 et 24 juillet 2009

## RELATION ENTRE LES CONCENTRATIONS A PUITS MARCHAND ET LA METEOROLOGIE

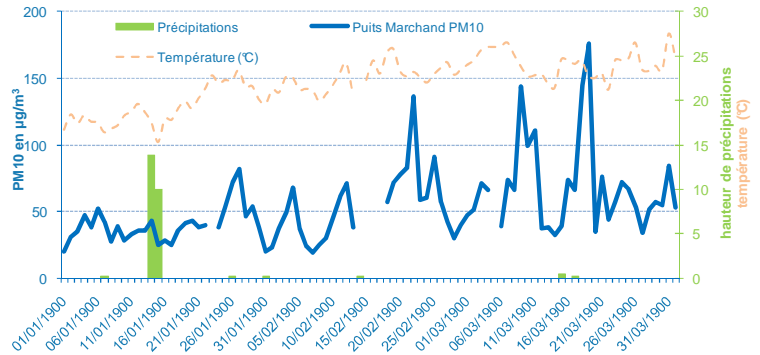
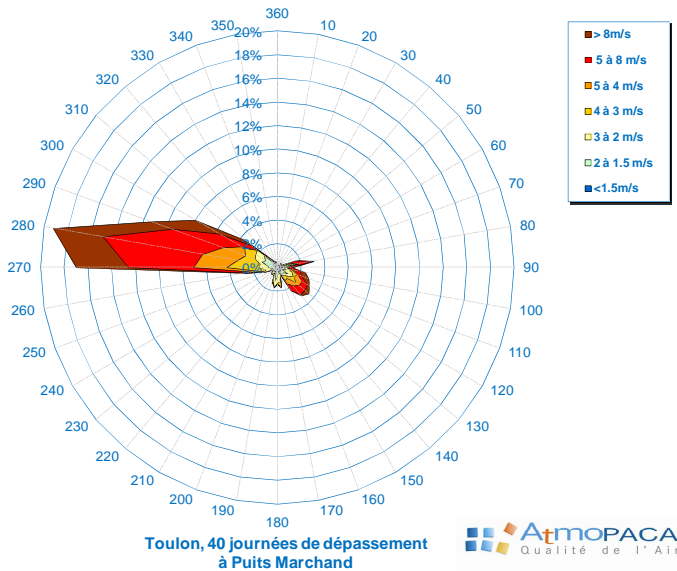


Figure 8 : Niveaux journaliers en PM<sub>10</sub> à Puits Marchand, pluviométrie, température et vent du 01/05 au 31/07/09

Ces trois mois de mesures sont en période estivale, et n'ont connu qu'un seul épisode pluvieux. La pluviométrie n'a pas eu d'impact sur les concentrations en particules.

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 40 jours de mesures où la station de Puits Marchand dépasse la valeur réglementaire de 50 µg/m<sup>3</sup>/j, les vents sont de secteur Ouest, avec en majorité des vents fort (>5 m/s, 43%) à très fort (>8 m/s, 16%).

Les périodes de dépassements les plus importants sur le site de Puits marchand (22/6, 8/7, 10/7 et 17-18/7) sont observés lorsque les vitesses de vent sont importantes (comprises entre 7 et 16 m/s). Sur ces 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 à partir du nombre de dépassement de la valeur limite journalière, correspondant à des épisodes de pollution.

Comme indiqué sur la Figure 9, suivante, 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 urbain de Toulon Chalucet et 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/m<sup>3</sup>.

En comparaison du trimestre précédent, les concentrations en particules ont augmenté sur les trois sites de mesures avec des hausses très nettes sur les sites en proximité des sources ; trafic pour Foch et travaux pour Puits Marchand. **Il est à noter que le trimestre 8 est, avec le premier trimestre, celui qui enregistre les concentrations les plus fortes sur le site de Puits Marchand.**

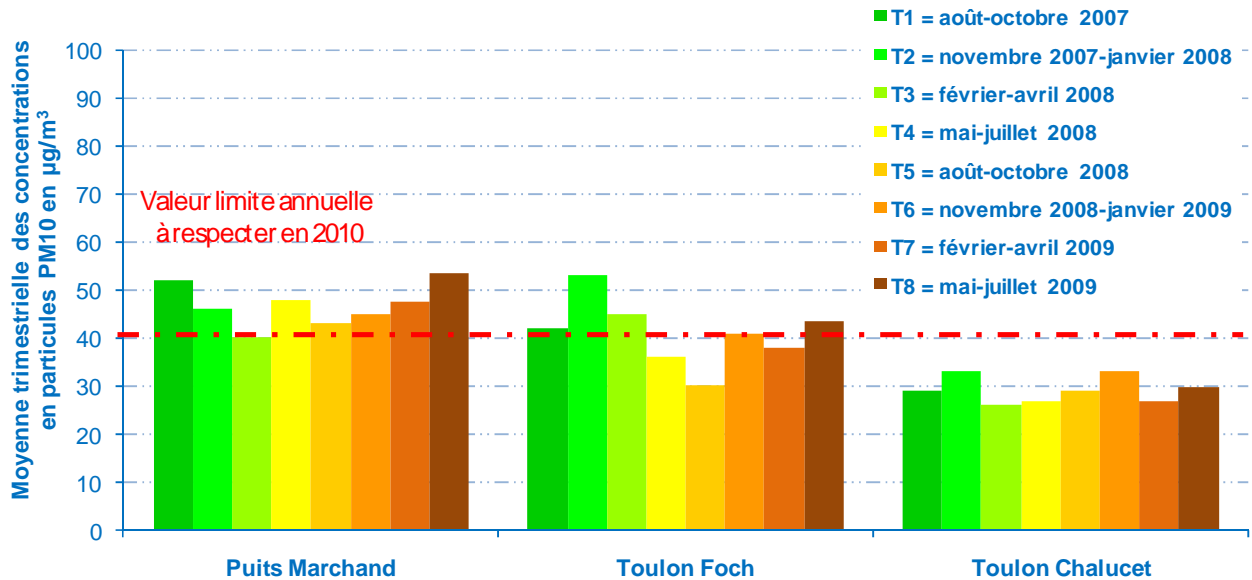


Figure 9: Evolution des moyennes trimestrielles en PM10 à Puits Marchand, Toulon Foch et Toulon Chalucet

La Figure 10 montre **une augmentation significative** par rapport au trimestre 7, du nombre de journées supérieures à 50 µg/m³ (VL) sur les sites de Puits Marchand et Toulon Foch. Les concentrations de Toulon Chalucet sont faibles et restent équivalentes à celles mesurées aux étés 2007 et 2008.

Le trimestre 8, de par ces conditions météorologiques, a été très propice à l'accumulation des particules à proximité des sources d'émission en particules, alors que la pluviométrie du trimestre précédent, avait favorisé le lessivage et le dépôt au sol des particules en suspension dans l'air. Le site de Puits Marchand enregistre de très nombreux dépassements de la valeur limite journalière (40), qui sont dus principalement à la remise en suspension des particules lors de condition de vents forts et à la proximité des travaux de creusement du tunnel.

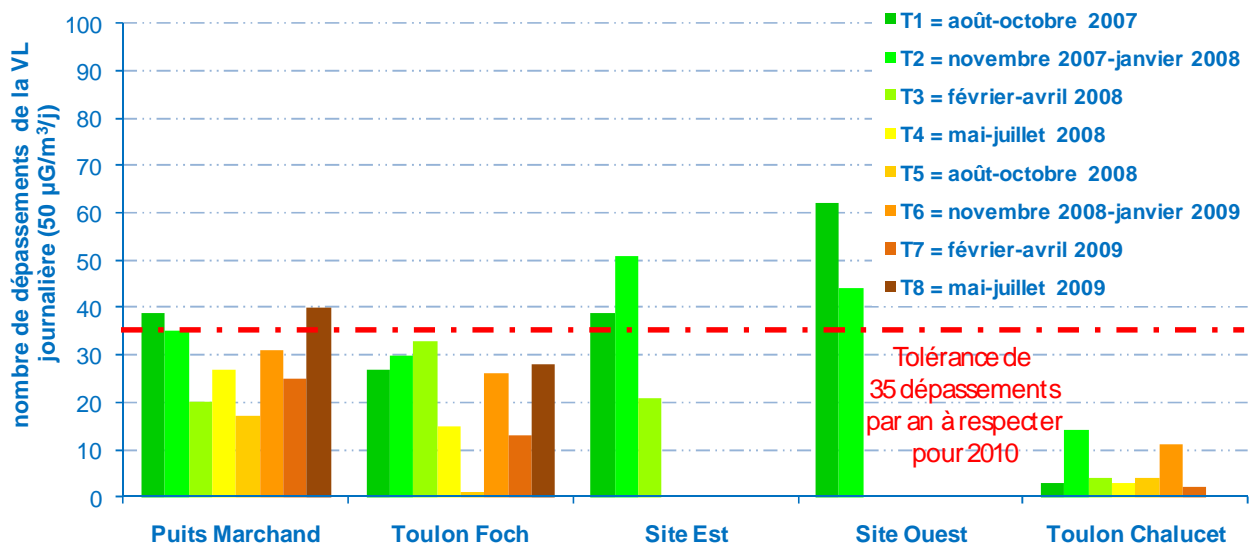


Figure 10 : Evolution du nombre de dépassements de la VL journalière

## 3.2. DIOXYDE D'AZOTE

### 3.2.1. ORIGINE ET DYNAMIQUE

Le NO<sub>2</sub> (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 NO<sub>2</sub>. La rapidité de cette réaction permet de considérer le NO<sub>2</sub> 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 01/05 AU 31/07/09

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 dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) de l'agglomération toulonnaise.

**Tableau 2 : Synthèse des concentrations en NO<sub>2</sub> du 01/05 au 31/07/09**

NO <sub>2</sub> en µg/m <sup>3</sup>	Puits Marchand	Toulon Foch	Toulon Chalucet	Toulon Arsenal
<b>Taux de fonctionnement</b>	72.4%	95.4%	97.1%	95.1%
<b>Moyenne du 01/05/09 au 31/07/09</b> (Valeur limite annuelle pour la protection de la santé humaine : 40 µg/m <sup>3</sup> /an : objectif 01/01/05)	<b>49</b>	<b>46</b>	31	25
<b>Maximum horaire du 01/05/09 au 31/07/09</b>	153 29/5/09 8:00	152 6/5/09 6:00	148 18/6/09 7:00	124 29/5/09 8:00
<b>Maximum journalier du 01/05/09 au 31/07/09</b>	89 30/07/2009	69 30/07/2009	60 02/05/2009	43 02/05/2009
<b>Nombre d'heures de dépassement de la valeur limite horaire pour la protection de la santé humaine du 01/05/09 au 31/07/09</b> 200 µg/m <sup>3</sup> /h, tolérance 18 heures/an	0	0	0	0

#### **RESPECT DES NORMES A L'ECHELLE ANNUELLE**

L'objectif de qualité annuel pour le dioxyde d'azote de 40 µg/m<sup>3</sup> 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/m<sup>3</sup>/h. Elle n'a pas été atteinte au cours de ce trimestre, sur aucun des sites.

**COMPARAISON DES EVOLUTIONS JOURNALIERES ET HORAIRES**

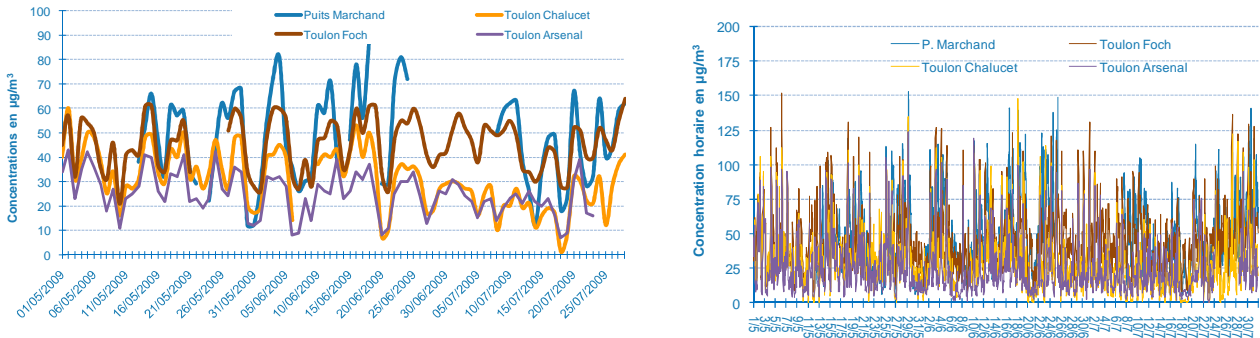


Figure 11 : Evolution journalières et horaires en NO<sub>2</sub> du 01/05 au 31/07/09

Les concentrations en dioxyde d'azote suivent des variations assez 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 leur typologie de station « trafic » et « travaux ». Il est intéressant de noter que le site de Puits marchand enregistre des concentrations plus élevées que sur Toulon Foch, ce qui caractérise une forte activité sur certaine journée.

De façon générale, les moyennes de ce trimestre sont moins élevées que les précédents, car les conditions estivales sont moins propices à l'accumulation des polluants primaires gazeux : 49 µg/m<sup>3</sup> à Puits Marchand, 45 µg/m<sup>3</sup> à Toulon-Foch, 31 µg/m<sup>3</sup> à Toulon-Chalucet et 25 µg/m<sup>3</sup> à Toulon Arsenal.

**COMPORTEMENT MOYEN JOURNALIER ET HEBDOMADAIRE**

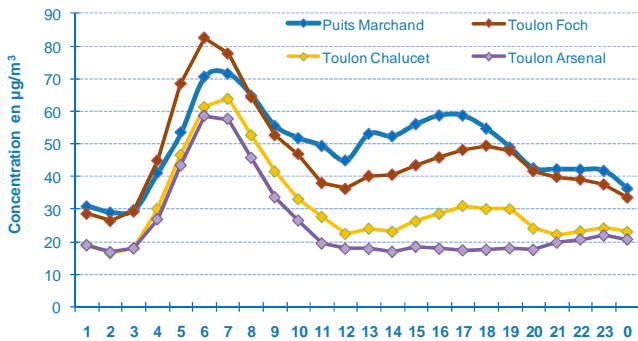


Figure 12 : Profils moyens journaliers en NO<sub>2</sub> du 01/05 au 31/07/09

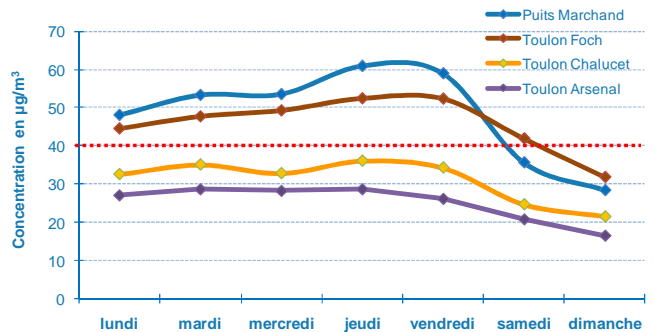


Figure 13 : Profils moyens hebdomadaires en NO<sub>2</sub> du 01/05 au 31/07/09

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 les 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'activité 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 01/05 AU 31/07/09

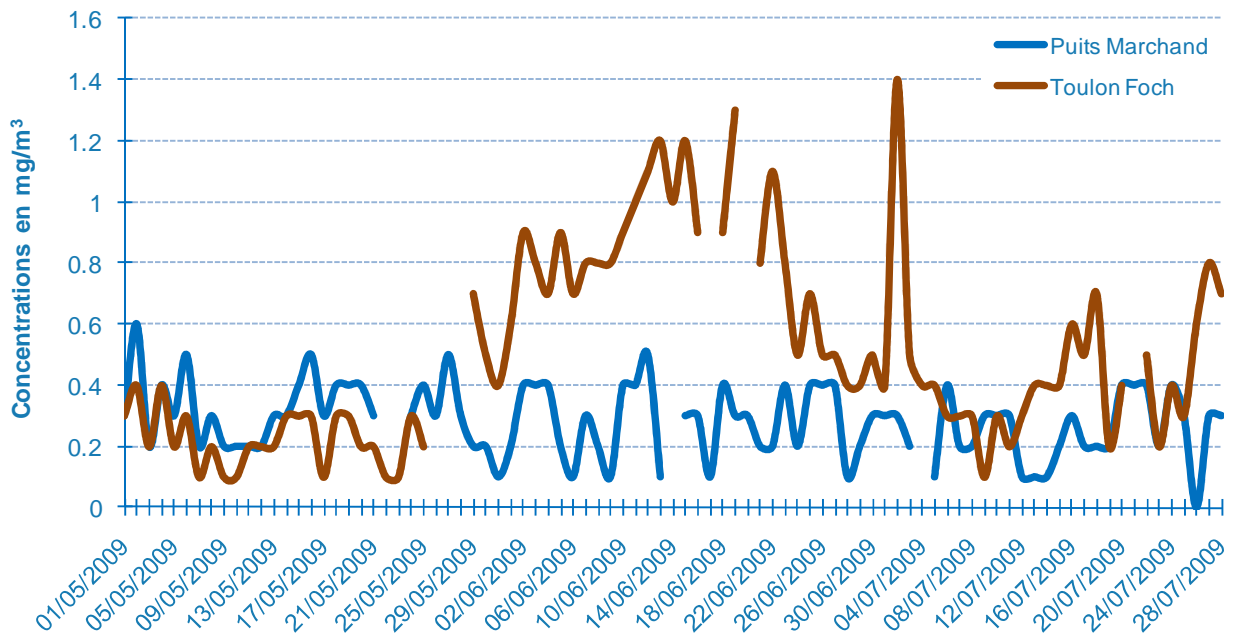
Une seule valeur réglementaire existe pour ce polluant. Cette valeur limite équivaut à la concentration moyenne sur 8h, établie à 10 mg/m<sup>3</sup>.

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

*Tableau 3 : Récapitulatif des niveaux de CO du 01/05 au 31/07/09*

CO en mg/m <sup>3</sup>	Puits Marchand	Toulon Foch
Taux de fonctionnement du 01/05/09 au 31/07/09	98%	95%
Moyenne du 01/05/09 au 31/07/09	0.3	0.5
Maximum horaire du 01/05/09 au 31/07/09	0.9 4/5/09 7:00	2.2 19/6/09 7:00
Maximum journalier du 01/05/09 au 31/07/09	0.6 2-mai-09	1.4 2-juil.-09
Valeur limite en moyenne sur 8h du 01/05/09 au 31/07/09 (valeur limite : 10 mg/m <sup>3</sup> )	0.8	1.8

**COMPARAISON DES EVOLUTIONS JOURNALIERES ET HORAIRES**



**Figure 14 : Niveaux moyens journaliers en CO du 01/05 au 31/07/09**

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 Toulon Foch sont supérieures à celle du site travaux de Puits Marchand, cela s’explique par un trafic plus dense roulant à faible vitesse à proximité de la station trafic.

Les moyennes respectives sont de 0,8 mg/m³ à Puits Marchand et 1,8 mg/m³ à Toulon-Foch. On note une nette augmentation à Toulon Foch sur cette période, principalement sur le mois de juin.

### 3.4. BENZENE (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)

#### 3.4.1. ORIGINE ET DYNAMIQUE

Le benzène (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) est un Hydrocarbure Aromatique Monocyclique (HAM). Ce polluant est majoritairement issu, en milieu urbain, de la pollution par les transports. Il entre dans la composition des essences. En effet, 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. 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 cancérogène<sup>1</sup> et mutagène.

<sup>1</sup> Mis en évidence en 1987 avec sa classification par le CIRC dans le groupe 1 (substance prouvée cancérogène pour l’homme)



### 3.4.3. TECHNIQUE DE MESURE

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 28/4 AU 4/8/09

La réglementation a défini deux valeurs annuelles pour le benzène. L'objectif de qualité est fixé à 2 µg/m<sup>3</sup> et la valeur limite pour la protection de la santé humaine est établie à 5 µg/m<sup>3</sup> applicable au 1<sup>er</sup> janvier 2010.

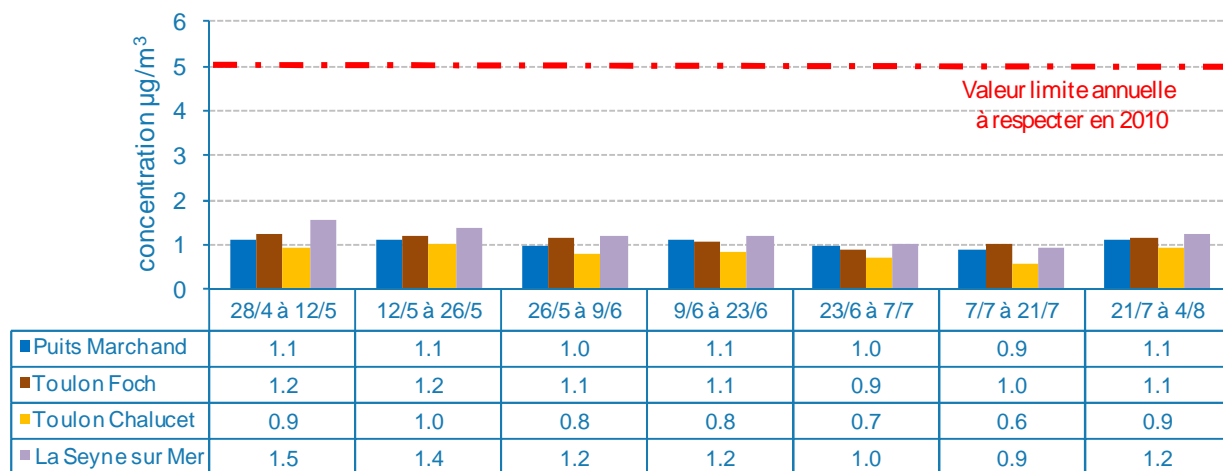


Figure 15 : Niveaux moyens journaliers en benzène 28/4 au 4/8/09

Les moyennes respectives sur cette période sont 1 µg/m<sup>3</sup> à Puits Marchand, 1,2 µg/m<sup>3</sup> à Toulon-Foch et 1 µg/m<sup>3</sup> à Toulon-Chalucet.

Sur cette période estivale les concentrations moyennes en benzène sont faibles et respectent la valeur limite annuelle et l'objectif de qualité. Le rapport toluène sur benzène sur le site Puits marchand des travaux de 9,8, indique la présence d'une source d'émission en toluène.

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

benzène en µg/m <sup>3</sup>	Puits Marchand	Toulon Foch	Toulon Chalucet	La Seyne-sur-Mer*
<b>Moyenne du 28/4 au 4/8/09</b> (valeur limite : 5 µg/m <sup>3</sup> ; objectif de qualité : 2 µg/m <sup>3</sup> )	1.0	1.1	0.8	1.2
<b>Maximum sur une quinzaine</b>	1.1	1.2	1.0	1.5
<b>toluène (moyenne)</b>	10.2	2.3	1.7	3.1
<b>éthylbenzène (moyenne)</b>	1.5	1.5	1.0	1.8
<b>m+p-xylène (moyenne)</b>	4.9	4.7	3.2	5.6
<b>o-xylène (moyenne)</b>	2.0	1.9	1.3	2.2
<b>Rapport toluène / benzène</b>	9.8	2.1	2.0	2.5

\* la station de la Seyne sur Mer a du être déplacé, les prélèvements en BTEX ont été maintenu afin d'assurer un historique.

## 4. CONCLUSION

Au cours de ce huitième trimestre (du 01/05 au 31/07/09), **les niveaux en particules ont augmenté de façon significative sur les sites de Puits Marchand et de Toulon Foch.**

Sur cette période estivale, l'absence de précipitation et les vents forts, combinés avec des émissions locales importantes, ont contribué à augmenter les concentrations en particules dans l'air ambiant. **Les niveaux atteints sur le site de Puits Marchand sont les plus importants depuis le début de la campagne de surveillance. L'étude de la minéralogie des particules réalisée en 2008 et les corrélations observées sur les journées de dépassement les plus importantes (22/6, 8/7, 10/7 et 17-18/7) ont montré que la remise en suspension des particules par le vent ajoute une part importante à la concentration des particules dans l'air ambiant.**

**Pour le dioxyde d'azote**, les concentrations moyennes ont diminué, en raison des vents forts, condition favorables à la dispersion des polluants primaires gazeux. Le site de Puits marchand enregistre des concentrations plus élevées que sur Toulon Foch, ce qui caractérise une activité importante des travaux sur certaine journée.

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

- Les moyennes en PM10 et en dioxyde d'azote dépassent les valeurs réglementaires sur ce trimestre.
- **La valeur limite journalière en particules PM10 sur le site, n'est pas respectée avec 40 dépassements** pour une tolérance de 35 dépassements à respecter sur l'année.
- **4 dépassements de la valeur équivalente au seuil d'alerte** en particules ( $125 \mu\text{g}/\text{m}^3/24\text{h}$ )
- **10 dépassements de la valeur équivalente au seuil d'information et recommandations à la population** ( $80 \mu\text{g}/\text{m}^3/24\text{h}$ ).
- 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  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et l'objectif de qualité de  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

# TABLE DES ILLUSTRATIONS

## FIGURES

Figure 1 : Emplacement des sites de mesures .....	3
Figure 2 : Rose des vents du 01/05 au 31/07/09 à Toulon-La Mitre.....	5
Figure 3 : Evolution de la température et des précipitations du 01/05 au 31/07/09.....	6
Figure 4 : Niveaux moyens journaliers en PM <sub>10</sub> du 01/05/09 au 31/07/09 .....	9
Figure 5 : Profils moyens journaliers de PM <sub>10</sub> du 01/05 au 31/07/09 .....	9
Figure 6 : Profils moyens hebdomadaires de PM <sub>10</sub> du 01/05 au 31/07/09 .....	9
Figure 7 : Concentrations horaires en particules PM <sub>10</sub> sur l'agglomération toulonnaise les 6 mai, 17 et 24 juillet 2009.....	10
Figure 8 : Niveaux journaliers en PM <sub>10</sub> à Puits Marchand, pluviométrie, température et vent du 01/05 au 31/07/09 .....	11
Figure 9: Evolution des moyennes trimestrielles en PM <sub>10</sub> à Puits Marchand, Toulon Foch et Toulon Chalucet .....	12
Figure 10 : Evolution du nombre de dépassements de la VL journalière .....	12
Figure 11 : Evolution journalières et horaires en NO <sub>2</sub> du 01/05 au 31/07/09.....	14
Figure 12 : Profils moyens journaliers en NO <sub>2</sub> du 01/05 au 31/07/09.....	14
Figure 13 : Profils moyens hebdomadaires en NO <sub>2</sub> du 01/05 au 31/07/09.....	14
Figure 14 : Niveaux moyens journaliers en CO du 01/05 au 31/07/09 .....	16
Figure 15 : Niveaux moyens journaliers en benzène 28/4 au 4/8/09.....	17

## TABLEAUX

Tableau 1 : Synthèse des niveaux de PM <sub>10</sub> du 01/05 au 31/07/09.....	8
Tableau 2 : Synthèse des concentrations en NO <sub>2</sub> du 01/05 au 31/07/09.....	13
Tableau 3 : Récapitulatif des niveaux de CO du 01/05 au 31/07/09 .....	15
Tableau 4 : Récapitulatif des niveaux en benzène et des COV analysés .....	17