



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

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

QUATRIEME TRIMESTRE DE MESURES

MAI A JUILLET 2008

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. RESULTAS ET DISCUSSION	5
2.1. PARTICULES EN SUSPENSION (PM10)	5
2.1.1. ORIGINES ET DYNAMIQUE	5
2.1.2. EFFETS SANITAIRES.....	5
2.1.3. RESULTATS SUR LA PERIODE DU 01/05/08 AU 31/07/08.....	6
2.2. DIOXYDE D'AZOTE (NO ₂).....	10
2.2.1. ORIGINE ET DYNAMIQUE	10
2.2.2. EFFETS SANITAIRES.....	10
2.2.3. RESULTATS SUR LA PERIODE DU 01/05/08 AU 31/07/08.....	10
2.3. BENZENE (C ₆ H ₆).....	14
2.3.1. EFFETS SANITAIRES.....	14
2.3.2. VALEURS REGLEMENTAIRES.....	14
2.3.3. RESULTATS SUR LA PERIODE DU 21/08/07 AU 22/07/08.....	15
2.4. MONOXYDE DE CARBONE	17
2.4.1. ORIGINE ET DYNAMIQUE	17
2.4.2. EFFETS SANITAIRES.....	17
2.4.3. RESULTATS SUR LA PERIODE DU 01/05/08 AU 01/08/08.....	17
2.5. EXEMPLE D'EPISODE DE POLLUTION ET CONDITIONS METEOROLOGIQUES.....	21
2.6. COMPARAISON DES QUATRE TRIMESTRES	24
2.6.1. COMPARAISON DE LA MOYENNE EN PM10	24
2.6.2. COMPARAISON DE LA MOYENNE EN NO ₂	25
2.6.3. COMPARAISON DE LA MOYENNE EN CO	26
3. CONCLUSIONS.....	27

1. PRESENTATION DE L'ETUDE

1.1. OBJECTIFS

L'Etat réalise la traversée souterraine de Toulon avec la mise en service du 2ème 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 donc 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.

Il est évident que 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.airtunnel.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'ECHANTILLONNAGE

Les travaux de percement du tunnel se déroulent sur trois secteurs principaux :

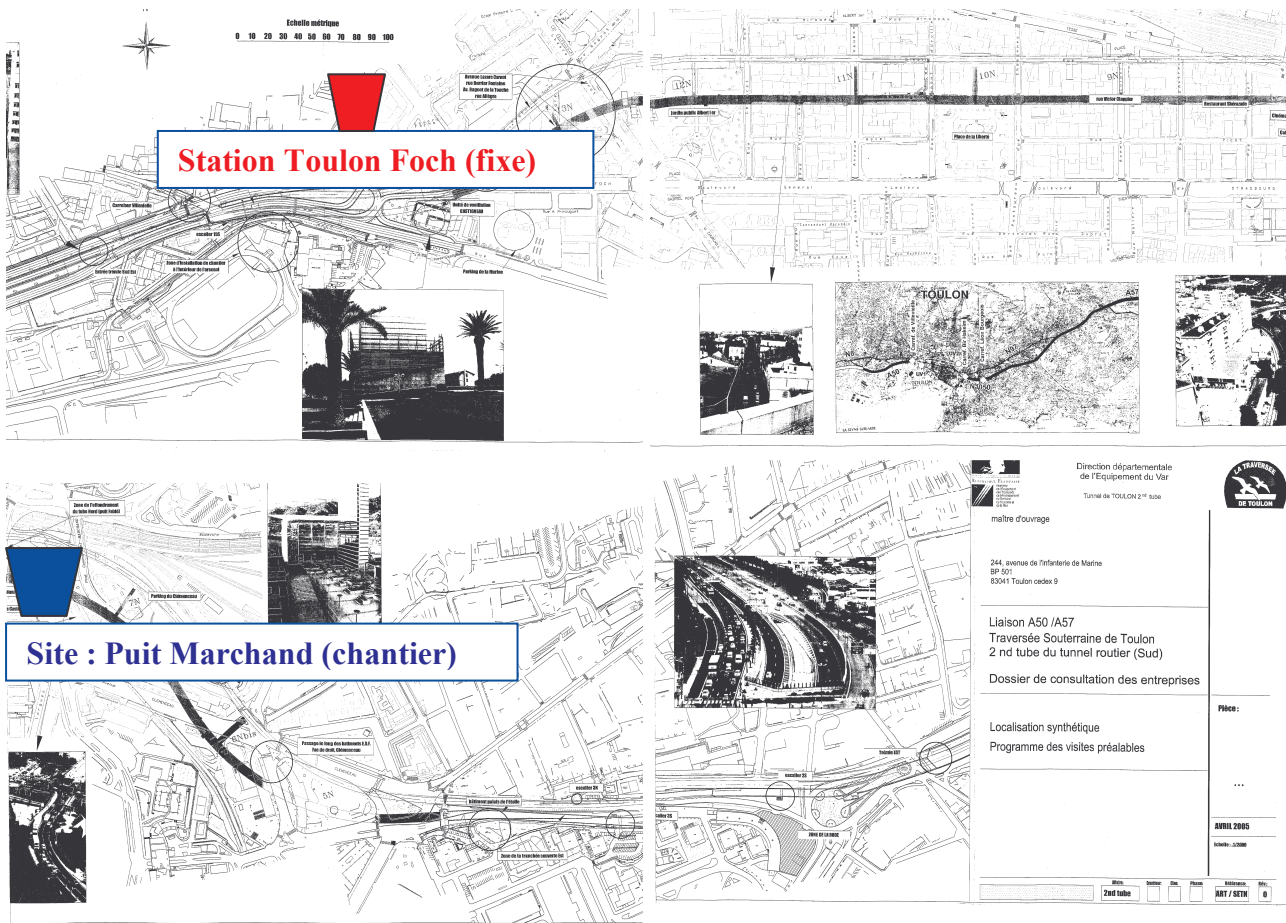
- **Au Nord, dans le secteur du Puits d'attaque Marchand,**
- **A l'Est et à l'Ouest au niveau de l'emprise de la future tranchée couverte.**

Les émissions atmosphériques sont liées aux modifications temporaires des modes de circulation (déviations 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 correspondant autant que possible à l'exposition des riverains les plus proches et où les teneurs risquent d'être les plus élevées.

Un seul site reste en fonctionnement pour ce quatrième trimestre

Site : 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 et industrielle selon les contextes.

1.2.2. PARAMETRES METEOROLOGIQUES

- Température,
- Direction et vitesse de vent.

2. RESULTAS ET DISCUSSION

2.1. PARTICULES EN SUSPENSION (PM10)

2.1.1. ORIGINES 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 PM_{2,5} (diamètre aérodynamique inférieur à 2,5 µm)**

La taille des particules détermine leur temps de suspension dans l'atmosphère. En effet, si les PM₁₀ finissent par disparaître de l'air ambiant dans les quelques heures qui suivent leur émission de par l'effet de la sédimentation et des précipitations, les PM_{2,5} 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 atmosphérique 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.

2.1.2. EFFETS SANITAIRES

Ses 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 PM_{2,5}.

Les études les plus récentes, effectuées dans le cadre du programme CAFE (Clean Air for Europe) permettent de chiffrer les impacts des PM_{2,5} 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 PM_{2,5} 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.

2.1.3. RESULTATS SUR LA PERIODE DU 01/05/08 AU 31/07/08

PM ₁₀ en µg/m ³ .	Toulon Foch	Toulon Chalucet	Puits Marchand
Taux de fonctionnement de l'analyseur (en %)	98.6	95.3	98.6
Moyenne sur la période (01/05/08 au 31/07/08)	36	27	48
Moyenne annuelle sur la période (01/08/07 au 01/08/08) (Valeur limite annuelle pour la protection de la santé humaine : 40 µg/m ³ /an : objectif 01/01/05)	43	28	46
Maximum horaire (01/05/08 au 31/07/08)	141 Le 21/05/08	94 Le 26/06/08	999 Le 09/07/08
Maximum journalier (01/05/08 au 31/07/08)	79 Le 26/05/08	55 Le 28/06/08	339 Le 09/07/08
Nombre de jours de dépassement de la valeur limite journalière pour la protection de la santé humaine ¹ pour la période (01/05/08 au 31/07/08) (50 µg/m ³ /jour, tolérance 35 jours/an : objectif 01/01/05)	15	4	27
Nombre de jours de dépassement du seuil d'information et recommandation de la santé humaine (80 µg/m ³ /24h) pour la période du (01/08/07 au 31/07/08)	0	0	10
Nombre de jours de dépassements du seuil d'alerte (125µg/m ³ /24h) pour la période du (01/05/08 au 31/07/08)	0	0	3

Tableau 1 : Evaluation des niveaux de PM10

RESPECT DES NORMES A L'ECHELLE ANNUELLE

Les directives européennes et la réglementation française définissent pour les particules PM10 des niveaux réglementaires afin de prendre en compte deux types de situations ayant des effets sur la santé. Ainsi, on retrouve d'une part la pollution atmosphérique chronique à l'échelle de l'année et d'autre part les épisodes sur une courte durée limitée à quelques heures voire quelques jours.

La valeur limite annuelle pour la protection de la santé humaine est fixée pour les PM10 à 40 µg/m³. Les niveaux de particules relevés sur les stations fixes de Toulon (Foch, Chalucet) et chantiers (Puits Marchand) pour la période (01/08/07 au 01/08/08) varient de 28 à 46 µg/m³. Le site chantier de Puits Marchand et le site trafic de Toulon Foch enregistrent des valeurs supérieures à la valeur limite pour la protection de la santé humaine. L'impact du chantier (remise en suspension, engins de chantiers) et le trafic routier expliquent pour ces deux stations les dépassements de seuils.

Seul le site de Toulon Chalucet respecte la valeur de l'objectif de qualité (30 µg/m³). Le site chantier de Puits Marchand enregistre la moyenne annuelle la plus élevée avec 46 µg/m³.

RESPECT DES NORMES A L'ECHELLE DE LA JOURNEE

En ce qui concerne les épisodes de courte durée, il existe des seuils réglementaires et des objectifs de qualité pour les PM10 qui portent sur la concentration moyenne journalière. En effets la moyenne de 50 µg/m³ ne doit pas être dépassée plus de 35 jours par an.

La figure 1 illustre les concentrations journalières de particules PM10 enregistrées durant la période de mesure (01/05/08 au 31/07/08) sur les trois stations de prélèvement (Puits Marchand, Toulon Foch et Toulon Chalucet).

¹ Nombre de jours de dépassement pendant la période trimestrielle de mesures (01/05/08 au 31/07/08)

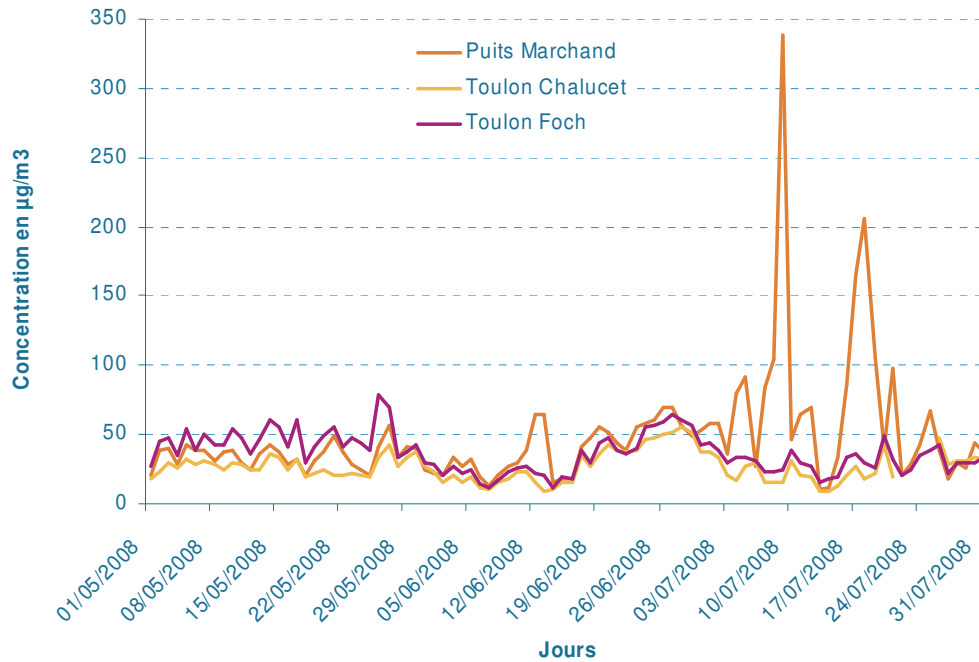


Figure 1 : Niveaux moyens journalier en PM10 sur la période (01/05/08 au 31/07/08)

Les trois laboratoires fixes et chantier ont observé, lors des trois mois de mesure (01/05/08 au 31/07/08), une dynamique des niveaux journaliers de PM10 relativement comparable. Cependant, certains jours les niveaux de PM10 de la station Puits Marchand ont été beaucoup plus élevés (pendant le mois de juillet 2008), avec un dépassement à la fois du seuil journalier européen ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an), mais également du seuil d'information ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{j}$) et du seuil d'alerte ($125 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{j}$). Ces dépassements sont observables pendant la période : du 04/07/08 au 24/07/08. Avant cette période, globalement, l'évolution des données de particules sur la zone chantier est comparable à celle enregistrée sur les stations fixes du réseau AtmoPaca de Toulon Chalucet et de Toulon Foch.

Les sites ont observé des niveaux journaliers supérieurs à $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pendant la période (01/05/08 au 31/07/08) : Puits Marchand (27 jours), Toulon Foch (15 jours) et Toulon Chalucet (4 jours), (référence tableau 1).

En situation de fond, la valeur limite est largement respectée puisque la station urbaine de Toulon Chalucet n'enregistre que peu de jours où la moyenne journalière est supérieure à $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (sur la période d'étude : au moins six fois moins de jours de dépassement que le site chantier de Puits Marchand).

CONCENTRATIONS MOYENNES HORAIRES SUR LA PERIODE DU 01/05/08 AU 31/07/08

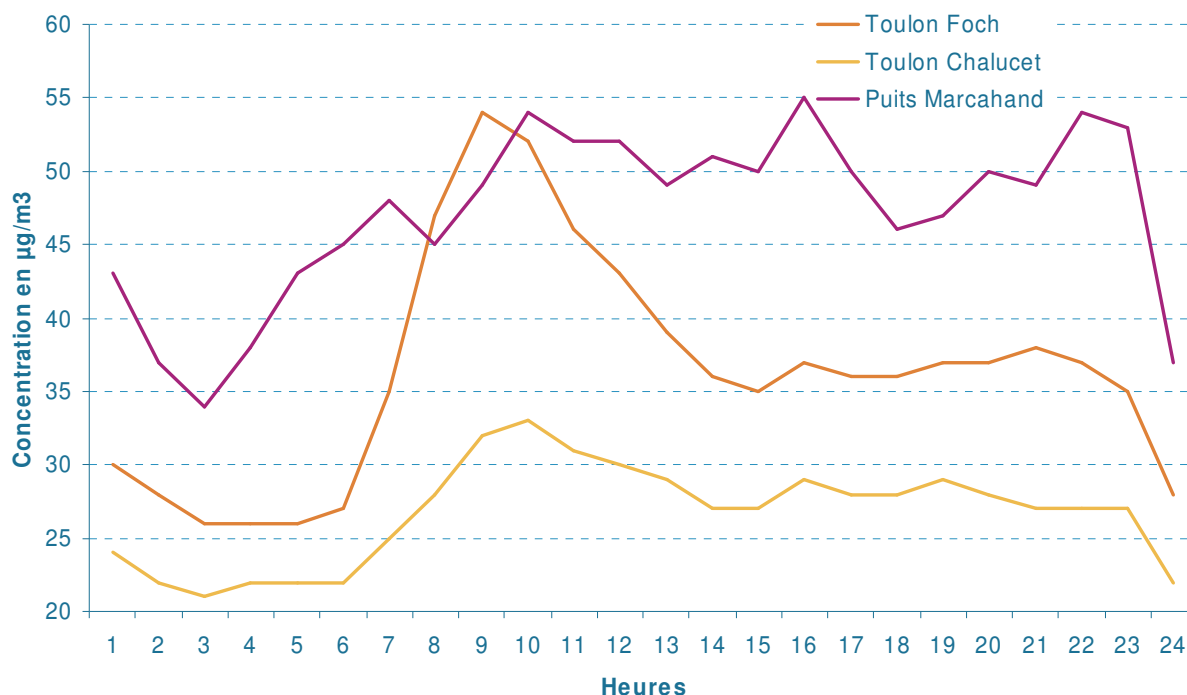


Figure 2 : Profils horaires journaliers moyens en heures locales (01/05/08 au 31/07/08)

Les profils moyens horaires journaliers des concentrations enregistrées permettent d'illustrer les variations de la qualité de l'air au cours de la journée. La comparaison entre la station chantier et les stations Atmo PACA permet de mettre en évidence d'éventuels impacts ou singularités locales à Puits Marchand.

La figure 2 illustre le profil journalier des particules fines PM10, caractérisé par une évolution présentant un maximum sur la journée (avec les niveaux de pollution les plus importants le matin de 8h à 10h30). Les concentrations de polluants diminuent à partir de 11h pour les deux stations d'Atmo PACA et restent élevées et constantes tout au long de l'après midi pour la station chantier de Puits Marchand. Ce comportement spécifique à la station chantier est essentiellement lié aux pointes de 'trafics et activités chantier' (émissions plus importantes) et à la remise en suspension de particules terrigènes par les vents locaux et la circulation de véhicules.

Seul le site de fond urbain de Toulon Chalucet présente une évolution moyenne horaire journalière inférieure à 40 µg/m³.

CONCENTRATIONS MOYENNES HEBDOMADAIRES SUR LA PERIODE DU 01/05/08 AU 31/07/08

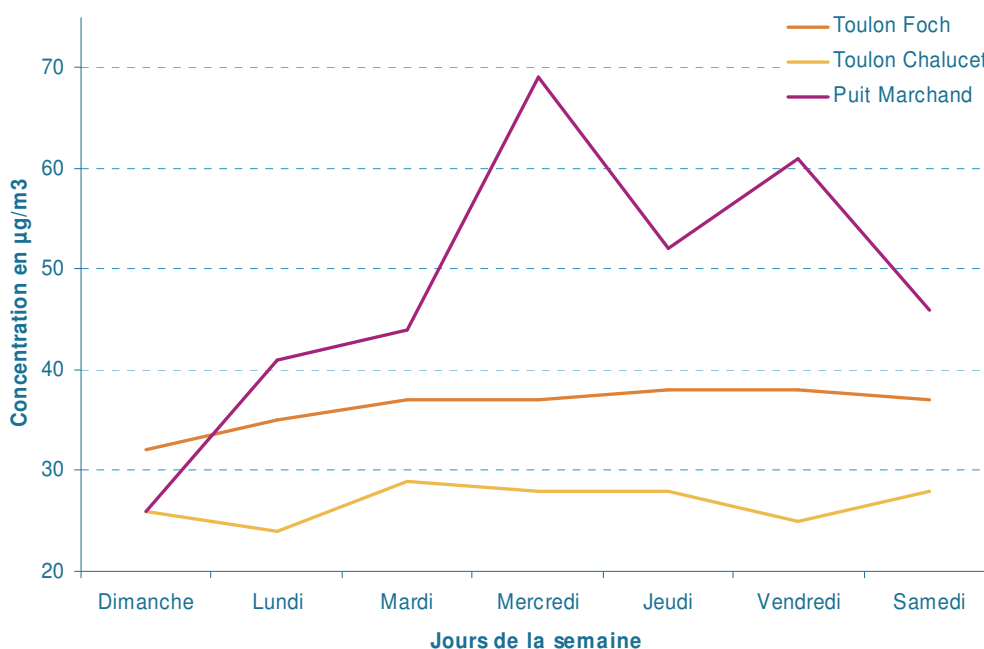


Figure 3 : Profils moyens hebdomadaires

La figure 3 illustre le profil moyen hebdomadaire durant la période de mesure (01/05/08 au 31/07/08). Seul le site chantier de Puits marchand enregistre les concentrations en particules fines PM10 pendant les jours ouvrés (du lundi au vendredi) supérieures à 40 µg/m³. Ce site présente deux maximums : le mercredi avec environ 70 µg/m³ et le vendredi avec un peu plus de 60 µg/m³. L'impact du chantier explique comme vu précédemment, ce type de comportement pendant les jours ouvrés. On constate que les concentrations en particules sont assez basses le week-end (surtout le Dimanche).

Ces résultats montrent que les concentrations en particules sur le site chantier restent bien supérieures en moyenne aux sites urbains de Toulon Foch (trafic) et Toulon Chalucet (urbain).

Ceci est à mettre en relation direct avec l'environnement de chacun des sites :

- **Puit Marchand est directement soumis à l'influence de la remise en suspension de particules par les engins de chantiers (notamment les camions venant régulièrement récupérer la terre évacuée du puits situé sous l'entrepôt), à quoi s'ajoute l'impact de la route située en contrebas.**
- **Toulon Foch, est directement lié à l'influence trafic.**
- **Toulon Chalucet est représentative d'un axe urbain de fond de l'agglomération Toulonnaise.**

2.2. DIOXYDE D'AZOTE (NO₂)

2.2.1. 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. C'est le NO (monoxyde d'azote) qui est émis à la sortie du pot d'échappement, il est oxydé en quelques minutes en NO₂. La rapidité de cette réaction fait que le NO₂ est considéré 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).

2.2.2. EFFETS SANITAIRES

Diminution de la fonction respiratoire, hyper-réactivité bronchique exacerbée, augmentation des infections bronchiques chez l'enfant.

2.2.3. RESULTATS SUR LA PERIODE DU 01/05/08 AU 31/07/08

NO ₂ en µg/m ³ .	Toulon Foch	Toulon Chalucet	Puits Marchand
Taux de fonctionnement des analyseurs (en%)	99.9	99.7	98.1
Moyenne sur la période (01/05/08 au 31/07/08)	41	35	46
Moyenne annuelle pour la période (01/08/07 au 01/08/08) (Valeur limite annuelle pour la protection de la santé humaine : 40 µg/m ³ /an : objectif 01/01/10)	62	43	55
Maximum horaire sur la période 01/05/08 au 31/07/08 (Seuil de recommandation : 200 µg/m ³ /h)	163 Le 07/05/08	136 Le 14/05/08	131 Le 23/06/08
Maximum journalier pour la période du 01/05/08 au 31/07/08	67 Le 07/05/08	60 Le 07/05/08	73 Le 07/05/08
Nombre d'heures de dépassement de l'objectif de qualité pour la période (01/05/08 au 31/07/08) (PRQA PACA : 135 µg/m ³ /h, tolérance 17 jours/an)	9	1	0
Nombre d'heures de dépassement de la valeur limite horaire pour la protection de la santé humaine (200 µg/m ³ /h, tolérance 18 heures/an : objectif 01/01/2010) pour la période du 01/05/08 au 31/07/08	0	0	0

Tableau 2 : Evaluation des niveaux de NO₂

RESPECT DES NORMES A L'ECHELLE ANNUELLE

Au niveau national, l'objectif de qualité annuel pour le dioxyde d'azote est fixé à 40 µg/m³. Cette valeur correspond également à la valeur limite applicable en 2010 définie par la directive européenne relative au NO₂. Les moyennes annuelles estimées de dioxyde d'azote sur les trois sites de mesures (chantier et stations permanentes) sont en µg/m³ : Toulon Foch (62), Puits Marchand (55) et Toulon Chalucet (43). Les trois sites enregistrent des valeurs supérieures à la valeur limite pour la protection de la santé (40 µg/m³/an). Les dépassements enregistrés sur le site de Toulon Foch et le site chantier s'expliquent par un trafic routier dense (véhicules légers, poids lourds, compresseurs...).

RESPECT DES NORMES A L'ECHELLE DE LA JOURNEE

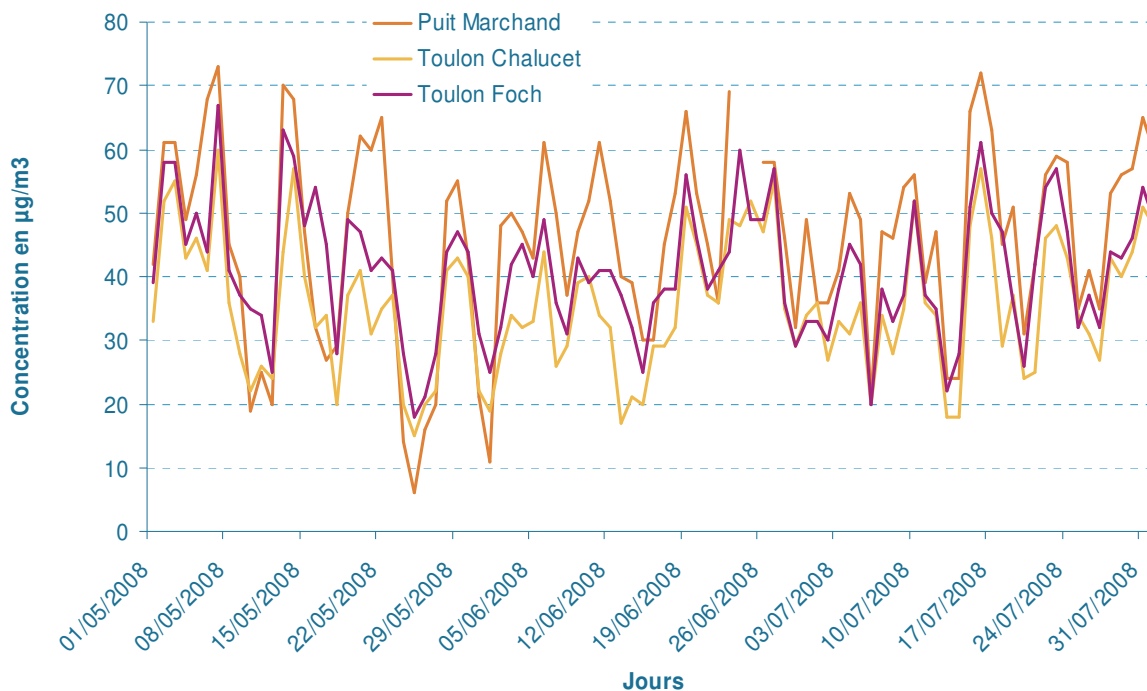


Figure 4 : Niveaux moyens journalier en NO2 sur la période (01/05/08 au 31/07/08)

Des seuils réglementaires relatifs aux situations aiguës de pollution de courte durée sont fixés. Ces pics sont induits notamment par des phénomènes d'accumulation associés à des conditions météorologiques spécifiques. Le déclenchement de la procédure d'information et de recommandation du public est fixé pour le dioxyde d'azote à 200 µg/m³/h en moyenne horaire et le seuil d'alerte s'établit à 400 µg/m³.

De plus, la réglementation fixe comme valeur limite en 2010 pour le dioxyde d'azote, un nombre maximal de 18 dépassements de la concentration horaire de 200 µg /m³ dans l'année.

La figure 4 illustre les concentrations moyennes journalières de dioxyde d'azote observées chaque jour de la période de mesure sur les trois sites à savoir : un site chantier (Puits Marchand), un site urbain (Toulon Chalucet) et un site trafic (Toulon Foch).

Le tableau 2 présente le nombre de dépassements horaires de 200 µg/m³/h pour l'année de mesure. Cette valeur est respectée sur l'ensemble des sites de mesures.

L'évolution journalière de concentrations en dioxyde d'azote est très comparable pour les trois sites de mesures. Dans l'ordre décroissant, les pointes de pollution sont plus importantes à Puits Marchand puis Toulon Foch et enfin Toulon Chalucet.

CONCENTRATIONS MOYENNES HORAIRES SUR LA PERIODE DU 01/05/08 AU 31/07/08

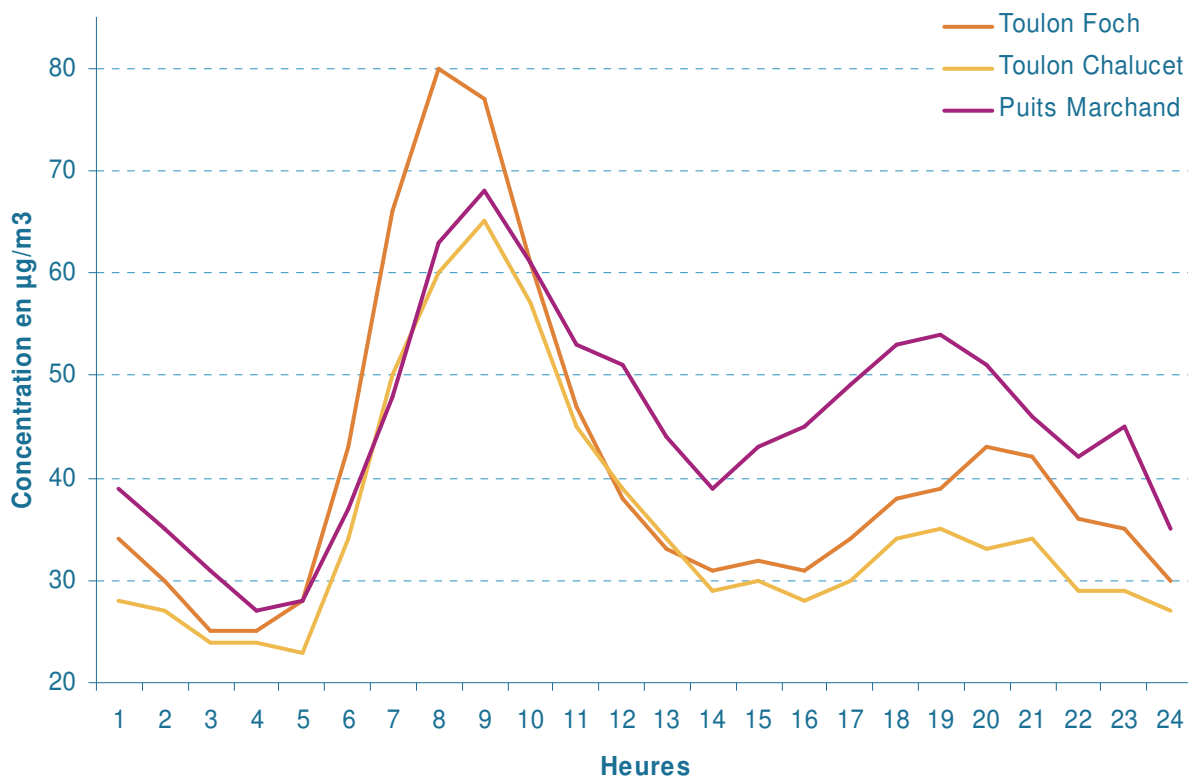


Figure 5 : Profils horaires moyens en heures locales (01/05/08 au 31/07/08)

Les profils moyens horaires journaliers des concentrations enregistrées lors de la période de mesure (01/05/08 au 31/07/08) permettent d'illustrer les variations de la qualité de l'air au cours de la journée. La comparaison du site chantier (Puits Marchand) et des stations fixes du réseau permanent d'Atmo PACA (Toulon Chalucet et Toulon Foch) permet de mettre en évidence d'éventuels impacts ou singularités locales sur les stations chantiers.

La figure 5 illustre le profil horaire moyen pour le dioxyde d'azote. D'une manière générale, le profil journalier des oxydes d'azote (NO et NO₂) est caractérisé par une évolution présentant deux maxima horaires sur la journée avec des niveaux de pollution plus importants le matin et en fin d'après-midi. Ce comportement des concentrations de polluants au cours de la journée est essentiellement lié aux pointes de trafic routier et chantier du matin et du soir (émissions plus importantes).

L'importance des niveaux de dioxyde d'azote est principalement fonction à la fois de la distance des points de mesure par rapport au cœur dense de l'agglomération, de la proximité de l'axe routier et chantier et de la densité du trafic et chantier.

Ainsi, la station permanente du réseau Atmo PACA (Toulon Foch) localisée en bordure immédiate du trafic routier observe des niveaux de pollution atmosphérique le matin supérieures aux deux autres stations (Puits Marchand et Toulon Chalucet). Cependant durant l'après-midi, c'est le site chantier de Puits Marchand qui présente des concentrations beaucoup plus élevées que le site que les deux autres stations.

Le profil moyen indique que les trois stations dépassent la valeur de 50 µg/m³ le matin entre 7h et 12h. Par contre durant l'après-midi, seul le site chantier dépasse cette valeur entre 17h et 19h30.

CONCENTRATIONS MOYENNES HEBDOMADAIRES SUR LA PERIODE DU 01/05/08 AU 31/07/08

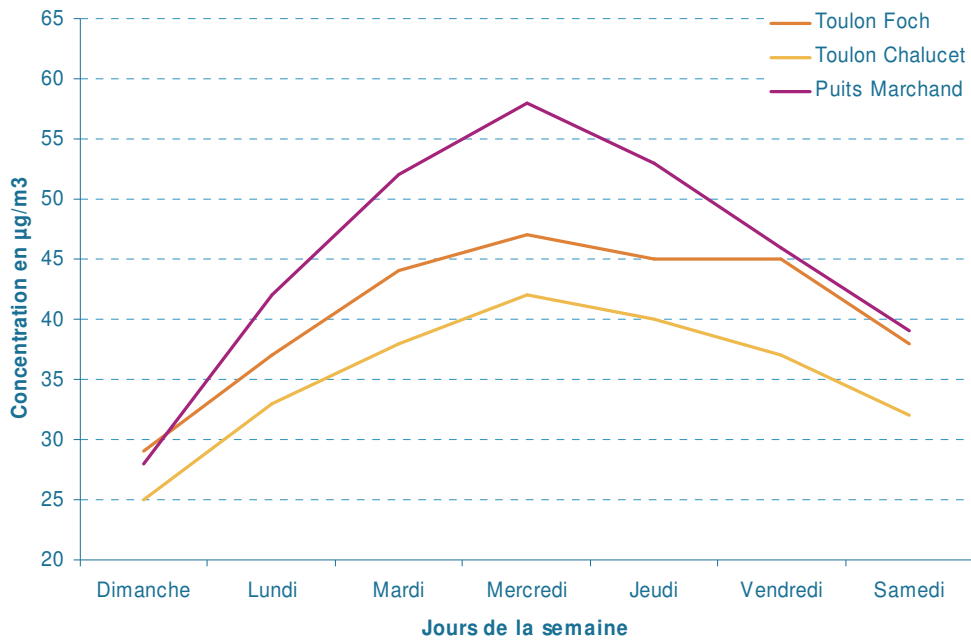


Figure 6 : Profils moyens hebdomadaires

La figure 6 montre le profil moyen hebdomadaire durant la période de mesure (01/05/07 au 31/07/08). Les concentrations en particules fines PM10 pendant les jours ouvrés (hors lundi) sont supérieures à 50 µg/m³ seulement sur le site chantier de Puits Marchand. L'impact véhiculaire (poids lourds, véhicules légers, engins de chantier, compresseurs...) explique ce type de comportement.

2.3. BENZENE (C₆H₆)

Le benzène (C₆H₆) est un hydrocarbure aromatique monocyclique (HAP). Il est un polluant 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.

2.3.1. EFFETS SANITAIRES

En exposition aiguë, les effets du benzène sur la santé se caractérisent les 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 prolongé ou répétitive), le benzène agit comme un agent cancérigène et mutagène. Le caractère cancérigène du benzène a été mis en évidence en 1987 avec sa classification dans le groupe 1 (substance prouvée cancérigène pour l'homme).

2.3.2. VALEURS REGLEMENTAIRES

Les valeurs suivantes sont issues de la réglementation française :

Objectif de qualité : 2 µg/m³ en moyenne annuelle.

Valeur limite pour la protection de la santé humaine : 5 µg/m³ en moyenne annuelle.

Cette valeur est applicable à partir du 1^{er} janvier 2010. Avant cette date, les valeurs limites applicables sont celles répertoriées dans le tableau 4.

Année	2007	2008	2009
Valeur limite (µg/m ³)	8	7	6

Tableau 4 : Valeurs limites en benzène pour la protection de la santé humaine (µg/m³)

2.3.3. RESULTAS SUR LA PERIODE DU 21/08/07 AU 22/07/08

Période	Toulon Chalucet	Toulon Foch	Puits Marchand
21/08/2007 au 04/09/2007	1,0	1,7	1,3
04/09/2007 au 18/09/2007	1,2	1,8	1,6
18/09/2007 au 02/10/2007	1,3	2,0	1,4
16/10/2007 au 30/10/2007	2,0	3,6	2,6
30/10/2007 au 13/11/2007	2,2	4,0	2,8
13/11/2007 au 27/11/2007	3,0	4,2	3,6
27/11/2007 au 11/12/2007	2,5	4,3	3,3
11/12/2007 au 26/12/2007		3,7	3,8
26/12/2007 au 08/01/2008	2,5	3,6	2,8
08/01/2008 au 22/01/2008	1,9	3,0	2,3
22/01/2008 au 05/02/2008	2,9		3,9
05/02/2008 au 19/02/2008	3,4		4,0
19/02/2008 au 04/03/2008	1,5	2,0	2,1
04/03/2008 au 18/03/2008	1,5	1,9	2,0
18/03/2008 au 01/04/2008			
01/04/2008 au 15/04/2008		1,7	1,6
15/04/2008 au 30/04/2008	1,1	1,5	1,4
30/04/2008 au 13/05/2008	1,0	1,4	1,4
13/05/2008 au 27/05/2008	0,9	1,2	1,1
27/05/2008 au 10/06/2008	0,9	1,2	1,2
10/06/2008 au 24/06/2008	0,8	1,0	1,1
24/06/2008 au 08/07/2008	0,7	0,8	1,0
08/07/2008 au 22/07/2008	0,7	0,9	1,0

Tableau 5 : Evaluation des niveaux de Benzène

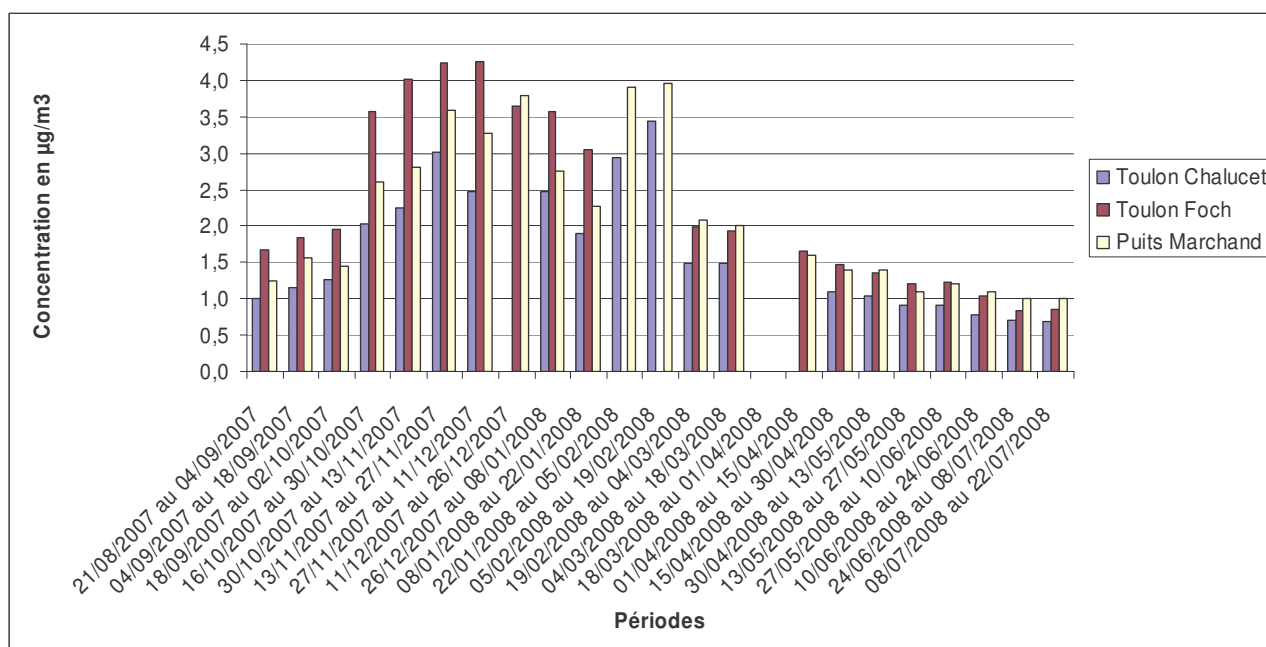


Figure 7 : Evolution de la concentration en Benzène sur la période 21/08/07 au 22/07/08

Les directives européennes et la réglementation française définissent pour le benzène une valeur réglementaire en termes de concentration moyenne annuelle, qui traduit la pollution chronique à l'échelle annuelle. Au niveau national, l'objectif de qualité de l'air pour le benzène est fixé à 2 µg/m³.

La figure 7 représente l'évolution de la concentration en benzène depuis le début août 2007 jusqu'à fin mars 2008.

Pour ce quatrième trimestre, il n'y a pas eu de risque de dépassement de l'objectif qualité sur les trois sites de mesure. Dans la zone chantier et Toulon Foch (station trafic), les conditions de circulation engendrent des émissions de benzène légèrement supérieures à celles de Toulon Chalucet (site urbain). En effet, contrairement au NO₂, les émissions routières augmentent lorsque la vitesse de circulation est lente, lorsque les moteurs sont froids et lorsque les conditions de circulation sont congestionnées. Les teneurs en benzène le long de la zone chantier ne sont pas directement proportionnelles au nombre de véhicules (engins, camions...) en circulation sur la zone. Elles dépendent à la fois du nombre de véhicules, de l'état du moteur (froid), de la vitesse et du régime de circulation. La zone chantier est de ce point de vue un axe approprié pour de plus forts niveaux de benzène, en raison notamment d'un débit conséquent mais aussi d'un régime de circulation plus lent que sur la route .

Sachant que les niveaux diminuent rapidement dès que l'on s'éloigne de ces axes pour atteindre un niveau similaire à celui rencontré généralement dans la zone urbaine, seuls les habitants au plus près de ces axes peuvent être concernés par les dépassements de l'objectif de qualité pour le benzène.

2.4. MONOXYDE DE CARBONE

2.4.1. 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 les chauffages domestiques. 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.

2.4.2. EFFETS SANITAIRES

Le monoxyde de carbone se fixe sur l'hémoglobine et prend la place de l'oxygène d'où un manque d'oxygénation de l'organisme. Le CO contribue à diminuer les performances physiques des insuffisants cardiaques et à diminuer le seuil ischémique² des patients souffrant d'insuffisance coronaire. Lors d'une exposition prolongée, chaque augmentation de 7 ppm (partie par million) de CO dans l'air inspiré induit une augmentation de 1 % environ de COHb³.

2.4.3. RESULTAS SUR LA PERIODE DU 01/05/08 AU 01/08/08

CO en mg/m ³ .	Toulon Foch	Puits Marchand
Taux de fonctionnement des analyseurs (%)	97	98.8
Moyenne sur la période (01/05/08 au 31/07/08)	0.3	0.5
Maximum horaire sur la période (01/05/08 au 31/07/08)	4.1 Le 11/10/07	3.6 Le 31/12/07
Maximum journalier sur la période (01/05/08 au 31/07/08)	1.3 Le 19/12/07	1.8 Le 19/12/07
Nombre d'heures de dépassement de la recommandation Sur la période (01/05/08 au 31/07/08) (Organisation Mondiale de la Santé : 30 mg/m ³ /h)	0	0

Tableau 6 : évaluation des niveaux de CO

² Ischémique : Diminution de l'apport en sang dans un organe, responsable d'une souffrance de cet organe.

³ COHb : Le monoxyde de carbone (CO) qui se fixe sur l'Hémoglobine (Hb).

RESPECT DES NORMES A L'ECHELLE DE LA JOURNEE

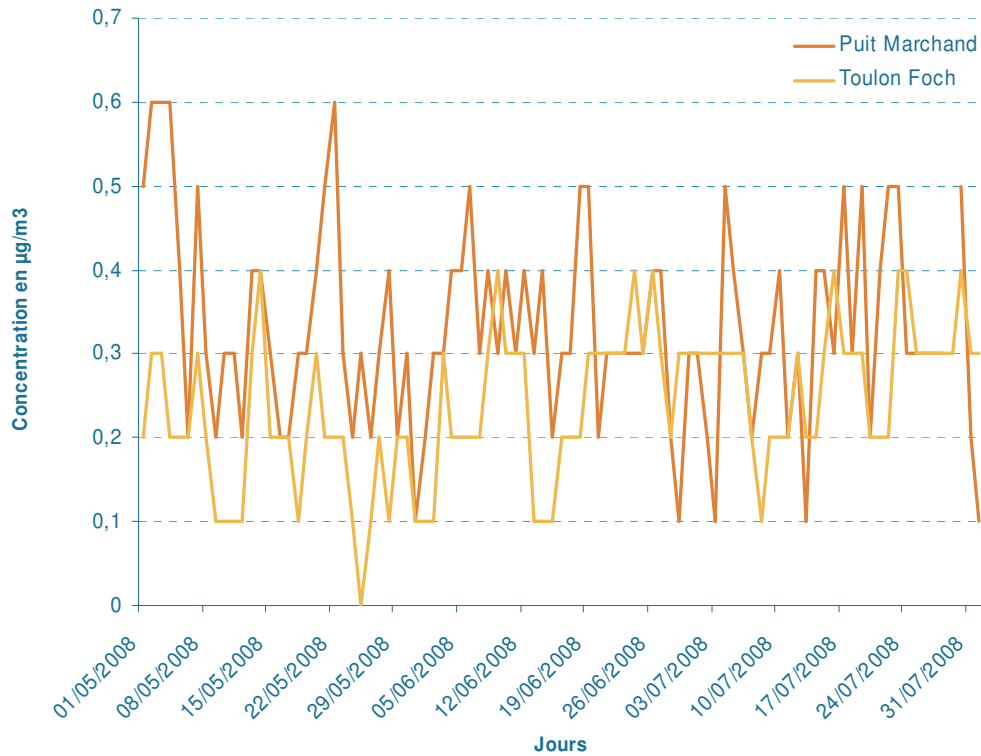


Figure 8 : Niveaux moyens journaliers en CO sur la période (01/05/08 au 31/07/08)

La valeur limite française et européenne pour le monoxyde de carbone est de 10 mg/m³ en concentration moyenne sur 8h.

La figure 8 illustre l'évolution journalière de la concentration pendant le quatrième trimestre (01/05/08 au 31/07/08) de mesure pour le site chantier de Puits Marchand et le site permanent trafic de Toulon Foch. Les concentrations de monoxyde de carbone enregistrées sur Puits Marchand sont légèrement supérieures à celles observées sur Toulon Foch.

La valeur limite pour ce polluant est respectée dans le domaine d'étude, même à proximité des axes routiers et des engins de chantiers durant cette période de mesure.

CONCENTRATIONS MOYENNES HORAIRES SUR LA PERIODE DU 01/05/08 AU 31/07/08

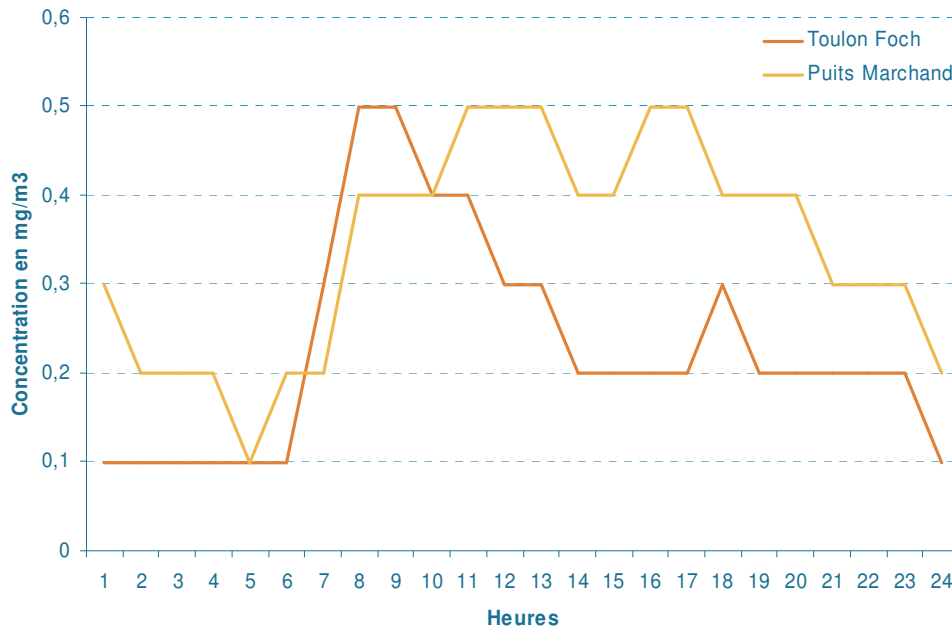


Figure 9 : Profils horaires journaliers moyens en CO en heures locales

Le monoxyde de carbone est un polluant primaire dont les concentrations diminuent très rapidement avec l'éloignement aux sources. Ainsi, il permet de localiser les importantes sources d'émissions situées au voisinage immédiat d'un site de mesure.

Le profil moyen horaire journalier des niveaux de monoxyde de carbone relevés sur les deux stations à savoir un site chantier (Puits Marchand) et un site trafic (Toulon Foch) présente une évolution en corrélation avec les heures où le trafic routier est le plus dense correspondant aux heures de pointe du matin et du soir.

Les niveaux de CO observés sur la station de Toulon Foch sont nettement plus élevés en début de matinée. Par contre durant l'après-midi les concentrations en CO sont largement supérieures sur le site chantier de Puits Marchand. Ce constat est à mettre en relation avec les activités chantiers (compresseurs, véhicules lourds,...) sur le site chantier.

CONCENTRATIONS MOYENNES HEBDOMADAIRES SUR LA PERIODE DU 01/05/08 AU 31/07/08

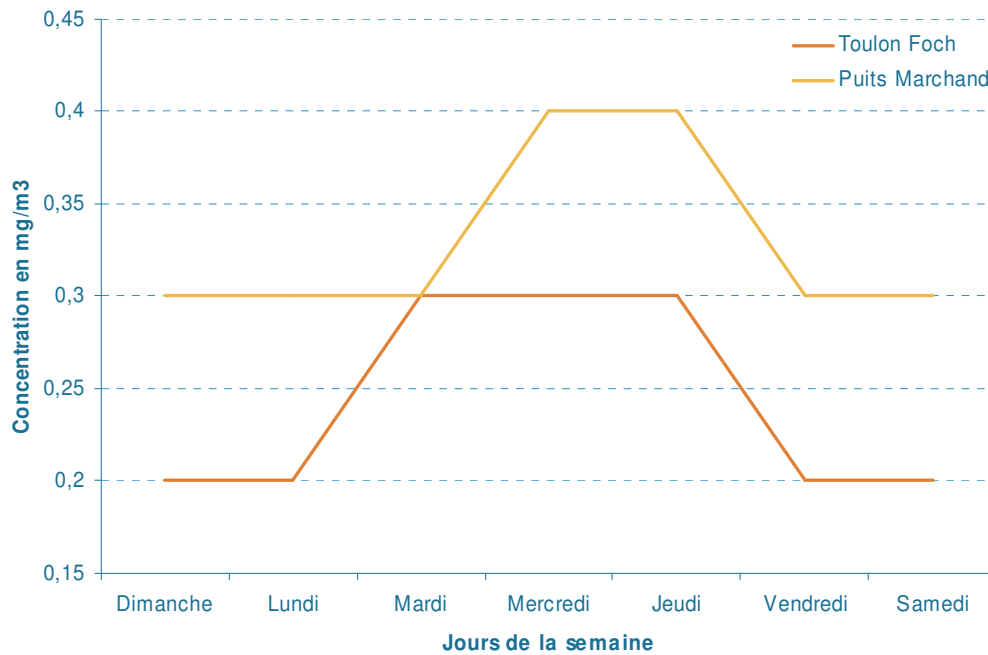


Figure 10 : Profils moyens hebdomadaires

La figure 10 illustre le profil moyen hebdomadaire durant la période de mesure (01/05/08 au 31/07/08). Le site chantier de Puits Marchand présente une évolution avec des valeurs élevées pendant les jours ouvrés par rapport à Toulon Foch. On constate une différence entre le site de Puits Marchand et le site de Toulon Foch d'environ 0.1 mg/m³. L'impact véhiculaire (poids lourds, véhicules légers, engins de chantier, compresseurs...), explique certainement ces différences.

2.5. EXEMPLE D'ÉPISODE DE POLLUTION ET CONDITIONS METEOROLOGIQUES

CONDITIONS METEOROLOGIQUES OBSERVEES DURANT LA PERIODE DE MESURE

Les commentaires suivant s'appuient sur les observations (vitesse et direction de vents) de la station Météo-France de Toulon La Mitre.

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

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 du vent. Tandis que les deux premiers favorisent l'accumulation de la pollution et permettent d'appréhender la stabilité « verticale » de l'atmosphère, au contraire la vitesse de vent peut être considérée comme représentative de la dispersion « horizontale ». Ainsi, 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).

En conséquence, comme la montre la figure 11 pour les données horaires observées le 01, 02 et le 03 juin 2008 pour le NO₂, les niveaux de pollution diminuent lorsque les conditions de dispersion s'améliorent avec un brassage de l'air de plus en plus favorable. A contrario, lors de période de vents faibles, les concentrations de dioxyde d'azote sont plus importantes du fait de la stabilité de l'atmosphère, ce qui se traduit par une accumulation de pollution et des niveaux de pollution plus élevés.

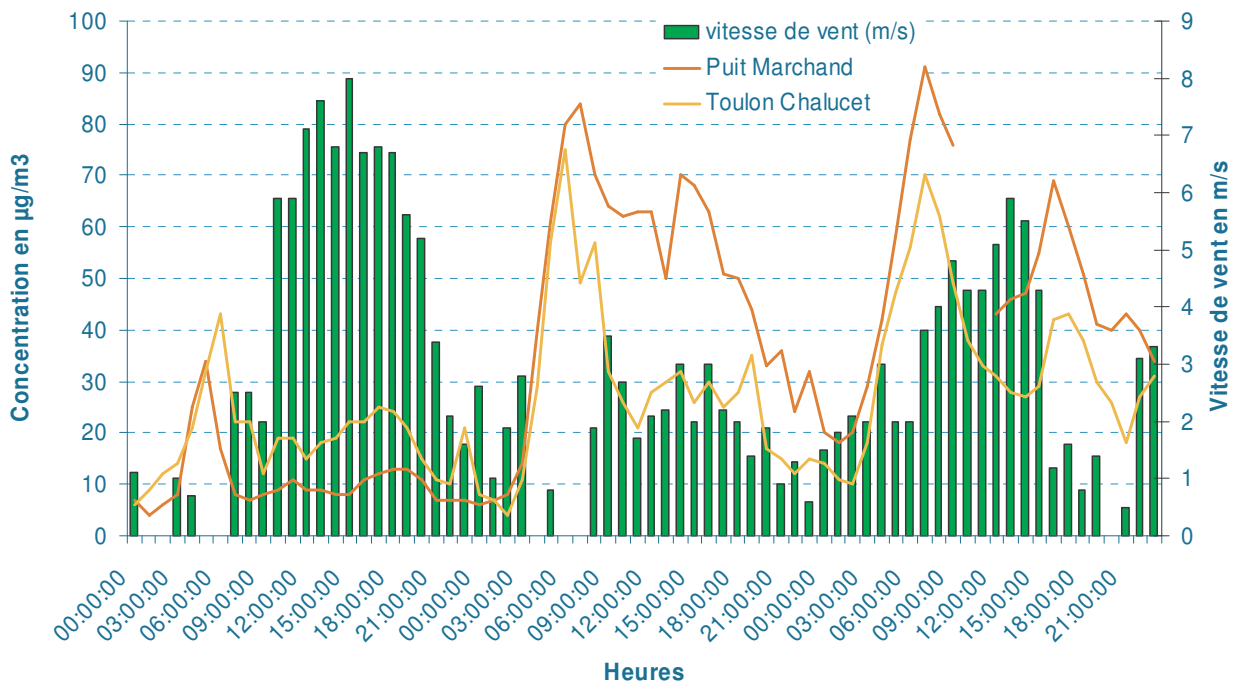


Figure 11 : Niveaux de pollution en NO₂ et vitesse de vent en fonction des heures le 01, 02, 03/06/08.

Ce constat est également fait pour la plupart des polluants gazeux primaires (directement émis par une source) mesurés lors de la campagne avec une baisse des concentrations dans l'air au fur et à mesure que la vitesse de vent augmente. A contrario, les particules fines présentent un comportement inverse (figure 12) avec des concentrations plus fortes quand les vitesses de vent sont les plus élevées.

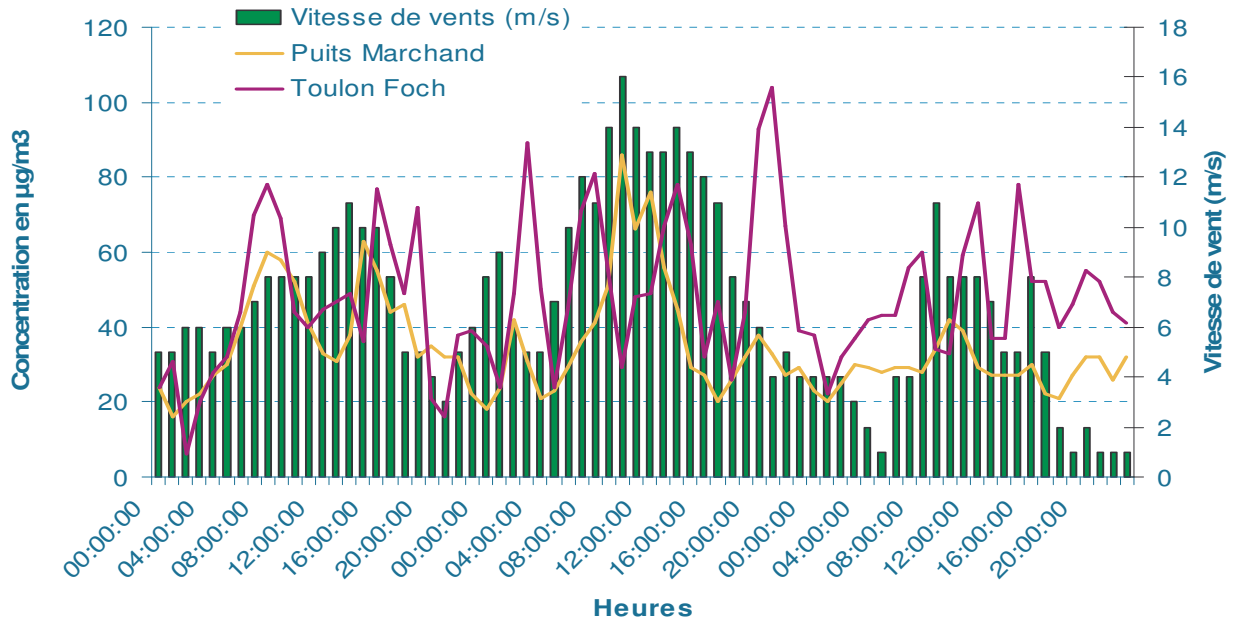


Figure 12 : Niveaux de pollution en PM10 et vitesse de vent en fonction des heures les 09,10 et 11mai 2008

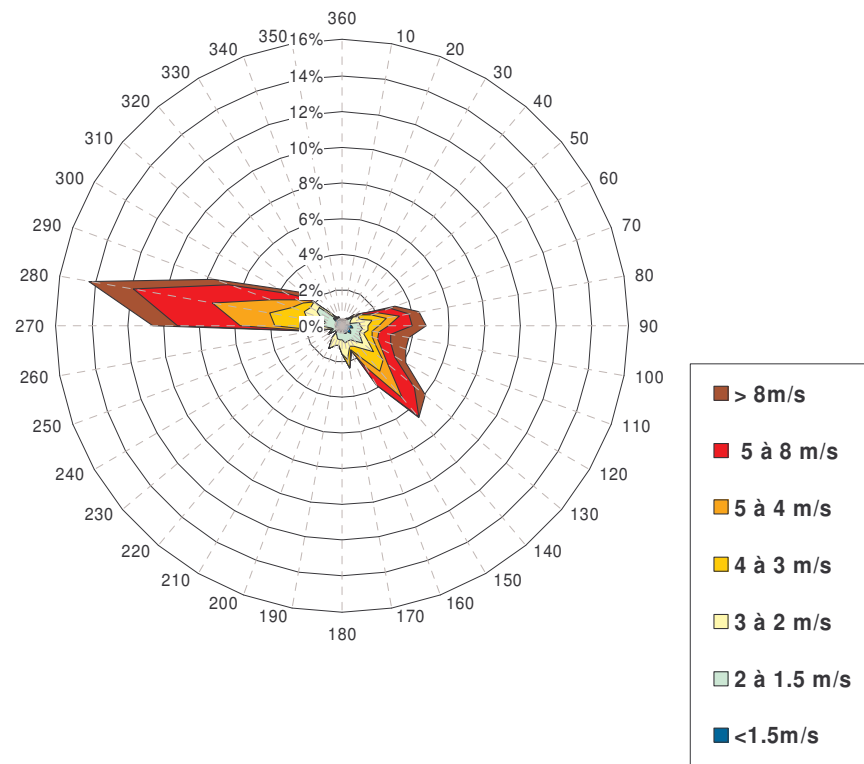


Figure 13 : fréquence (en%) des vents à Toulon La Mitre (MF) en fonction de leur secteur et leurs vitesses pour le mois de mai à juillet 2008.

Les données Météo France utilisées dans cette étude correspondent à 3 mois complets : du 01/05/08 au 31/07/08. Ces données ont été mesurées à la fréquence horaire pour les températures, vitesses et directions du vent.

La direction et la vitesse sont représentées sur la figure ci-dessus. La rose des vents a été calculée à partir de données horaires sur les trois mois (mai à juillet 2008). Elle montre des vents dominants très majoritairement orientés Ouest/Est, avec des vitesses relativement élevées pour les vents d'ouest (Mistral). La campagne de mesure est caractérisée par une quasi-absence de vents Nord et Sud, comme l'illustre la rose de vent de la figure 13.

Les secteurs de vent en bleu, vert et jaune sur la figure 13 représentent les conditions les plus favorables à l'accumulation de polluants gazeux (vitesse de vent inférieure ou égale à 3 m/s) alors que les régimes les plus favorables à la dispersion des polluants gazeux sont représentés en rouge et en marron (vitesse de vent supérieure à 5 m/s).

LES INDICES DE LA QUALITE DE L'AIR

Rappelons que l'indice de la qualité de l'air ATMO est un chiffre allant de 1 à 10 associé à un qualificatif (de très bon -1- à très mauvais -10-). Il qualifie la qualité de l'air globale, en prenant en compte quatre polluants atmosphériques : le dioxyde d'azote, le dioxyde de soufre, les particules (PM10) et l'ozone. Un sous-indice est calculé pour chacun des composés et l'indice ATMO résultant est égal au maximum des quatre sous indices.

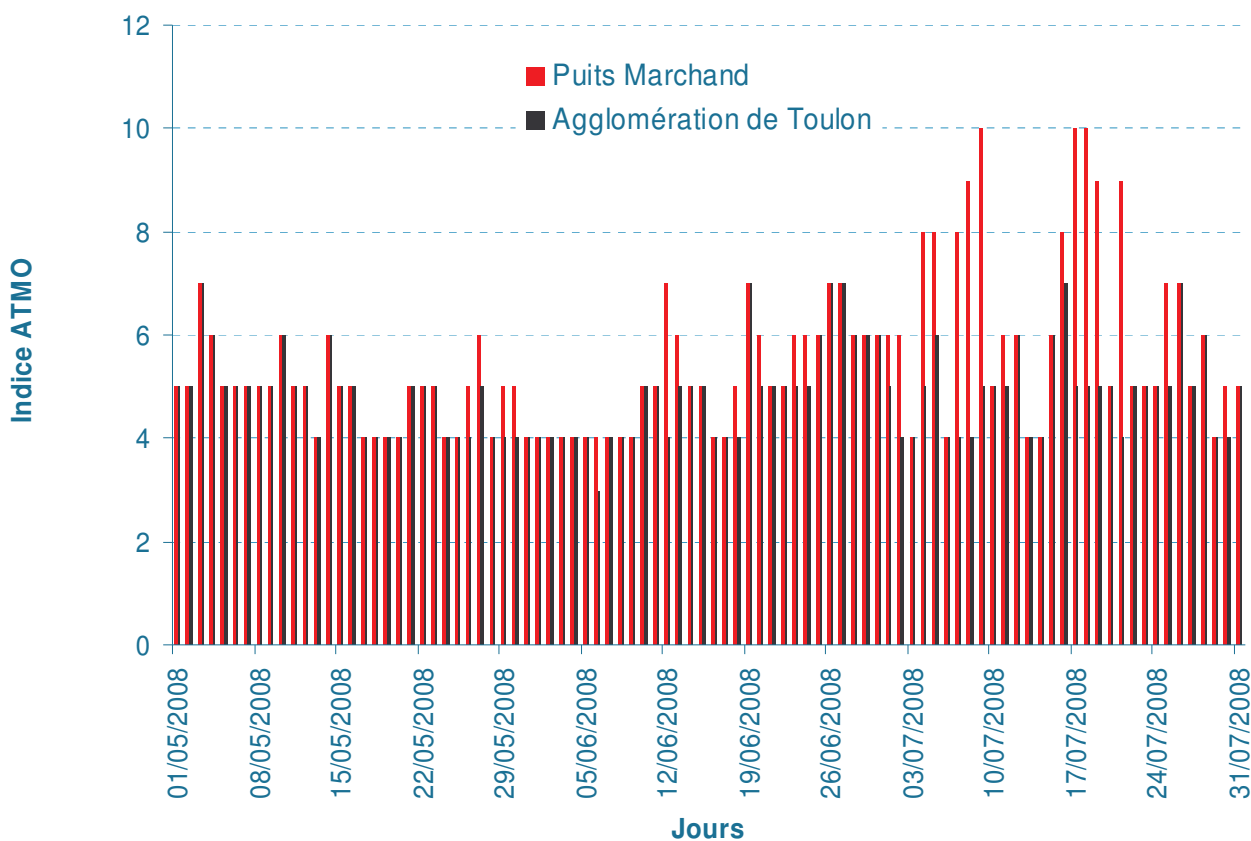


Figure 14 : Evolution journalière de l'indice ATMO

La figure 14 illustre l'évolution des indices ATMO au cours des trois mois de mesure (01/05/08 au 31/07/08). Les indices font apparaître une « très mauvaise » qualité de l'air durant le mois de juillet 2008 allant jusqu'à 10 pour le site chantier de Puits Marchand (pour le mois de juillet, ces indices 10 sont dus à l'influence du chantier). Ensuite, durant tout le trimestre, les indices vont de 4 (bon) à 7 (médiocre) sur les deux sites.

2.6. COMPARAISON DES QUATRE TRIMESTRES

2.6.1. COMPARAISON DE LA MOYENNE EN PM10

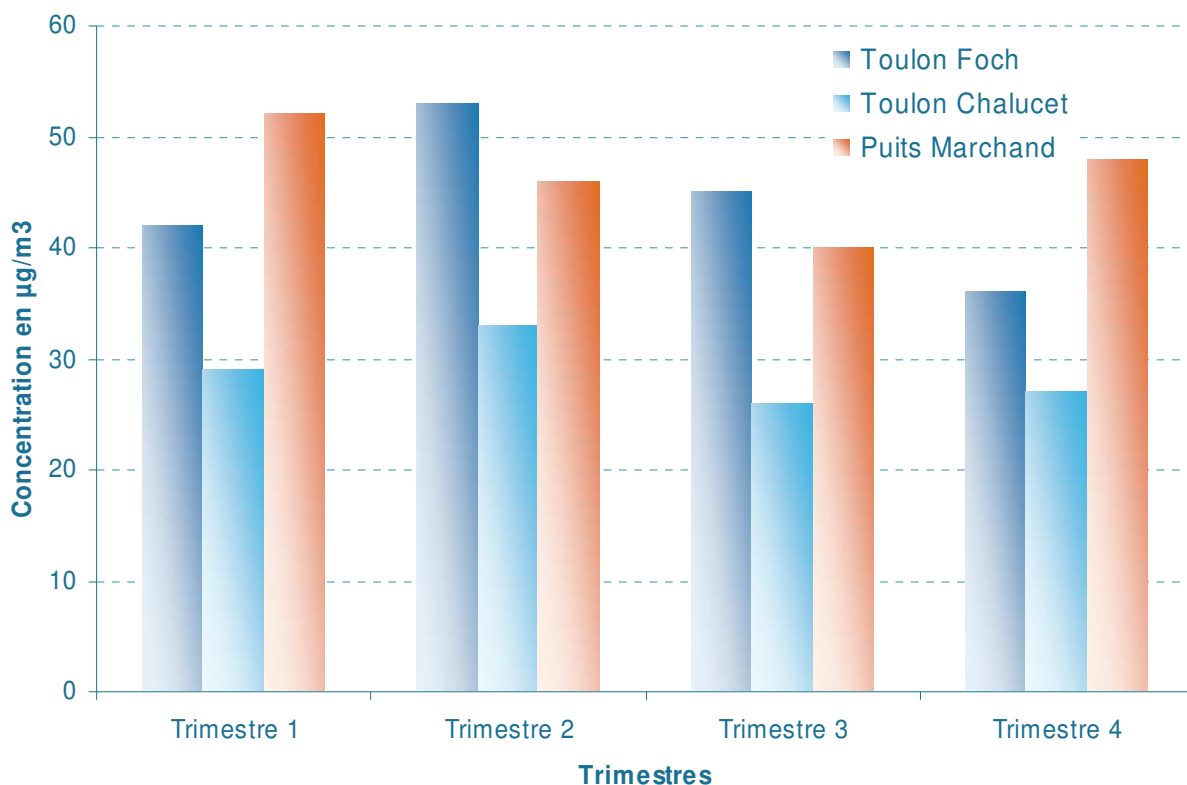


Figure 15 : Evolutions de la moyenne trimestrielle en PM10

La figure 15 présente les moyennes trimestrielles de PM10 pour les différents sites chantiers et stations permanentes. On constate une certaine homogénéité des moyennes trimestrielles en PM10 pour la station permanente de Toulon Chalucet (site urbain). Pour la station trafic de Toulon Foch, une augmentation a été enregistrée pendant le second trimestre allant jusqu'à dépasser 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, avec néanmoins une diminution de la moyenne pendant les deux derniers trimestres.

Ce graphe montre que les moyennes en PM10 sur le site chantier de Puits Marchand sont supérieures à celles des deux autres sites pendant le premier et le quatrième trimestre. Malgré une diminution constatée durant le deuxième et le troisième trimestre, on constate une forte augmentation de la concentration pendant ce quatrième trimestre (ces valeurs sont influencées par les concentrations mesurées pendant le mois de juillet 2008, notamment les épisodes de fortes pointes en particules durant la période du 4 au 24 juillet).

2.6.2. COMPARAISON DE LA MOYENNE EN NO₂

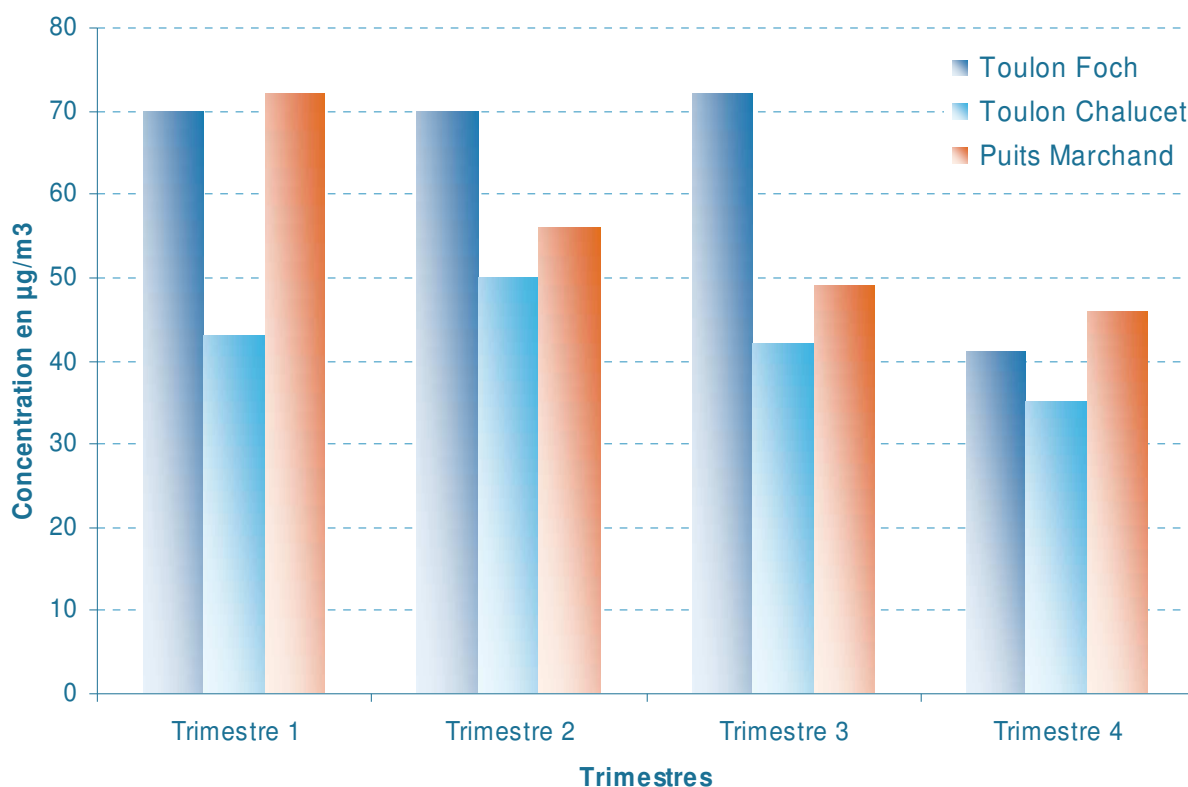


Figure 16 : Evolutions de la moyenne trimestrielle en NO₂

Sur l'ensemble des stations, on enregistre une diminution de la moyenne pour ce quatrième trimestre par rapport aux autres trimestres. C'est le site de Toulon Foch qui subit la diminution la plus importante, passant de 72 µg/m³ (troisième trimestre) à 41 µg/m³ (quatrième trimestre). Le site chantier de Puits Marchand subit une légère diminution entre le troisième et le quatrième trimestre. On observe une nette diminution des concentrations à chaque trimestre.

2.6.3. COMPARAISON DE LA MOYENNE EN CO

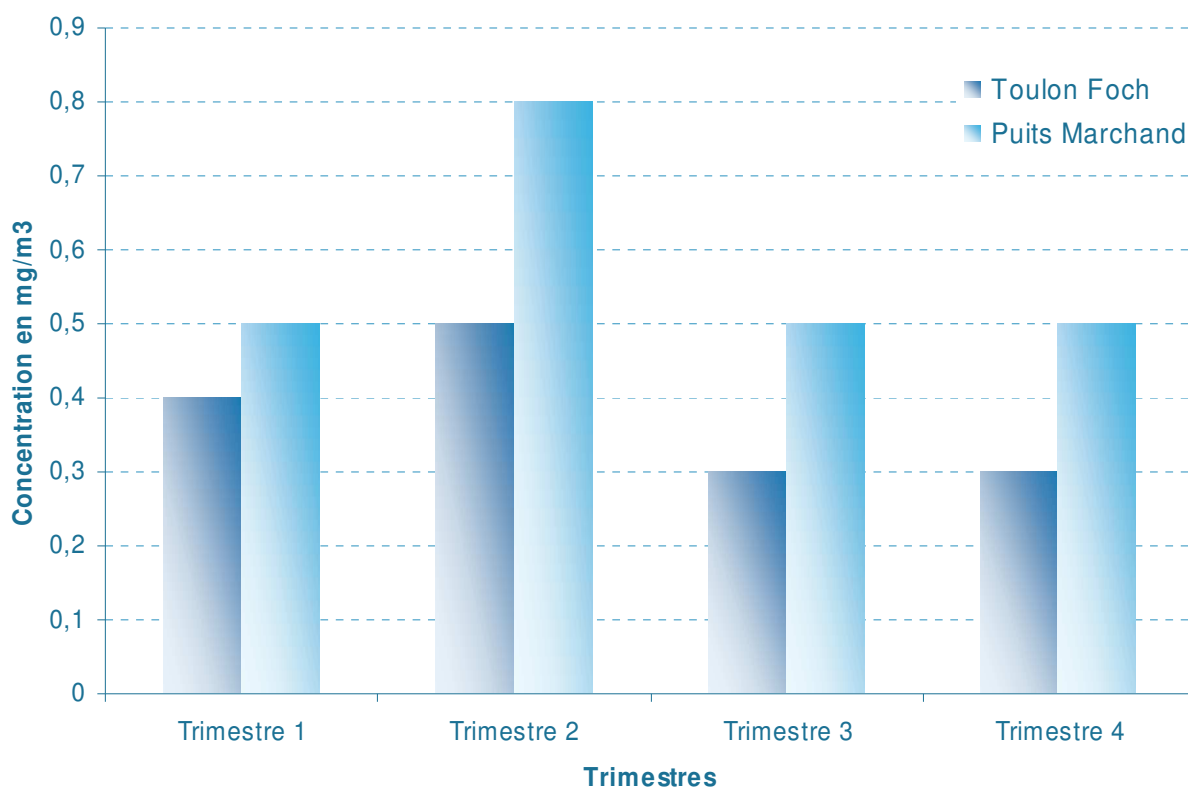


Figure 17 : Evolutions de la moyenne trimestrielle en CO

La figure 17 présente les moyennes trimestrielles de CO pour les différents sites (Toulon Foch et Puits Marchand). Les valeurs pendant ce quatrième trimestre sont similaires à celles du troisième trimestre pour les deux stations de mesures.

3. CONCLUSIONS

Pour ce quatrième trimestre, un site de mesure a été maintenu : il s'agit du site chantier de Puits Marchand.

PARTICULES EN SUSPENSION (PM10)

Les niveaux en particules fines (PM10) mesurés sur le site chantier de Puits marchand sur la période d'étude (01/05/08 au 31/07/08) sont supérieurs aux mesures acquises sur le site trafic de Toulon Foch et au site urbain de Toulon Chalucet. La moyenne des concentrations durant ce trimestre est supérieure aux trimestres deux et trois. Malgré une évolution comparable aux deux autres stations permanentes, c'est le mois de juillet qui a fait augmenter la moyenne de ces concentrations. Ces particules observées sont certainement d'origine terrigène et sont arrachées du sol sous l'action du vent et de la circulation des engins puis dispersées dans l'atmosphère. Comme pour les trois autres trimestres, les valeurs sont plus élevées en semaine que durant le week-end car cela correspond aux jours ouvrés (augmentation des sources motorisées d'émissions et de la remise en suspension).

POUR LE DIOXYDE D'AZOTE (NO₂)

Sur l'ensemble des stations, on observe une nette diminution des concentrations en dioxyde d'azote (NO₂). Cependant, c'est le site chantier de Puits Marchand qui enregistre les valeurs les plus élevées durant ce quatrième trimestre dépassant même le site permanent trafic de Toulon Foch. Certes par rapport au premier trimestre les niveaux sont moins importants. La chute des concentrations en NO₂ est également observée les samedis et dimanches.

POUR LE MONOXYDE DE CARBONE (CO)

Par rapport au site trafic de Toulon Foch, le site chantier de Puits Marchand enregistre des concentrations plus importantes pendant ce dernier trimestre. L'impact direct des sources émettrices du chantier est directement lié à ces niveaux. Les niveaux sur ce site sont comparables à ceux observés durant le premier et troisième trimestre. Les concentrations enregistrées pendant le second trimestre sont certainement dues à des conditions météorologiques hivernales favorables à la stagnation de ce polluant.

LE BENZENE (C₆H₆)

Pour ce quatrième trimestre, les concentrations en benzène sont inférieures à l'objectif de qualité de ce polluant qui est de 2 µg/m³.