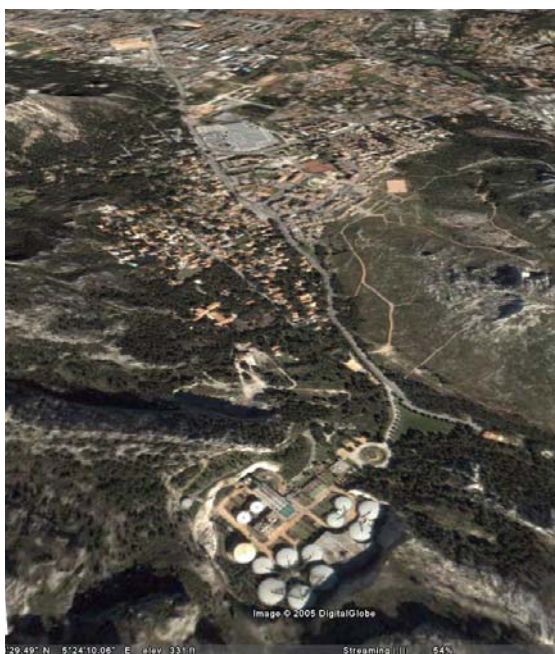


RAPPORT D'ETUDES

CAMPAGNE DE LA QUALITE DE L'AIR QUARTIER DE LA CAYOLLE A MARSEILLE

3 SEPTEMBRE AU 26 OCTOBRE 2005



Source : Google Earth



Surveillance de la qualité de l'air
de l'Est des Bouches-du-Rhône,
du Var et du Vaucluse



67-69, avenue du Prado, 13286 Marseille Cedex 06
Tel : 04 91 32 38 00 – Fax : 04 91 32 38 29
Serveur téléphonique : 04 91 326 327
Internet : www.airmaraix.org

SOMMAIRE

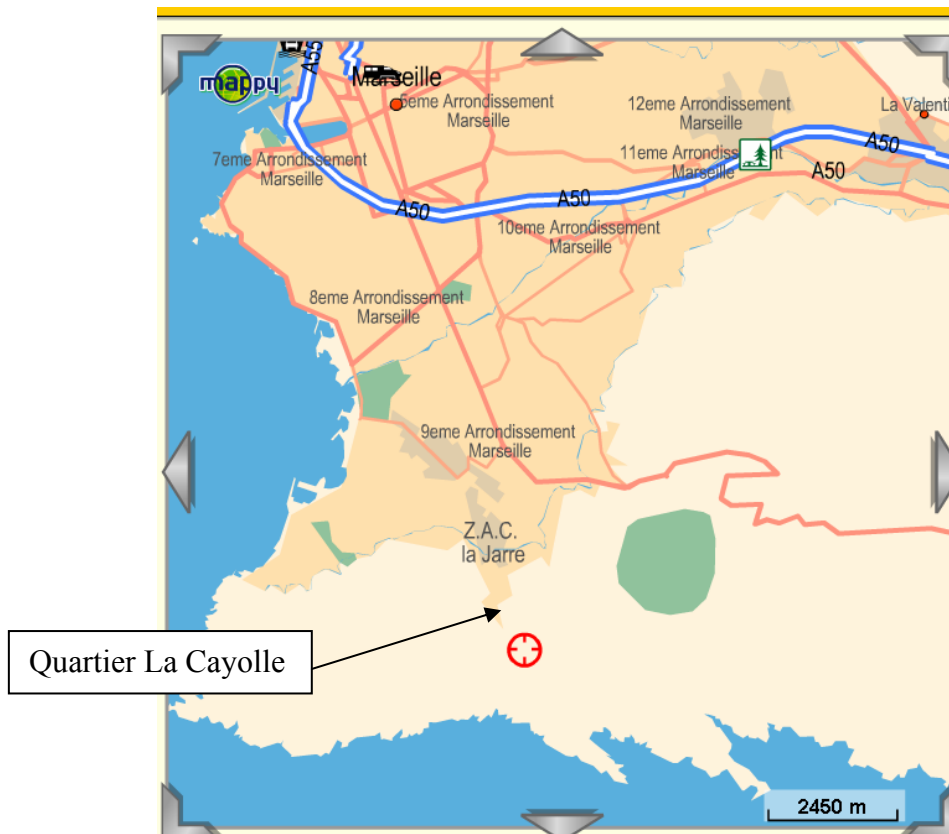
1. PRESENTATION DE L'ETUDE	3
1.1. EMLACEMENT DU SITE	3
1.2. CARACTERISATION DU SITE	3
1.2.1. ENVIRONNEMENT GENERAL	3
1.2.2. ENVIRONNEMENT PROCHE	5
2. OBJECTIFS ET PARAMETRES MESURES	6
2.1. OBJECTIFS	6
2.2. PARAMETRES MESURES	6
2.2.1. PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES	6
2.2.2. PARAMETRES METEOROLOGIQUES	6
3. RESULTATS – DISCUSSION	7
3.1. PARTICULES EN SUSPENSION (POLLUTION AUTOMOBILE)	7
3.1.1. ORIGINE ET DYNAMIQUE	7
3.1.2. EFFETS SANITAIRES	7
3.1.3. RESULTATS SUR LA PERIODE DU 3 SETPTEMBRE AU 26 OCTOBRE 2005	7
3.2. DIOXYDE D'AZOTE (POLLUTION AUTOMOBILE)	9
3.2.1. ORIGINE ET DYNAMIQUE	9
3.2.2. EFFETS SANITAIRES	9
3.2.3. RESULTATS SUR LA PERIODE DU 3 SETPTEMBRE AU 26 OCTOBRE 2005	9
3.3. BENZENE (POLLUTION AUTOMOBILE)	12
3.3.1. ORIGINE ET DYNAMIQUE	12
3.3.2. EFFETS SANITAIRES	12
3.3.3. RESULTATS SUR LA PERIODE DU 3 SETPTEMBRE AU 26 OCTOBRE 2005	12
3.4. MONOXYDE DE CARBONE (POLLUTION AUTOMOBILE)	14
3.4.1. ORIGINE ET DYNAMIQUE	14
3.4.2. EFFETS SANITAIRES	14
3.4.3. RESULTATS SUR LA PERIODE DU 3 SETPTEMBRE AU 26 OCTOBRE 2005	14
3.5. OZONE (POLLUTION PHOTOCHEMIQUE)	15
3.5.1. ORIGINE ET DYNAMIQUE	15
3.5.2. EFFETS SANITAIRES	15
3.5.3. RESULTATS SUR LA PERIODE DU 3 SETPTEMBRE AU 26 OCTOBRE 2005	15
3.6. DIOXYDE DE SOUFRE (INDUSTRIE-CHAUFFAGE DOMESTIQUE)	17
3.6.1. ORIGINE ET DYNAMIQUE	17
3.6.2. EFFETS SANITAIRES	17
3.6.3. RESULTATS SUR LA PERIODE DU 3 SETPTEMBRE AU 26 OCTOBRE 2005	17
4. CONCLUSION	18

1. PRESENTATION DE L'ETUDE

1.1. EMLACEMENT DU SITE

Cette campagne de surveillance de la qualité de l'air s'est tenue dans le secteur sud de Marseille, dans le quartier de La Cayolle. Ce quartier est desservi principalement par le chemin du Roy d'Espagne puis par le chemin de Sormiou. Le trafic automobile est peu intense, essentiellement riverain.

Au sud de La Cayolle, se trouve le domaine des Calanques.



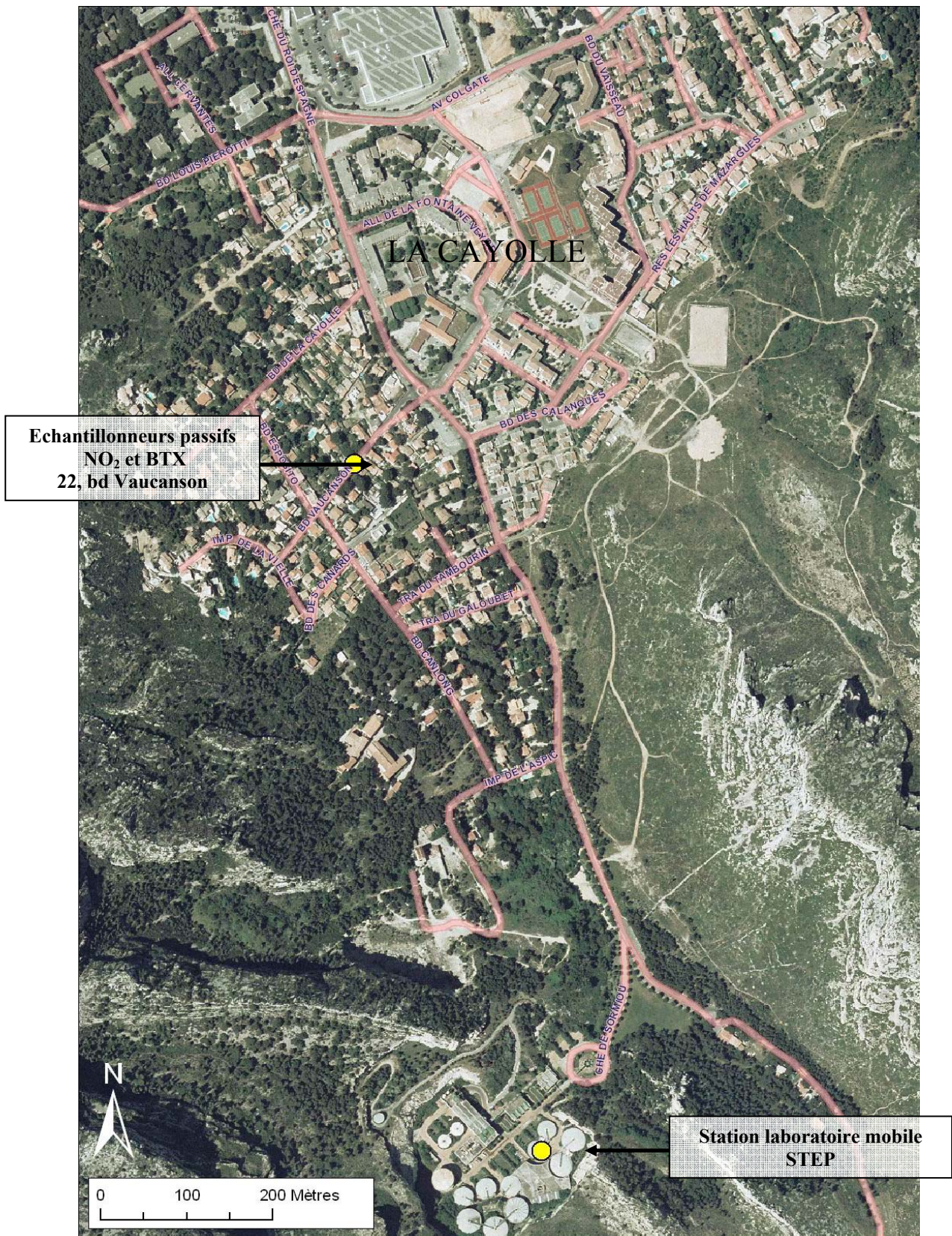
1.2. CARACTERISATION DU SITE

1.2.1. ENVIRONNEMENT GENERAL

Le laboratoire mobile était positionné à l'intérieur de la station d'épuration des boues de la Cayolle (Dégremont Exploitation, Station d'Épuration, Usine des Boues - 220, chemin de Sormiou – 13009 Marseille). Une mesure de dioxyde d'azote par échantillonneur passif a aussi été réalisée au sein même du quartier de La Cayolle, Bd Vaucanson. Par la même méthode, le benzène a été mesuré au niveau du Bd Vaucanson et sur le site du laboratoire mobile.

Ces points d'échantillonnage sont en situation « périurbaine ».

Quartier de La Cayolle : Situation des points de mesures



1.2.2. ENVIRONNEMENT PROCHE

Intérieur de la STEP : situation de la camionnette laboratoire mobile



La campagne a duré près de 2 mois. Les analyseurs contenus dans le camion ont été calibrés et fonctionnaient à partir du 2 septembre à 10h. La campagne s'est arrêtée le 27 octobre 2005 à 10h.

Les calculs qui suivent sont effectués sur la période du 3/09 au 26/10.

Remarque : les données sont indiquées en heures TU (Temps Universel). Pour obtenir les heures locales, il faut y ajouter 2h (heure d'été).

2. OBJECTIFS ET PARAMETRES MESURES

2.1. OBJECTIFS

L'objectif de cette étude est d'évaluer la qualité de l'air à La Cayolle et sur le chemin de Sormiou (dans l'environnement de la station de boues), afin d'établir une comparaison avec la qualité de l'air relevée sur d'autres quartiers de Marseille.

En effet, suite à la demande du CIQ de La Cayolle, le Conseil d'administration d'AIRMARAIX a retenu dans son programme 2005 (s'inscrivant dans le projet « surveillance de la qualité de l'air dans différents quartiers de Marseille ») une campagne sur ce secteur.

Les polluants surveillés pendant cette campagne sont ceux soumis à des normes réglementaires et régulièrement surveillés par Airmaraix sur son territoire de surveillance.

Il s'agit donc ici d'une évaluation de la qualité de l'air au travers de la mesure de polluants réglementés et traceurs des principaux types de pollution (trafic, industrielle, photochimique...) permettant de connaître les teneurs quotidiennes en polluants, et leur situation par rapport aux normes en vigueur.

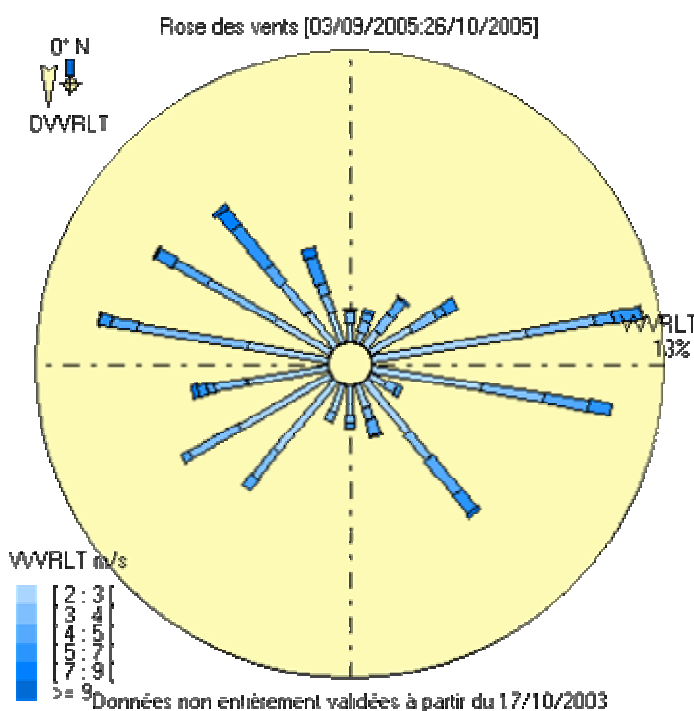
2.2. PARAMETRES MESURES

2.2.1. PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES

- NO/NO₂ (monoxyde et dioxyde d'azote)
- CO (monoxyde de carbone)
- PM₁₀ (particules en suspension)
- O₃ (ozone)
- SO₂ (dioxyde de soufre)

traceur de la pollution automobile
 traceur de la pollution automobile
 traceur de la pollution automobile
 et industrielle selon les contextes
 traceur de la pollution photochimique
 traceur de la pollution industrielle
 et des chauffages domestiques

2.2.2. PARAMETRES METEOROLOGIQUES



La vitesse et la direction des vents sont prises sur la station de Vitrolles, station synoptique, représentative du bassin de Marseille et d'Aix.

Généralement, des vents forts, d'est ou d'ouest ont soufflés durant la période de la campagne.

De septembre à début octobre, se sont produits : 15 jours de mistral, 5 journées de vent d'est et une dizaine de journées caractérisées par des régimes de brises (vent modéré de sud ouest).

Ensuite, d'octobre à début novembre, le vent d'est accompagné de pluies a pris le relais : on dénombre ainsi une quinzaine de journée de vent d'est, 5 jours de mistral et 7 jours de vent d'ouest ou de brises de sud ouest.

3. RESULTATS – DISCUSSION

3.1. PARTICULES EN SUSPENSION (POLLUTION AUTOMOBILE)

3.1.1. ORIGINE ET DYNAMIQUE

Les PM₁₀ (particules en suspension d'un diamètre aérodynamique inférieur à 10 µm) sont principalement issues de la combustion des produits pétroliers.

Les sources principales en sont donc le trafic routier (diesel en particulier) et l'industrie, avec une prédominance de l'automobile, surtout dans les zones fortement urbanisées. Les niveaux élevés sont enregistrés lors de conditions anticycloniques hivernales.

3.1.2. 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 cancérigènes (dus notamment aux hydrocarbures aromatiques polycycliques, ou HAP, adsorbés à la surface des particules) et une mortalité prématurée.

3.1.3. RESULTATS SUR LA PERIODE DU 3 SEPTEMBRE AU 26 OCTOBRE 2005

Tableau 1 : évaluation des niveaux de PM₁₀

PM ₁₀ en µg/m ³ .	La Cayolle	Menpenti	Thiers	Timone	Cinq Avenues	Saint Louis
Moyenne sur la période	20	30	26	32	27	29
Moyenne annuelle année 2005 (Valeur limite annuelle pour la protection de la santé humaine : 40 µg/m ³ /an : objectif 01/01/05)	21 (estimation)	/	28	36	27	29
Maximum horaire	127 17/10 12h	118 28/09 7h	81 14/09 8h	117 05/09 7h	101 07/10	128 05/09
Maximum journalier	35 30/09	44 24/09	40 24/09	50 17/10	38 11/10	48 11/10
Nombre de jours de dépassement de la valeur limite journalière pour la protection de la santé humaine (50 µg/m ³ /jour, tolérance 35 jours/an : objectif 01/01/05) Période de la campagne temporaire : septembre/octobre	0	0	0	1	0	1
Nombre de jours de dépassement de la valeur limite Année 2005	<35 (estimation)	/	9	44	14	18

Sur le quartier de La Cayolle, la pollution par les particules en suspension est modérée : 20 µg/m³ en moyenne sur la période de la campagne et 21 µg/m³ ** estimés pour l'année 2005. Cette dernière valeur est en deçà des deux normes annuelles portant sur la moyenne des concentrations : la valeur limite annuelle pour la protection de la santé humaine (40 µg/m³/an) et l'objectif de qualité (30 µg/m³).

** : Ce chiffre est donné par le rapport entre la moyenne de la station de La Cayolle durant la période de la campagne et la moyenne à l'année des 2 stations du réseau fixe les plus corrélées avec la station de La Cayolle (Cinq Avenues et Thiers).

Les teneurs en particules sur le quartier de La Cayolle sont d'un tiers moins importantes que celles relevées sur un site urbain en centre ville de Marseille (Lycée Thiers) et de 40% moins importantes que celles d'un site trafic (Timone). Ce quartier du sud de Marseille, peu soumis au trafic routier est représentatif du niveau de fond de l'agglomération en terme de particules en suspensions. A ce niveau de fond, s'ajoutent, en ville, les particules générées par la circulation.

Le seuil journalier de $50\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{jour}$ n'a pas été dépassé à La Cayolle.

Il a été dépassé une fois sur la période de la campagne sur le site de Timone et sur celui de Saint Louis, et, respectivement 44 et 18 fois au cours de l'année 2005.

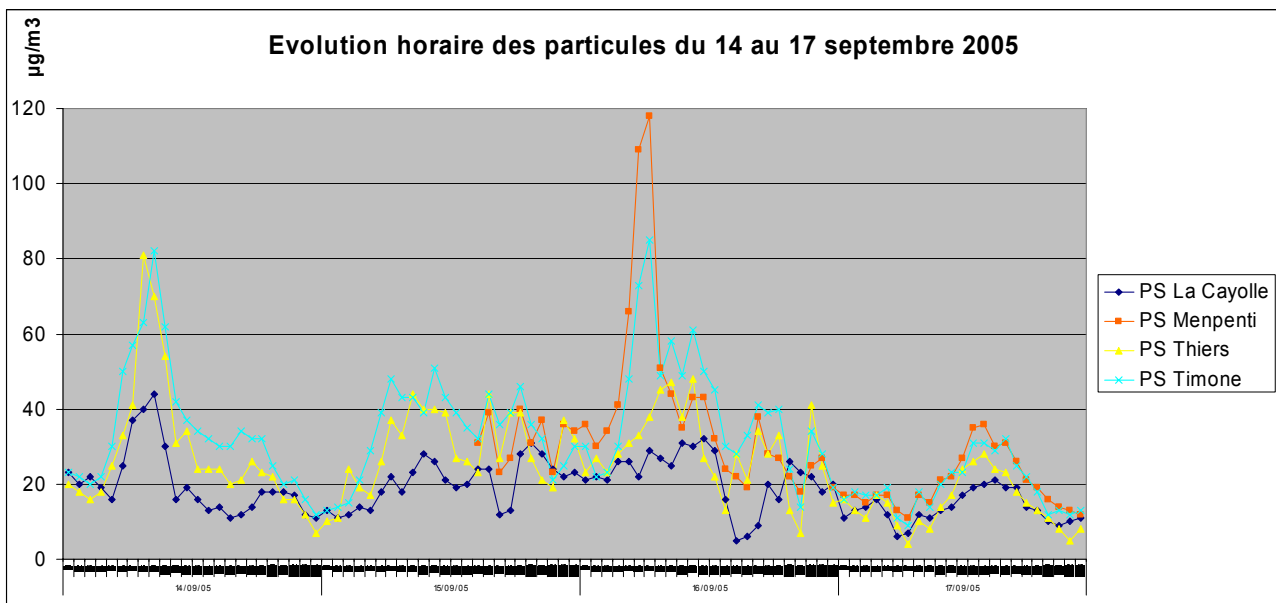
Il n'a pas été dépassé sur Cinq Avenues ni sur Thiers durant septembre octobre, mais l'a été respectivement, 14 et 9 fois sur l'année.

La norme tolère 35 jours par an de dépassement du seuil $50\mu\text{g}/\text{m}^3$. Si l'on considère que la relation est linéaire entre la moyenne annuelle et le nombre de jour de dépassements de la valeur limite, le site de La Cayolle ne devrait montrer que peu de dépassements du seuil $50\mu\text{g}/\text{m}^3$, en tous cas, un nombre bien inférieur à 35 jours.

Le maximum horaire relevé en particules a été de $127\mu\text{g}/\text{m}^3$, le 17 octobre à midi, par flux d'ouest. Cette pointe exceptionnelle et brève témoigne probablement d'un épiphénomène local (véhicule tournant au ralenti à proximité du camion laboratoire,...).

Ensuite, les maximums horaires les plus importants sont :

- $57\mu\text{g}/\text{m}^3$, le 17/10 à 17h
- $56\mu\text{g}/\text{m}^3$, le 03/09 à 6h
- $54\mu\text{g}/\text{m}^3$, le 12/10 à 12h
- ...



Les pointes en particules en suspension sur l'agglomération sont enregistrées aux heures de pointe du trafic. La météorologie est un facteur influant sur les concentrations en particules. A émissions équivalentes, les phénomènes de stabilité atmosphérique peuvent entraîner des niveaux plus élevés en poussières. C'est le cas pour la pointe du 14/09 au matin : $44\mu\text{g}/\text{m}^3$, lors de la cassure de l'inversion thermique (passage d'un flux d'est à un flux d'ouest avec peu de vent - vitesse du vent inférieure à $1\text{m}/\text{s}$ -).

La pointe du 16 septembre au matin n'est visible, quant à elle, que sur les sites Menpenti et Timone, où le trafic a dû être plus important. La stabilité de l'atmosphère était moins marquée.

3.2. DIOXYDE D'AZOTE (POLLUTION AUTOMOBILE)

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. 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).

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 3 SEPTEMBRE AU 26 OCTOBRE 2005

Tableau 2 : évaluation des niveaux de NO₂

	Station fixe	Echantillonneur passif Période du 07/09 au 02/11	Stations fixes					
	La Cayolle STEP	La Cayolle Bd Vaucanson	Menpenti	Thiers	Timone	Prado	Ste Marguerite	Penne sur Huveaune
NO ₂ en µg/m ³ .								
Moyenne sur la période	15	19	38	32	42	33	23	21
Moyenne annuelle [année] (Valeur limite annuelle pour la protection de la santé humaine : 40 µg/m ³ /an : objectif 01/01/10)	20 (estimation)	/	/	38	47	38	30	28
Maximums horaires (Seuil de recommandation : 200 µg/m ³ /h)	86 le 10/10 11h	/	108 09/10 20h	113 05/09 7h	122 07/09 7h	125 05/09 7h	99 07/10	86 08/10
Nombre d'heures de dépassement de l'objectif de qualité (PRQA PACA : 135 µg/m ³ /h, tolérance 17 jours/an)	0	/	0	0	0	0	0	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 01/01/10)	0	/	0	0	0	0	0	0
Maximum journalier	35 30/09	/	62 06/10	52 14/09	66 16/09	55 23/09	41 21/09	37 23/09

La moyenne en NO₂ sur la période de mesure sur le quartier de La Cayolle varie entre 15 et 19 µg/m³ en fonction des lieux de prélèvement. Ces lieux sont périurbains, résidentiels, et soumis à un trafic automobile faible en cette période de l'année.

Sur l'année 2005, l'estimation des teneurs en NO₂ est de 20 µg/m³ pour La Cayolle (Cette estimation est calculée à partir de la station Sainte Marguerite, la plus corrélée, en terme de comportement, à celle de La Cayolle).

En situation urbaine à caractère résidentiel (sites de La Penne sur Huveaune et Sainte Marguerite), les teneurs pendant la campagne sont de l'ordre de 21 à 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; ce qui représente environ 30% de hausse par rapport au quartier de La Cayolle.

En centre ville (situation de fond d'hyper centre, représentées par les stations Thiers, Menpenti et Prado), les teneurs en NO_2 (entre 32 et 38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) sont plus de deux fois supérieures à celles relevées à La Cayolle.

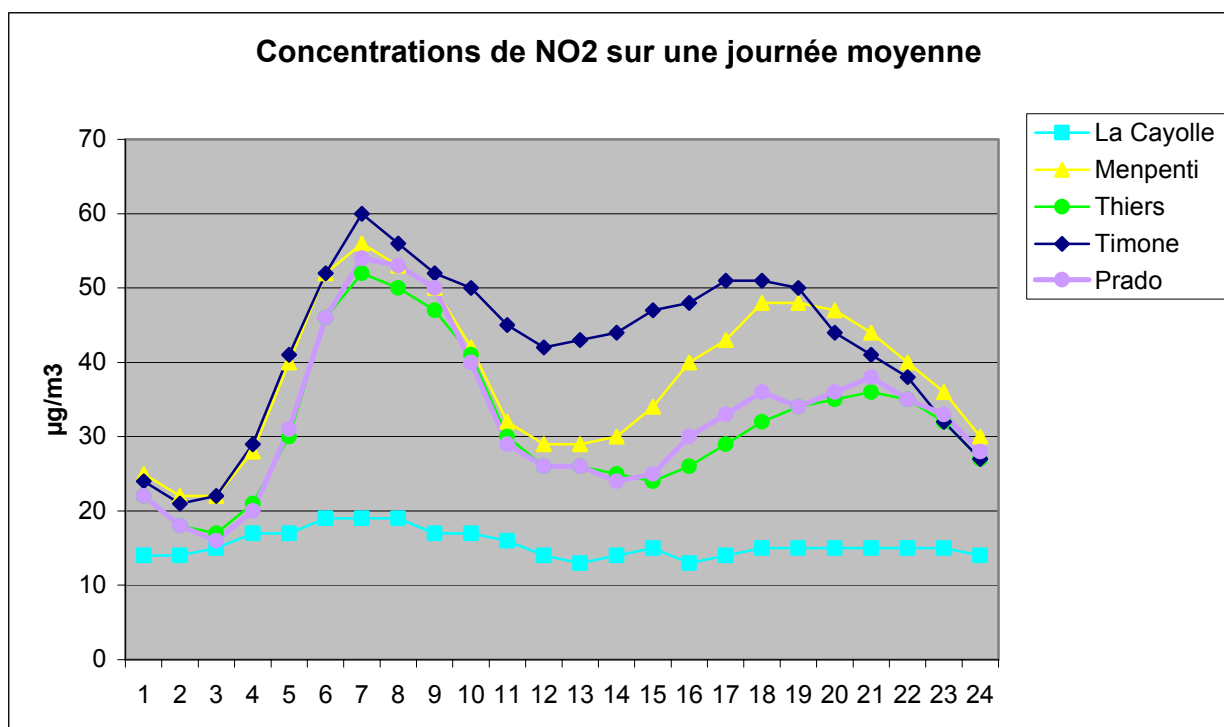
La valeur limite pour la protection de la santé, de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, est respectée sur le quartier de La Cayolle pour lequel la moyenne annuelle 2005 en NO_2 est de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Les valeurs horaires maximales liées aux heures de pointe du trafic routier restent en deçà de l'objectif de qualité du PRQA PACA (135 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 17 jours/an) ainsi que de la valeur limite (200 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{h}$, tolérance 18 heures/an : objectif 01/01/10).

5 valeurs horaires maximales :

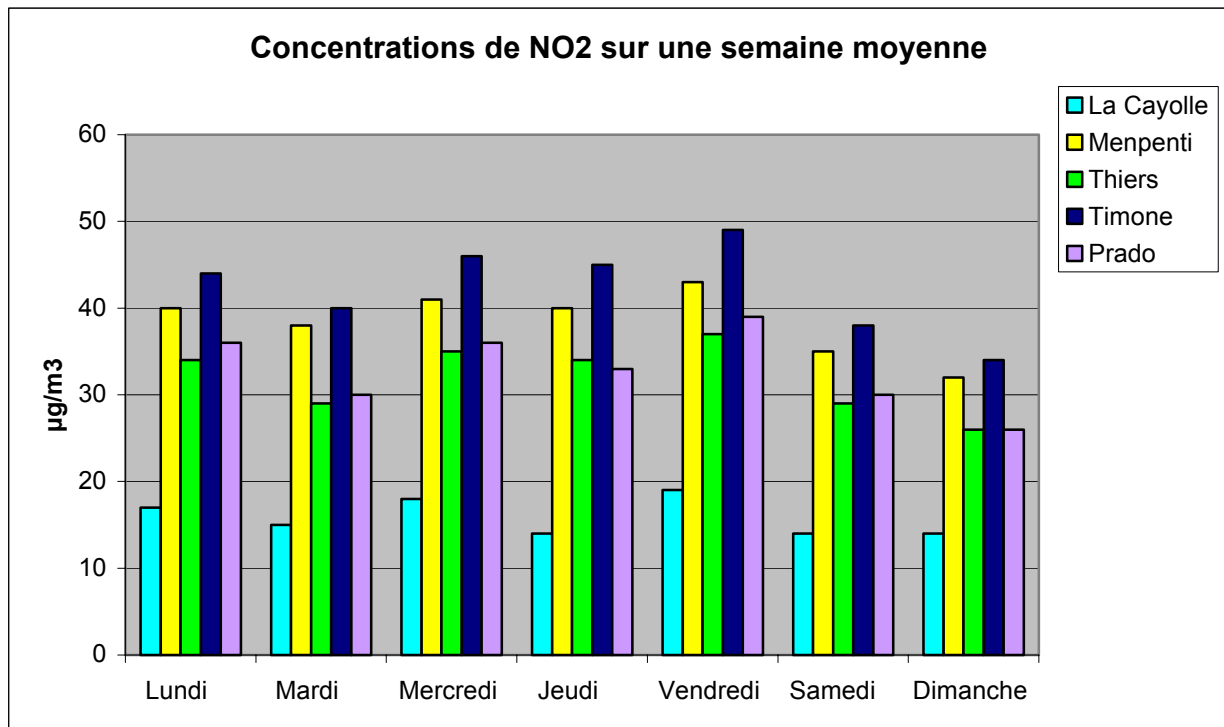
- 86 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, le 10/10 à 11h
- 83 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, le 18/09 à 8h
- 82 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, le 30/09 à 19h
- 78 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, le 30/09 à 19h
- 74 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, le 20/09 à 21h

Les concentrations de dioxyde d'azote sont liées aux conditions de stabilité atmosphérique et à l'intensité du trafic routier : lorsque ce dernier est dense (le matin vers 8h et le soir vers 18h), la pollution au NO_2 est nettement plus importante qu'aux heures creuses (vers 12h et la nuit).



Sur le quartier de La Cayolle, le profil journalier est peu marqué. Une légère augmentation des teneurs est sensible en matinée (6,7 et 8h).

Cela traduit, comme pour la pollution par les particules, un site soumis à l'ambiance de fond de la ville, et protégé d'une pollution en dioxyde d'azote locale.



La baisse de trafic et la réduction des activités durant le week-end sont à l'origine des niveaux les plus bas de la semaine.

Sur tous les sites marseillais, le vendredi est la journée la plus chargée en dioxyde d'azote.

3.3. BENZENE (POLLUTION AUTOMOBILE) – MESURE PAR TUBE A DIFFUSION PASSIVE

3.3.1. ORIGINE ET DYNAMIQUE

Le benzène 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.

3.3.2. EFFETS SANITAIRES

Le benzène est un toxique, et un cancérigène classé dans le premier groupe. Son impact sur la santé peut se faire soit par exposition brève à des doses fortes, soit par exposition chronique à des doses relativement faibles.

3.3.3. RESULTATS SUR LA PERIODE DU 7 SEPTEMBRE AU 2 NOVEMBRE 2005

Tableau 3 : évaluation des niveaux de BTX par tournées

Résultats ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Tournée 1			Tournée 2			Tournée 3			Tournée 4		
	07/09/05 au 21/09/05			21/09/05 au 05/10/05			05/10/05 au 19/10/05			19/10/05 au 02/11/05		
	benzène	toluène	xylènes	benzène	toluène	xylènes	benzène	toluène	xylènes	benzène	toluène	xylènes
Station Laboratoire Mobile – STEP - La cayolle	1.1	4.6	3.9	0.9	4.8	3.5	1.1	5.0	4.6	0.7	3.3	2.6
La cayolle 22 bd Vaucanson	1.4	7.3	8.1	1.5	7.8	8.4	1.1	5.6	4.6	0.5	2.8	2.5

Tableau 4 : évaluation des niveaux moyens de BTX

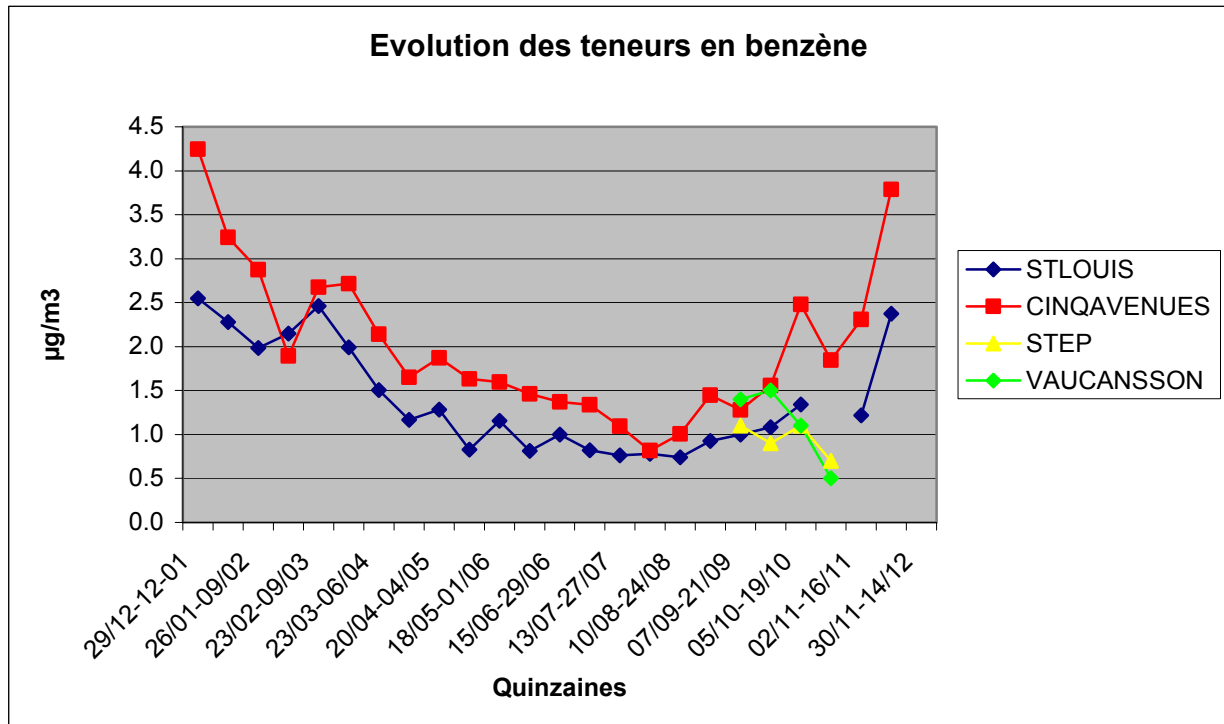
	Résultats ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	07/09/05 au 02/11/05			Evaluation de la moyenne annuelle 2005 en benzène
		benzène	toluène	xylènes	
Benzène :					
Objectif de qualité : $2\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle	Station Laboratoire Mobile – STEP - La Cayolle	1	4.4	3.7	1.2
Valeur limite : $5\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle	La Cayolle 22 bd Vaucanson	1.2	5.9	5.9	1.3

Les valeurs en benzène, toluène et xylène ont été relevées en deux endroits : bd Vaucanson et STEP.

Les concentrations de benzène sont modérées, de $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur la période pour le site de la STEP, et de $1,2\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur le Bd Vaucanson.

Elles respectent l'objectif de qualité de $2\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle sur les deux sites. Une évaluation à l'année a été réalisée : les stations marseillaises dont le comportement et les teneurs se rapprochent le plus du site de la Cayolle sont Saint Louis et Cinq Avenues (sites urbains - moyennes annuelles 2005 : $1,4\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour Saint Louis et $2\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour Cinq Avenues). Le rapport moyen de ces deux stations entre leur moyenne annuelle et leur moyenne relevée sur les 2 mois de la campagne (du 7 septembre au 2 novembre : $1,1\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour Saint Louis et $1,8\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour Cinq Avenues) est de 1,19.

Les concentrations en benzène de la Cayolle sur les deux mois de campagne sont donc inférieures à la moyenne annuelle d'environ 20%. A l'année elles sont évaluées à $1,2\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le site de la STEP et à $1,3\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le bd Vaucanson. Cela traduit là encore une pollution de fond et l'absence de source locale marquée.



Le toluène est un polluant marqueur de la circulation routière. Les teneurs sont légèrement plus élevées dans le centre du village, sur le Bd Vaucanson ($5,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$) qu'au niveau de l'environnement de la STEP ($4,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

3.4. MONOXYDE DE CARBONE (POLLUTION AUTOMOBILE)

3.4.1. 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.

3.4.2. EFFETS SANITAIRES

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

3.4.3. RESULTATS SUR LA PERIODE DU 3 SEPTEMBRE AU 26 OCTOBRE

Tableau 5 : évaluation des niveaux de CO

CO en mg/m ³ .	La Cayolle	Menpenti	Plombières
Moyenne sur la période	0.2	0.4	1.1
Maximum horaire	1.2 17/10 12h	2.1 16/09 7h	3.9 07/10
Nombre d'heures de dépassement de la recommandation (Organisation Mondiale de la Santé : 30 mg/m ³ /h)	0	0	0
Maximum journalier	0.4 17/10	0.7 24/09	1.6 05/10

Sur le site de La Cayolle, la moyenne en monoxyde de carbone sur la période est de 0,2 mg/m³, largement inférieure à celles enregistrées sur les stations du centre ville : 0,4 mg/m³ pour Menpenti et 1,1 mg/m³ pour Plombières.

Cette valeur faible en CO se retrouve classiquement sur les quartiers excentrés de Marseille : le nombre modéré de véhicules les fréquentant et l'amélioration du parc automobile de ces dernières années en sont la cause.

Le maximum horaire a été de 1,2 mg/m³, le 17 octobre à 12h. La recommandation de l'OMS (30 mg/m³/h) est très largement respectée.

3.5. OZONE (POLLUTION PHOTOCHIMIQUE)

3.5.1. ORIGINE ET DYNAMIQUE

L'O₃ (ozone) est un polluant issu de réactions complexes faisant intervenir le NO₂ (dioxyde d'azote) et les COV (composés organiques volatils) sous l'action du rayonnement solaire. C'est donc un polluant secondaire, par opposition au NO₂ et aux COV qui sont des polluants précurseurs.

De part ses conditions de formation, l'ozone est présent surtout en été et pendant les heures les plus ensoleillées de la journée. De fortes concentrations d'ozone sont observées jusqu'à plusieurs dizaines de kilomètres des points d'émissions des polluants primaires et ceci sur des zones très vastes, fréquemment à l'échelle d'un département. A contrario, sur les centres villes la formation d'ozone n'est pas favorisée : il est consommé par le NO (monoxyde d'azote), entraînant la formation d'acide nitrique et de dioxyde d'azote. Cette propriété des centres villes à agir comme des « puits d'ozone » fait souvent appeler la pollution photochimique « pollution des champs ».

3.5.2. EFFETS SANITAIRES

Ses effets sur la santé correspondent à une irritation des muqueuses bronchiques et oculaires, une altération de la fonction respiratoire chez l'enfant en particulier, une hyper réactivité bronchique chez l'asthmatique.

3.5.3. RESULTATS SUR LA PERIODE DU 3 SEPTEMBRE AU 26 OCTOBRE 2005

Tableau 6 : évaluation des niveaux d'O₃

O ₃ en µg/m ³ .	La Cayolle	Aubagne Est	La Ciotat	Pennes Mirabeau	Penne sur Huveaune	Cinq Avenues
Moyenne sur la période	72	49	48	32	50	46
Maximum horaire (Seuil de recommandation : 180 µg/m ³ /h)	194 09/10 16h	122 09/10 15h	138 08/10 15h	159 09/10 14h	153 09/10 16h	140 09/10 14h
Nombre d'heures de dépassement du seuil de recommandation (180 µg/m ³ /h)	1	0	0	0	0	0
Nombre d'heures de dépassement du seuil d'alerte européen (240 µg/m ³ /h)	0	0	0	0	0	0
Maximum sur 8H	144	120	135	124	133	109
Nombre de jours de dépassement de la valeur cible européenne pour la protection de la santé humaine (120 µg/m ³ /8h, tolérance 25 jours/an : objectif 01/01/2010)	2 23/09 09/10	1 23/09	3 15/09 16/09 23/09	1 23/09	2 16/09 23/09	0
Maximum journalier	105 05/09	94 06/09	97 06/09	60 06/09	95 06/09	81 06/09

La Cayolle montre la moyenne en ozone la plus importante (72 µg/m³). Cette valeur est identique à celle relevée sur le site rural de Plan d'Aups La Sainte Baume.

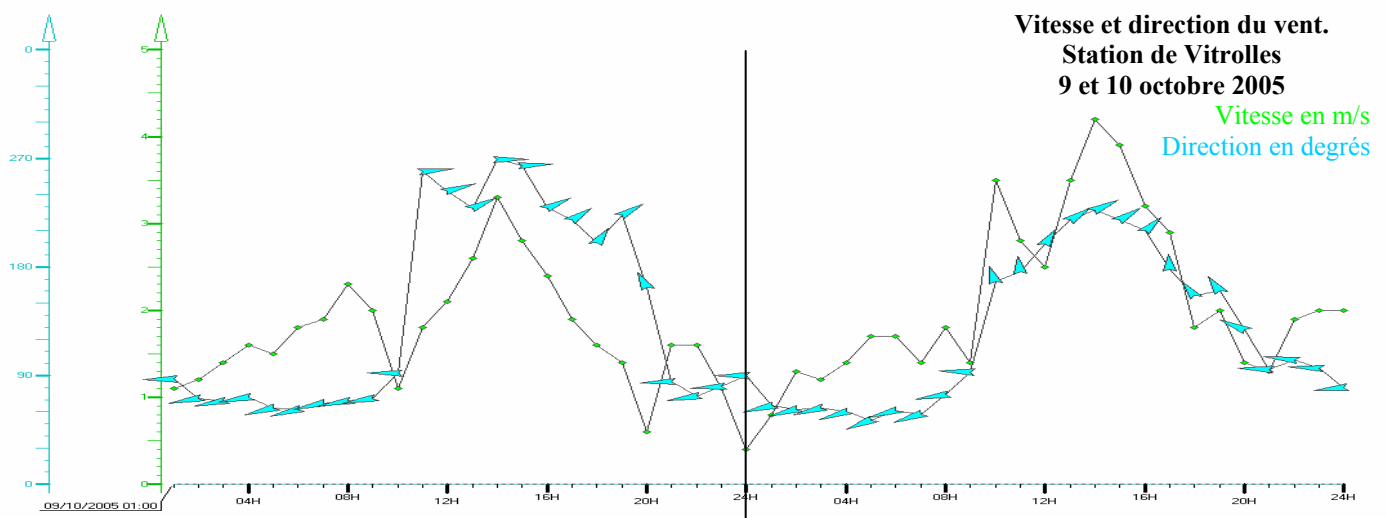
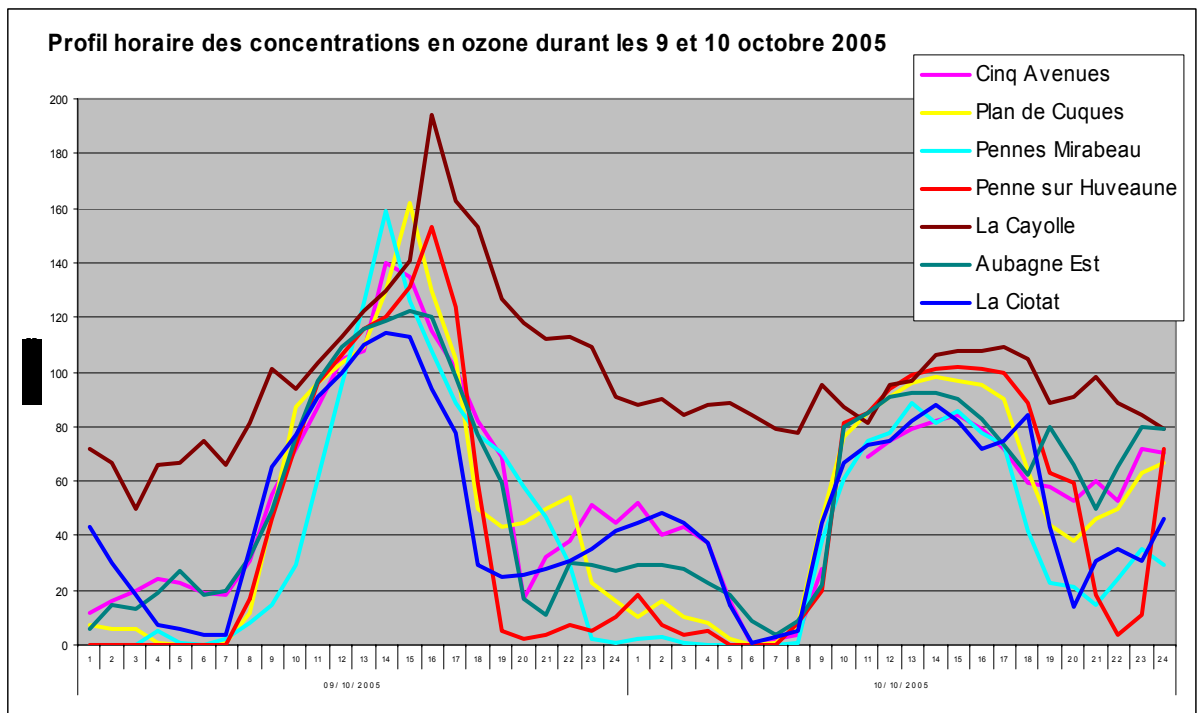
En centre ville, les oxydes d'azote présents, issus du trafic automobile, se combinent en première réaction avec l'ozone de l'air ; ainsi, les teneurs en ozone des villes sont diminuées. Les villes agissent comme un

« puit d'ozone ». A l'inverse dans des lieux ruraux ou excentrés, à l'écart des émissions d'oxydes d'azote, les taux d'ozone ne sont pas consommés et restent à leur niveau de fond.

Sur les Bouches du Rhône, la période du 3 septembre au 26 octobre n'a pas été sujette à des recommandations en ozone. Une recommandation survient lorsqu'au moins un capteur du dispositif réglementaire, sur les 28 présents dans les BdR, montre une valeur en ozone supérieure à 180 µg/m³

Or, une concentration de 194 µg/m³ a été enregistrée à La Cayolle, le 9 octobre, qui aurait pu donner lieu à une ultime recommandation en cette année 2005.

Ce pic d'ozone est survenu par vent d'ouest, lors d'une journée ensoleillée. La masse d'air chargée en ozone, en provenance de l'étang de Berre s'est déplacée sur Les Pennes Mirabeau, Plan de Cuques, Marseille et La Penne sur Huveaune. Elle s'est rechargée en précurseurs à l'ozone sur Marseille et est arrivée enrichie sur les quartiers Sud de Marseille. Le graphique ci-dessous montre bien l'apparition chronologique des pics d'ozone, d'est en ouest, sur les différentes stations de mesure.



3.6. DIOXYDE DE SOUFRE (INDUSTRIE-CHAUFFAGE DOMESTIQUE)

3.6.1. ORIGINE ET DYNAMIQUE

Le SO₂ (dioxyde de soufre) est un polluant d'origine principalement industrielle, issu de la combustion de produits pétroliers. En ville, il provient des activités anthropiques et notamment des combustions au fuel (chauffages domestiques).

Il est particulièrement présent lors des conditions de forte stabilité atmosphérique : situations anticycloniques et inversions thermiques en hiver. De plus en situation de vent moyen ou fort, la pollution industrielle peut être rabattue au sol et retomber en panache sous le vent des points d'émissions (cheminées d'usine). Ce polluant est un précurseur des dépôts acides (acide sulfurique).

3.6.2. EFFETS SANITAIRES

Ses effets sur la santé sont une altération de la fonction respiratoire chez l'enfant en particulier, une exacerbation des gênes respiratoires, des troubles de l'immunité du système respiratoire, un abaissement du seuil de déclenchement chez l'asthmatique, une mortalité prématurée. De plus, c'est un cofacteur de la bronchite chronique.

3.6.3. RESULTATS SUR LA PERIODE DU 3 SEPTEMBRE AU 26 OCTOBRE 2005

Tableau 7 : évaluation des niveaux de SO₂

SO ₂ en µg/m ³ .	Station mobile	Saint Louis	Cinq Avenues
Moyenne sur la période	4	5	4
Moyenne annuelle [année] (Objectif de qualité : 50 µg/m ³ /an)	6 (estimation)	6	6
Maximum horaire (Seuil de recommandation : 300 µg/m ³ /h)	41 14/09 10h	107 03/09	55 12/09
Nombre d'heures de dépassement de la valeur limite horaire pour la protection de la santé humaine (350 µg/m ³ /h, tolérance 24 heures/an : objectif 01/01/05)	0	0	0
Maximum journalier	12 19/09	25 03/09	17 12/09
Nombre de jours de dépassement de valeur limite journalière pour la protection de la santé humaine (125 µg/m ³ /jour, tolérance 3 jours/an : objectif 01/01/05)	0	0	0

La moyenne sur la période en dioxyde de soufre est de 4 µg/m³, et de 6 µg/m³ sur l'année 2005. Cette dernière valeur est largement inférieure aux normes en vigueur et à l'objectif de qualité de 50 µg/m³/an.

La désindustrialisation de Marseille sur ces dernières décennies explique ces faibles teneurs en dioxyde de soufre sur toute la ville.

4. CONCLUSION

L'objectif de cette campagne est de qualifier l'air sur le quartier de La Cayolle et dans l'environnement de la Station d'Épuration des Boues pour les polluants soumis à des normes sanitaires.

L'objet est bien de doser quantitativement et de comparer aux normes en vigueur, les polluants surveillés par AIRMARAIX.

Ces mesures en polluants permettent de situer le quartier de La Cayolle par rapport à d'autres quartiers de Marseille surveillés à l'aide de stations permanentes.

Cette étude a mobilisé du 3 septembre au 26 octobre 2005 un laboratoire mobile installé à l'intérieur de la station d'Épuration des Boues. Des mesures complémentaires de benzène et de dioxyde d'azote, par tubes à diffusion passive, ont été réalisées du 7 septembre au 2 novembre 2005 sur le site de la STEP et dans le centre du village de La Cayolle, Bd Vaucanson.

Le quartier de la Cayolle est desservi par le chemin de Sormiou, essentiellement fréquenté par les riverains, et menant aux calanques.

Les mesures effectuées ont montré :

- une pollution modérée à faible essentiellement liée au trafic (particules en suspension, dioxyde d'azote, monoxyde de carbone et benzène)
- une pollution conséquente concernant l'ozone
- pas de pollution liée au dioxyde de soufre.

- Particules en suspension : L'estimation de la moyenne annuelle 2005 est de $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valeur deux fois inférieure à la valeur limite pour la protection de la santé ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, applicable au 1er janvier 2005).

Le nombre de jours de dépassement de la valeur limite ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{jour}$, tolérance de 35 jours de dépassement par an) est inférieur à 35. La pollution particulaire sur le quartier de La Cayolle correspond au niveau de fond de l'agglomération marseillaise. En d'autres lieux de Marseille et surtout en centre ville, l'apport des particules générées par la circulation concourent à faire augmenter les niveaux : la valeur limite est dépassée jusqu'à 44 fois sur le site de la Timone.

- Dioxyde d'azote : Les taux de dioxyde d'azote sont modérés : la moyenne annuelle est estimée à $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, située en deçà de la valeur limite de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (applicable au 1er janvier 2010). Ces teneurs sont diminuées de moitié par rapport à celles rencontrées en centre ville.

La corrélation est forte entre cette pollution et la circulation proche du site de mesure ; en dehors des heures de pointe du trafic, le matin, le niveau de pollution est faible.

Les teneurs quotidiennes les plus basses sont enregistrées les jeudi et les week-end ; les plus hautes, le vendredi.

- Benzène : Les valeurs sont relativement modérées sur les deux sites variant pour l'année 2005 entre 1.2 et $1.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Elles respectent la valeur limite ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{an}$) et l'objectif de qualité ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{an}$).

- Monoxyde de carbone : Les taux de monoxyde de carbone sont faibles ($0.2 \text{ mg}/\text{m}^3$ sur la période de la campagne). L'amélioration de la motorisation des véhicules en est la principale raison.

- Dioxyde de soufre : Pas de pollution soufrée. Les concentrations sont faibles, la moyenne annuelle est estimée à $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (objectif de qualité : $50 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{an}$).

Ozone : Les concentrations d'ozone mesurées durant la campagne sur La Cayolle ($72\mu\text{g}/\text{m}^3$) font partie des plus élevées de la région. Dans ce quartier du sud de Marseille, jouxtant le domaine des calanques, l'ozone n'est pas « consommé » par le trafic routier et ses niveaux augmentent lors des situations propices à la pollution photochimique. Ce secteur est en effet amené à recevoir la pollution photochimique en provenance de l'Etang de Berre et de Marseille : lors de la journée du 9 octobre, une pointe horaire en ozone de $194\mu\text{g}/\text{m}^3$ a été enregistrée, qui aurait pu donner lieu, si le capteur avait appartenu au réseau d'alerte réglementaire, à une recommandation en ozone (information préfectorale des populations à partir de $182\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{h}$).

En conclusion, le quartier de La Cayolle ne rencontre pas de teneurs en polluants réglementés importantes : situé au début du massif des calanques, ce quartier est entouré d'un vaste espace « d'air propre ». Les teneurs rencontrées, de l'ordre de $20\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{an}$ pour le dioxyde d'azote (valeur limite annuelle : $40\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{an}$) et de $21\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{an}$ pour les particules (valeur limite annuelle : $40\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{an}$) reflètent des teneurs périurbaines de fond.

La pollution de l'air générée par la circulation peut exister ponctuellement, mais les concentrations en polluants (particules, dioxyde d'azote, benzène, monoxyde de carbone,...) restent toujours modérées, en deçà des normes.

Les concentrations en ozone dans l'air, importées des deux pôles, industriel (Etang de Berre), et urbain (Marseille) peuvent être importantes durant l'été, à l'origine de niveaux d'information et de recommandation auprès des populations ainsi que de dépassements de la valeur cible européenne pour la protection de la santé humaine ($120\mu\text{g}/\text{m}^3/8\text{h}$)

Les nuisances d'origine olfactive ressenties par les riverains ne sont pas dues aux polluants mesurés lors de cette campagne.