

QUALITE DE L'AIR

ECOLE DES TERRILS BLEUS - BIVER-GARDANNE

DU 18 JANVIER AU 25 FEVRIER 2011

Auteur : Dominique ROBIN

Relecteur : Patricia LOZANO – Carole GENEVE

SOMMAIRE

1. PRESENTATION DE L'ETUDE	4
1.1. CONTEXTE	4
1.2. CARACTERISATION DU SITE	4
1.3. PARAMETRES MESURES ET PERIODE DE MESURE	4
1.4. OBJECTIFS ET RESULTATS ATTENDUS	5
2. RESULTATS – DISCUSSION	6
2.1. PARTICULES EN SUSPENSION (PM10)	6
2.1.1. ORIGINE ET DYNAMIQUE	6
2.1.2. EFFETS SANITAIRES.....	6
2.1.3. RESULTATS.....	7
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.....	10
2.3. HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP).....	12
2.3.1. ORIGINE ET DYNAMIQUE	12
2.3.2. EFFETS SANITAIRES.....	12
2.3.3. METHODE DE MESURE :	12
2.3.4. METEOROLOGIE	13
2.3.5. RESULTATS.....	14
3. CONCLUSION	16
4. LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES	17

1. PRESENTATION DE L'ETUDE

1.1. CONTEXTE

Le personnel et les parents d'élèves de l'école des Terrils Bleus à Biver Gardanne constatent régulièrement des retombées de fumées dans la cour, attribuées en première approche aux rejets de la chaudière à charbon de l'école.

La mairie de Gardanne, en relai des parents d'élèves et des associations locales, a demandé à Atmo PACA d'évaluer la qualité de l'air sur le site pendant la période de fonctionnement de la chaudière et de vérifier cette hypothèse.

1.2. CARACTERISATION DU SITE

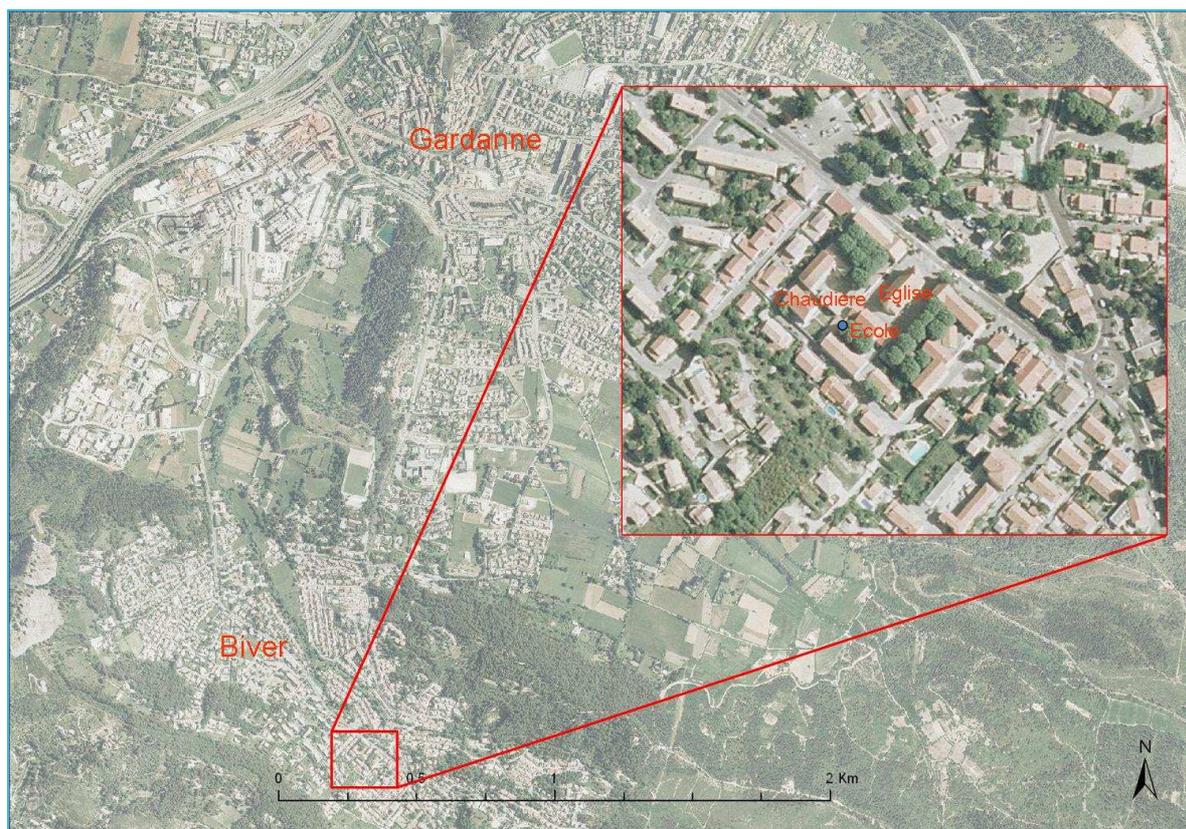


Figure 1 : Carte de localisation de l'Ecole des Terrils Bleus

1.3. PARAMETRES MESURES ET PERIODE DE MESURE

Les moyens mobilisés par Atmo PACA sont composés :

- d'une cabine équipée d'analyseurs de mesure en continu des particules PM10 et des oxydes d'azote (NO et NO₂),
- d'un préleveur à haut volume (30 m³/h) avec une tête de coupure à 10 µm pour le prélèvement des particules. Les particules prélevées sur des périodes de 24 heures sont destinées à l'analyse en laboratoire des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) et plus particulièrement le Benzo(a)pyrène.
- Les mesures ont été réalisées du 18 janvier au 25 février 2011.

1.4. OBJECTIFS ET RESULTATS ATTENDUS

Les mesures effectuées dans la cour de l'école sont comparées à celles des sites permanents des stations de Gardanne-Maison du Droit et d'Aix Ecole d'Art.

- La station de Gardanne Maison du Droit est influencée par l'activité de l'usine Rio Tinto, notamment par mistral (hausse des niveaux de particules).
- La station d'Aix Ecole d'Art, située dans un environnement urbain, est représentative de la qualité de l'air du centre-ville d'Aix-en-Provence.

Les niveaux moyens de ces deux stations lors de la campagne seront comparés à leur moyenne annuelle, pour évaluer **la représentativité temporelle** de la période de la campagne.

Les niveaux mesurés dans la cour de l'école des terrils bleus pendant la campagne seront comparés à ceux observés pendant la **même période sur les deux sites permanents**.

L'objectif de ces inter-comparaisons est de situer les niveaux en polluants du site de l'Ecole des Terrils Bleus par rapport à ceux des sites permanents (Gardanne/Maison du Droit et Aix Art) pendant la **période de mesure mais aussi, par extrapolation, à la moyenne annuelle**.

Ainsi, les niveaux seront comparés aux normes pour les composés mesurés, horaires, journalières et annuelles.

Tableau 1 : Normes pour les composés analysés

	Valeur moyenne annuelle	Valeur moyenne journalière	Valeur moyenne horaire
NO ₂	40 µg/m ³	/	200 µg/m ³ (pas plus de 18h par an)
PM 10	40 µg/m ³	50 µg/m ³ (pas plus de 35 jours par an)	/
Benzo(a)pyrène	1 ng/m ³	/	/

2. RESULTATS – DISCUSSION

2.1. PARTICULES EN SUSPENSION (PM10)

2.1.1. 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 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

Tableau 2 : Evaluation des niveaux de PM₁₀

Lieu	Moyenne PM10 (µg/m ³)		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)	
	Valeur limite annuelle pour la protection de la santé humaine : 40 µg/m ³ /an Objectif de qualité : 30 µg/m ³ /an			
	Période campagne	Année 2010	Période campagne	Année 2010
Biver école	43	31-32*	9 j	/
Aix Art	35	26	8 j	11 j
Gardanne	49	35	20 j	62 j

* estimation annuelle

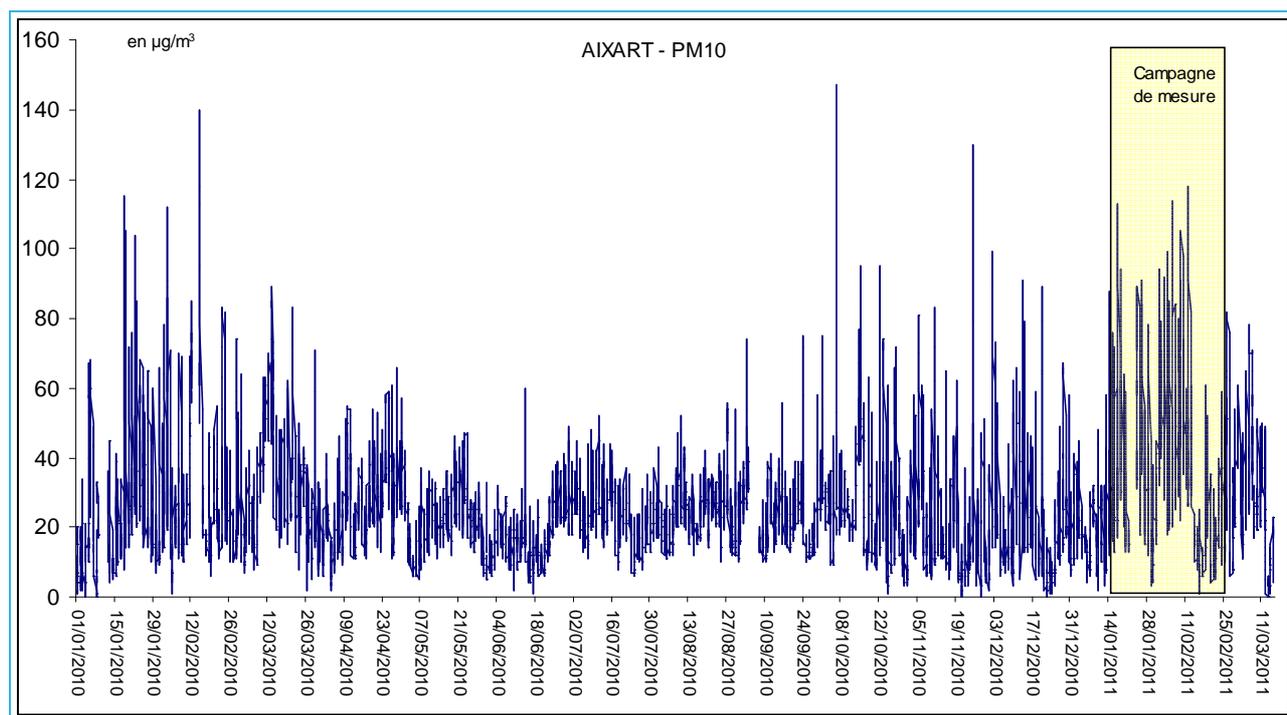
Représentativité temporelle de la période de mesure

Durant la période de mesure les valeurs moyennes en PM10 des deux stations fixes sont supérieures aux valeurs moyennes sur l'année (de +35 à +40 %). Cette période était donc plus propice à la pollution particulaire (période de chauffage et situations météorologiques pénalisantes notamment).

Sur Aix, plus de **70 % des dépassements du seuil 50 µg/m³ sur 24 heures** sont observés pendant cette période.

A Gardanne, un peu moins d'un tiers des dépassements sont observés pendant la période (20 sur 62). Les épisodes de pollution particulaire étant en grande partie liés à l'impact du site industriel voisin, notamment par mistral. A noter que la norme limite est dépassée en 2010 sur ce site avec 62 jours (tolérance 35 jours).

Tableau 3 : Représentativité de la campagne de mesure en PM10 par rapport à l'année sur le site Aix Art



Corrélation entre le site de l'école de Biver et les deux sites permanents

Figure 2 : Nuage de points des niveaux horaires de PM10 à Gardanne/maison du droit et Biver

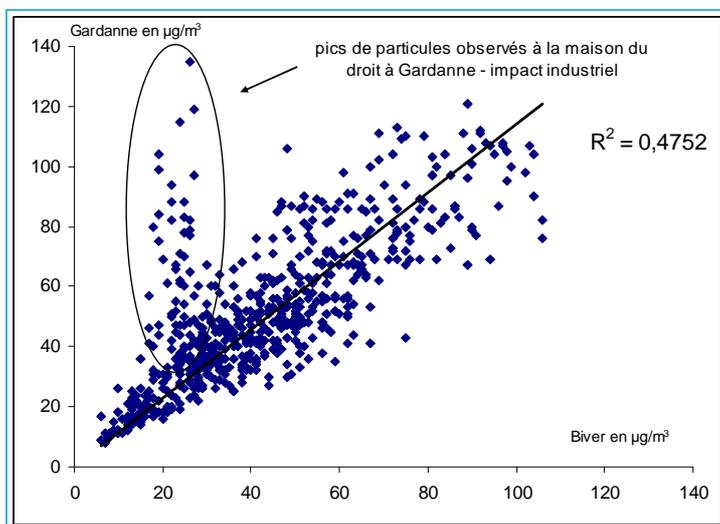
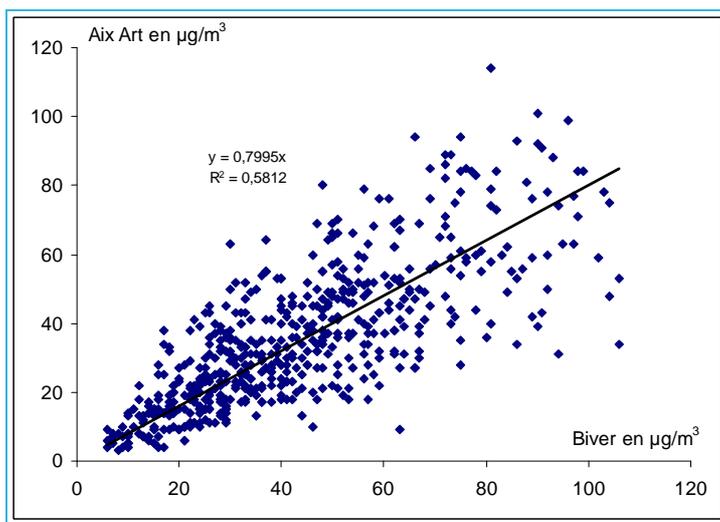


Figure 3 : Nuage de points des niveaux horaires de PM10 à Aix Art et Biver



Les sites de Biver et d'Aix en Provence sont relativement bien corrélés pendant la campagne de mesure avec un coefficient de corrélation de 0.76, bien que les environnements soient différents.

Entre Gardanne et Biver, les niveaux sont assez bien corrélés, mis à part la zone entourée sur le graphe traduisant des impacts locaux à Gardanne liés à l'usine voisine.

Niveaux de PM10 mesurés à l'école de Biver et risque de dépassement de norme

La concentration moyenne de PM10 mesurée pendant la période est de **43 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** . Si l'on considère, les corrélations avec les sites permanents et la représentativité de la période de mesure, les **niveaux annuels devraient respecter la norme de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** (estimation annuelle : **31-32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$**).

Le niveau estimé sur l'année est sans doute légèrement supérieur à l'**objectif de qualité** (30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Le nombre de dépassements du seuil 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{j}$ est sans doute inférieur à 35 jours sur le site de l'école de Biver.

Recherche de pointes locales associées à l'impact éventuel de la chaudière – PM10

Figure 4 : Evolution des niveaux horaires de PM10 pendant la campagne sur les 3 sites

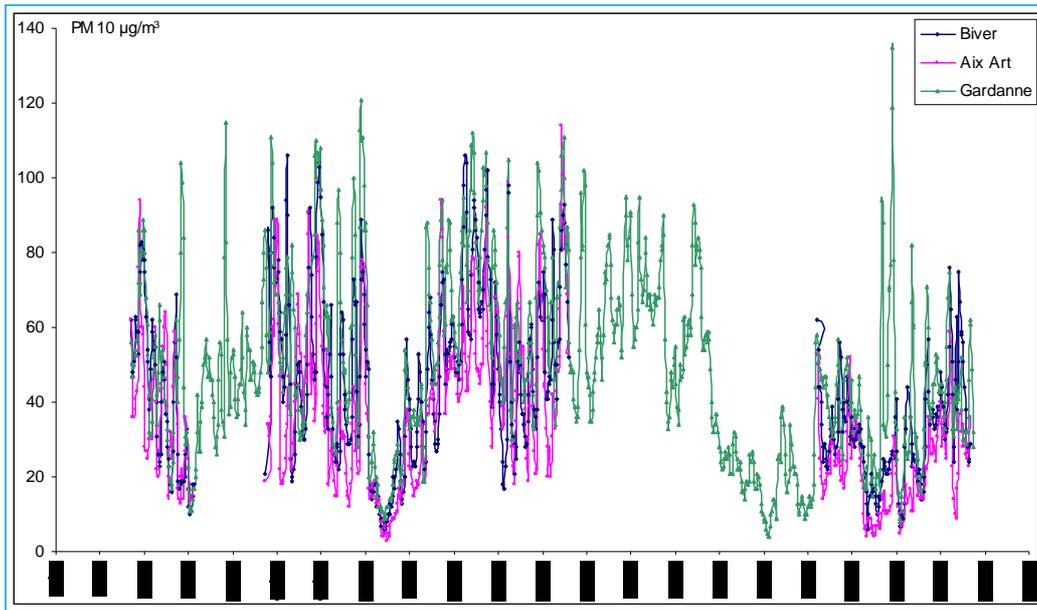
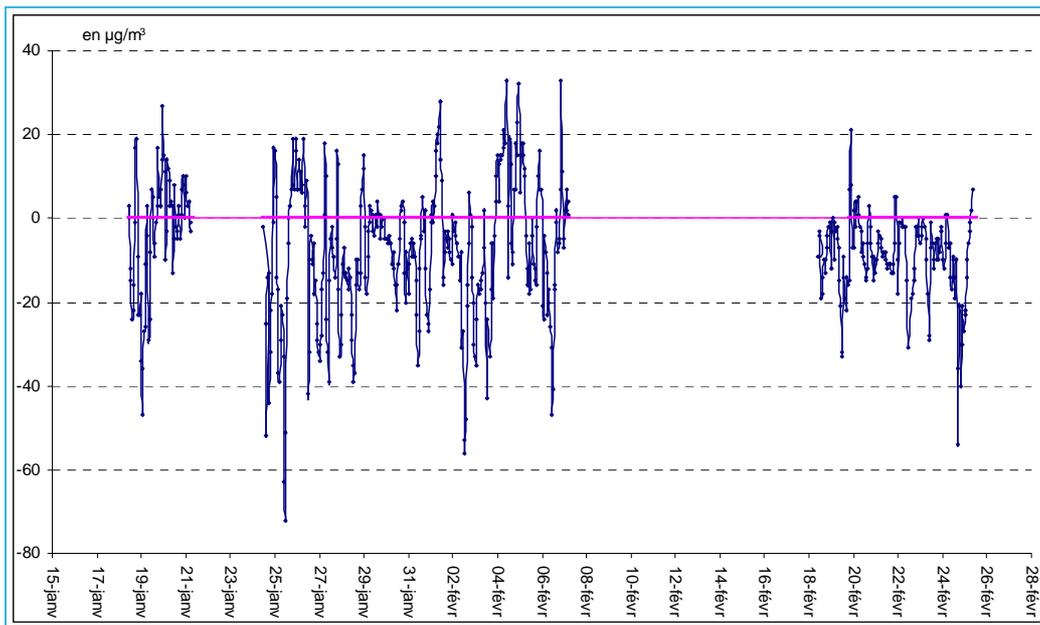


Figure 5 : PM10 - évolution horaire de l'écart entre Aix Art - Biver



L'évolution des niveaux horaires montre quelques pointes de particules sur le site de Biver, qui n'influencent pas significativement les moyennes journalières. Des écarts avec Aix, supérieurs à $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sont observés une dizaine d'heures sur la période. Ces écarts sont principalement observés en début de matinée (7 à 11 heures) et pourraient être liées à l'influence de la chaudière.

Les niveaux de PM10 relevés sur l'Ecole maternelle de Biver se situent en moyenne entre ceux de Gardanne-maison du Droit (influencé par l'usine Rio Tinto toute proche) et le centre historique d'Aix-en-Provence. Les normes limites : $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle ou bien 35 jours tolérés, supérieurs à $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sont sans doute respectées. L'objectif de qualité de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{an}$ est, quant à lui, potentiellement dépassé sur l'année.

Quelques pointes horaires ont été observées sur le site de Biver, non corrélées aux autres sites, dont la chaudière pourrait être à l'origine.

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

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.

2.2.3. RESULTATS

Tableau 4 : Evaluation des niveaux de NO₂

NO ₂ en µg/m ³	Moyenne annuelle		Maximum horaire	
	Valeur limite annuelle pour la protection de la santé humaine : 40 µg/m ³ /an		Seuil de recommandation : 200 µg/m ³ /h 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)	
	Période campagne	Année 2010	Période campagne	Année 2010
Biver	37	22*	96	/
Aix Art	57	34	182	182
Norme limite	/	40	200	/

*estimation annuelle

Tableau 5 : Niveaux de NO_x (NO + NO₂)

En µg/m ³	Moyenne NO _x		Maximum horaire	
	période	année	période	année
Biver	65	/	264	/
Aix Art	110	43	747	747

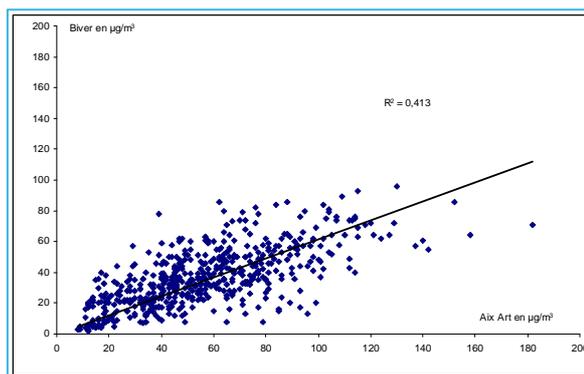
Représentativité temporelle de la période de mesure

A l'image des niveaux de particules, les niveaux de la période sont supérieurs à ceux de la moyenne annuelle (près de 67 % supérieurs pour le NO₂).

Corrélation entre le site de l'école de Biver et le site d'Aix Art

Le coefficient de corrélation des niveaux horaires de NO₂ est de 0.64.

Figure 6 : Corrélation horaire entre Aix Art et Biver



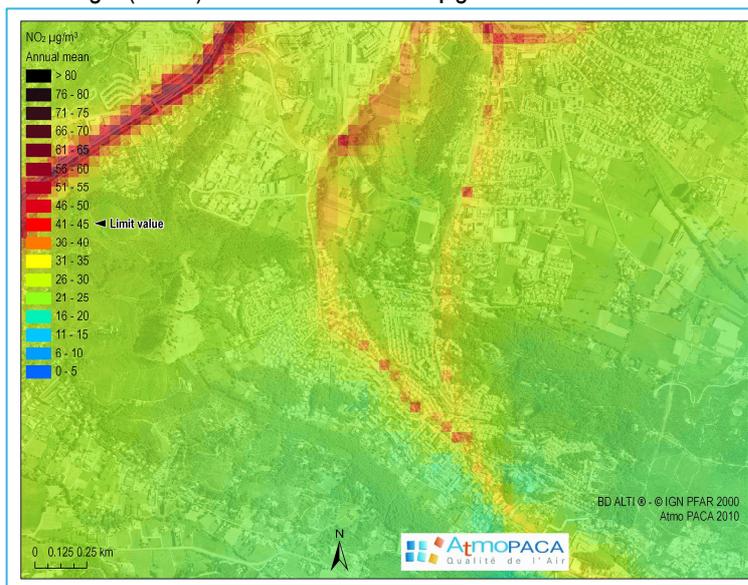
Niveaux de NO₂ mesurés à l'école de Biver et risque de dépassement de norme

Les niveaux de NO₂ observés sur le site de l'école sont notablement inférieurs à ceux mesurés sur Aix pendant la période, respectivement **37 et 57 µg/m³**. Si l'on considère la corrélation entre les deux sites et la représentativité de la période, le niveau annuel de NO₂ au niveau de la maternelle Biver peut être estimé à environ **22 µg/m³**. Cette concentration est près de **deux fois inférieure à la norme limite annuelle (40 µg/m³)**.

Concernant les pointes horaires, le seuil limite de 200 µg/m³ est vraisemblablement respecté sur l'école de Biver (maximum de la campagne : **96 µg/m³**). A noter qu'à Aix-en-Provence le maximum annuel a été enregistré pendant la campagne (182 µg/m³).

La modélisation¹ du domaine, réalisée à l'année 2007 (carte ci-jointe) conforte les résultats des mesures. Les teneurs annuelles 2007 en dioxyde d'azote sur l'avenue Victor Hugo (D58A) varient de 30 à 35 µg/m³. Les émissions des véhicules expliquent ces concentrations plus élevées. Dans les quelques mètres proches de la chaussée, les concentrations fluctuent de 25 à 30 µg/m³. A plus de 10 m de la route, et notamment au niveau de l'école maternelle, les teneurs diminuent autour de 20-25 µg/m³.

Figure 7 : Modélisation du dioxyde d'azote à l'année 2007 sur le quartier de Biver



Les niveaux annuels de NO₂ estimés sur le site de Biver sont inférieurs au site d'Aix Art, respectivement **22 et 34 µg/m³**. Les deux sites respectent la norme limite annuelle de **40 µg/m³**.

Les pointes horaires restent modérées sur le site de Biver et respectent la norme limite de **200 µg/m³**.

Les niveaux observés à Biver traduisent un impact de la pollution automobile moins important que dans le centre d'Aix.

¹ Les modélisations effectuées tiennent compte des émissions calculées sur la zone d'étude, de la météorologie et intègrent les phénomènes de chimie et de dispersion. Ces calculs numériques ont été réalisés en partenariat avec NUMTECH (www.numtech.fr). Le modèle utilisé, ADMS-Urban, a été calé et validé à partir des résultats des campagnes de mesures hivernales et estivales qui se sont déroulées en 2007 sur la CPA.

2.3. HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)

2.3.1. ORIGINE ET DYNAMIQUE

Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques sont des composés organiques volatils formés de 4 à 7 cycles benzéniques. Ils trouvent leur origine principalement dans la combustion de matières fossiles (charbon, pétrole, gaz naturels...) ainsi que dans la combustion incomplète de matières organiques. La production des HAP peut également être d'origine naturelle comme par exemple des feux de forêts ou encore des éruptions volcaniques.

2.3.2. EFFETS SANITAIRES

Certaines de ces molécules sont biologiquement actives et, par des réactions enzymatiques, peuvent former des métabolites toxiques pour l'organisme.

Le Benzo(a)Pyrène est l'un des HAP les plus toxiques. En effet, il est classé comme cancérigène certain (groupe 1) par le Centre International de Recherche sur le Cancer.

Sur les 7 composés à évaluer pour de la surveillance permanente, et inscrits dans la directive n° 2004/107/CE du 15 décembre 2004, seul le benzo(a)pyrène est soumis à une réglementation. La valeur cible annuelle fixée est de 1 ng/m³.

2.3.3. METHODE DE MESURE :

Il s'agit de prélèvement sur filtres, à l'aide d'un préleveur haut débit (DA 80). Les filtres exposés pendant 24h, sont analysés afin de déterminer la concentration des composés recherchés.



Sur Biver, 10 composés ont été analysés : le chrysène, le benzo(j)fluoranthène, le benzo(a)pyrène, le benzo(g,h,i)pérylène, le dibenzo(a,h)anthracène, le benzo(a)anthracène, le benzo(e)pyrène, le benzo(b)fluoranthène, le benzo(k)fluoroanthène et l'indéno(1,2,3-cd)pyrène.

Pour la campagne de Biver, 7 filtres journaliers ont été échantillonnés, du 12 au 18 janvier.

Aucune autre mesure de HAP n'a été réalisée en simultanée.

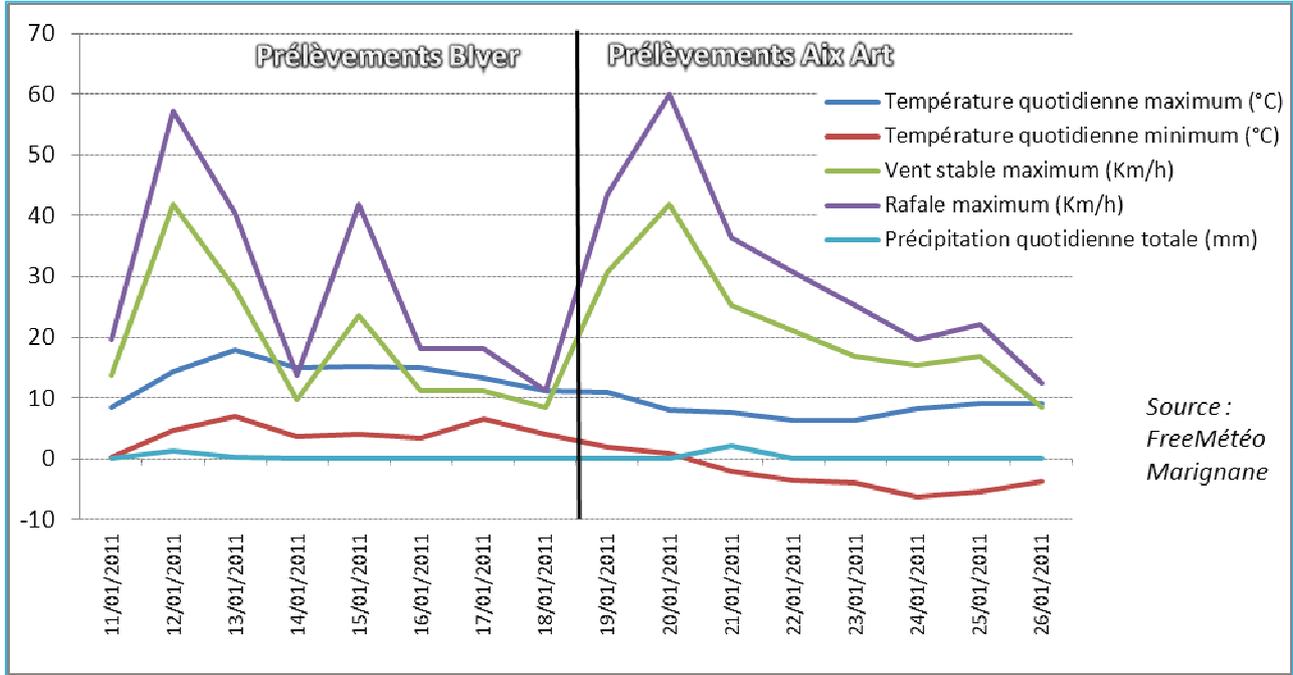
Par contre, le site d'Aix Ecole d' Art l'a été juste après, durant la semaine du 20 au 26 janvier.

Préleveur de HAP

2.3.4. METEOROLOGIE

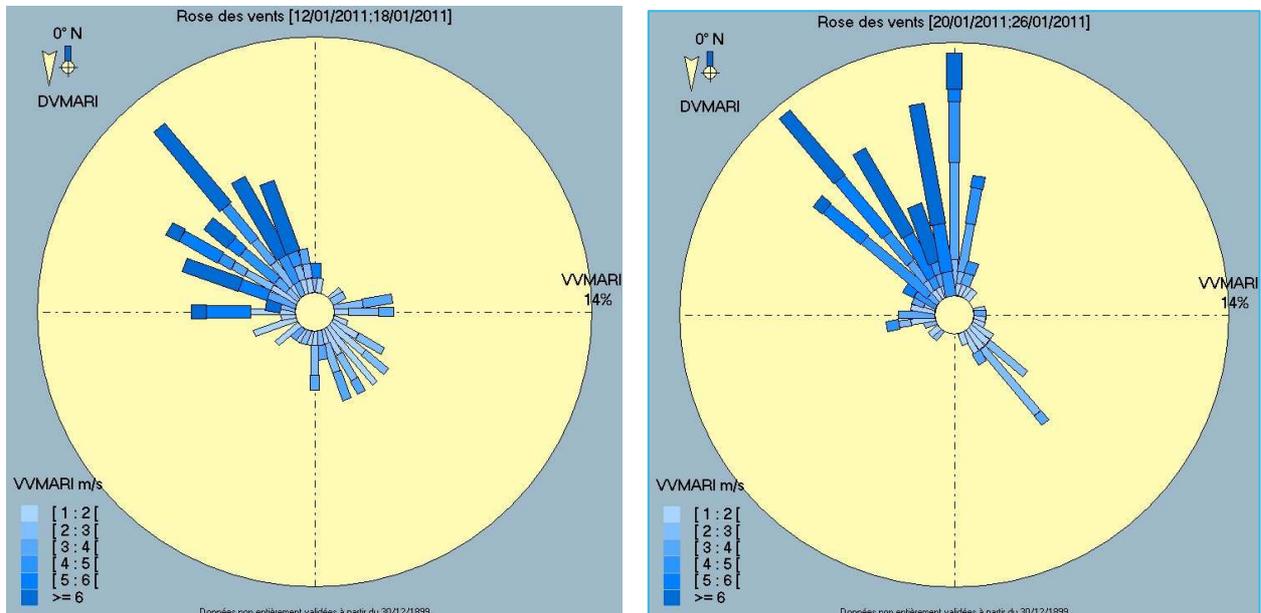
Les mesures d'Aix Ecole d'Art sont consécutives à celles de Biver. Néanmoins, elles peuvent fournir un état comparatif : elles sont proches géographiquement et font partie de la même « fenêtre météo » : une quinzaine maussade et froide de janvier.

Figure 8 : Paramètres météo comparés entre les périodes de mesures de Biver et d'Aix Art



Source : FreeMétéo Marignane

Figure 9 : Roses des vents sur les deux périodes



La première période du 12 au 18 janvier a été sujette à des vents faibles ou modérés (inférieurs à 4m/s) les trois-quarts du temps, avec quelques épisodes de mistral et des journées pluvieuses. La seconde période du 20 au 26 janvier était plus froide, neigeuse, et un peu plus ventée.

2.3.5. RESULTATS

Tableau 6 : Evaluation des niveaux de HAP

En ng/m ³	Chrysène		Benzo(j)fluoranthène		Benzo(a)pyrène		Benzo(ghi)pérylène		Dibenzo(ah)anthracène	
	Période	2010	Période	2010	Période	2010	Période	2010	Période	2010
Biver du 12/01 au 18/01	1.66		1.31		1.85		1.31		0.12	
Maximum journalier	2.48		2.05		2.77		1.88		0.21	
Minimum journalier	0.39		0.3		0.31		0.29		0.04	
Aix Art du 20/01 au 26/01	1.86	0.33	1.13	0.23	1.52	0.23	1.34	0.29	0.10	0.05
Maximum journalier	2.59		1.6		2.43		2.16		0.19	
Minimum journalier	0.91		0.64		0.65		0.76		0.05	

En ng/m ³	Benzo(a)anthracène		Benzo(e)pyrène		Benzo(b)fluoranthène		Benzo(k)fluoranthène		Indeno(1,2,3-cd)pyrène	
	Période	2010	Période	2010	Période	2010	Période	2010	Période	2010
Biver du 12/01 au 18/01	1.42		1.18		1.67		0.83		1.12	
Maximum journalier	2.11		1.68		2.51		1.28		1.65	
Minimum journalier	0.21		0.26		0.4		0.18		0.25	
Aix Art du 20/01 au 26/01	1.45	0.23	1.08	0.25	1.58	0.38	0.74	0.17	0.98	0.27
Maximum journalier	2.17		1.58		2.25		1.06		1.39	
Minimum journalier	0.62		0.64		0.87		0.4		0.57	

En ng/m ³	Somme des HAP
Biver du 12/01 au 18/01	12.5
Aix Art du 20/01 au 26/01	11.8

HAP totaux

La concentration totale en HAP (concentrations additionnées de chacun des HAP) sur l'école de Biver est égale à 12,5 ng/m³, et de 11,8 ng/m³ sur le site d'Aix Ecole d'Art.

La station Aix Art est urbaine ; la station temporaire de Biver est dans un environnement moins urbain, dans des quartiers résidentiels. La quantité en HAP est généralement plus importante en ville notamment à cause des émissions du trafic routier. Or, les résultats obtenus sur ces deux sites sont de même ordre, voire très légèrement supérieurs sur Biver. Cela indique une source supplémentaire sur Biver par rapport à Aix Art qui compense la part locale plus faible des émissions du trafic.

B(a)P

La valeur moyenne en Benzo(a)pyrène sur Biver est de 1,85 ng/m³, avec un maximum journalier de 2.77 ng/m³ le 14 janvier. Le minimum est de 0.31 ng/m³.

En comparaison, la concentration moyenne en B(a)P pour Aix Ecole d'Art durant la semaine suivante atteint 1,52 ng/m³.

Tableau 7 : Détail des concentrations journalières en B(a)P sur le site de Biver

Benzo(a)pyrene ng/m ³						
0.31	0.82	2.77	2.52	2.52	2.40	1.62
12/01/2011	13/01/2011	14/01/2011	15/01/2011	16/01/2011	17/01/2011	18/01/2011

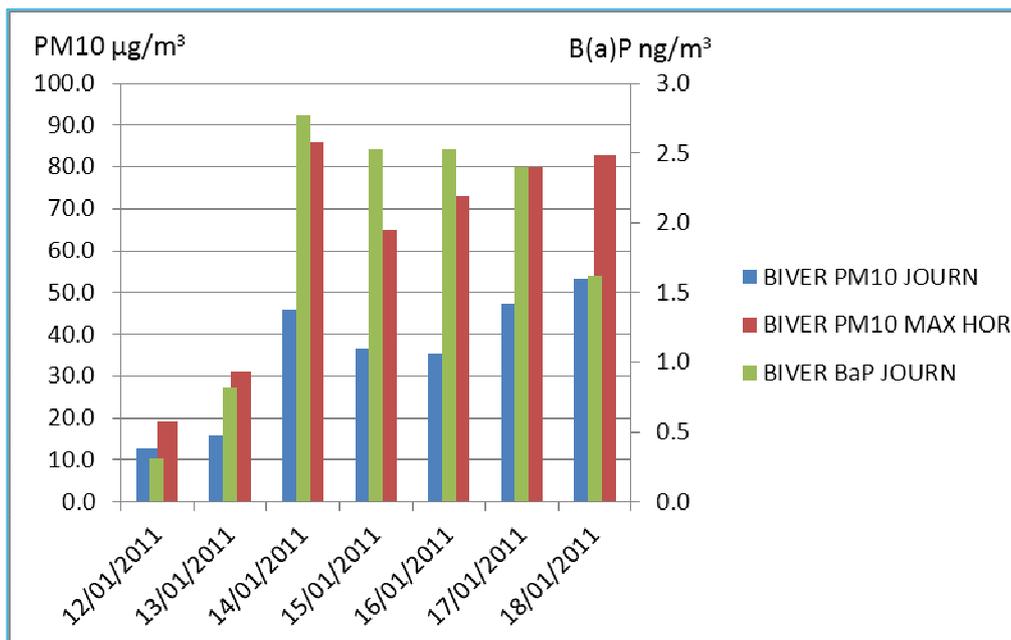
Sur le site de Biver ou bien d'Aix, les concentrations moyennes en B(a)P peuvent dépasser ponctuellement et quotidiennement le seuil de 1 ng/m³ de la valeur cible annuelle. En effet, les conditions atmosphériques hivernales stables sont propices à la concentration des polluants dans l'air.

Durant la période estivale et les intersaisons, la chaudière ne fonctionnant pas, et l'atmosphère étant mieux brassée, les taux de B(a)P diminuent.

Pour Aix Ecole d'Art, la moyenne annuelle en 2010 était de 0.23 ng/m³.

La moyenne annuelle pour Biver devrait également se situer en dessous de la valeur limite de 1 ng/m³.

Figure 10: Evolution des teneurs journalières en PM10 et HAP sur Biver



Sur Biver les taux de B(a)P journaliers plus importants coïncident bien avec des teneurs en PM10 plus élevées, que la corrélation soit réalisée avec la moyenne journalière (C=0.75) ou le maximum horaire journalier (C=0.87). Il en est de même pour les autres HAP.

Pour les particules, des pointes horaires relevées sur Biver sont attribuées aux émissions de la chaudière (chapitre PM10). La corrélation étroite entre PM10 et HAP laisse à penser que la source est identique.

La moyenne annuelle en B(a)P pour Biver devrait se situer en dessous de la valeur limite de 1 ng/m³.

Les émissions de la chaudière semblent contribuer à la hausse sur ces teneurs ; elles sont de 1.85 ng/m³, sur la semaine de mesure du 12 au 18 janvier 2011 à Biver, plus importantes que celles relevées dans le centre-ville d'Aix la semaine suivante, avec 1.52 ng/m³, station pourtant située dans un environnement plus propice aux émissions de HAP par le trafic.

3. CONCLUSION

Les mesures ont été réalisées dans la cour de **l'école maternelle des Terrils Bleus à Gardanne Biver** du 18 janvier au 25 février 2011. Il s'agit des particules en suspension (PM10), des oxydes d'azote et des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques. Cette école est soumise pendant la période hivernale aux retombées de panaches de fumées de la chaudière voisine, qui utilise du charbon comme combustible et alimente en chauffage le groupe de bâtiments publics du secteur.

Les niveaux observés pendant la campagne et estimés sur l'année pour les **PM10 et le dioxyde d'azote** ne montrent **pas de dépassement des normes limites réglementaires**. **L'objectif de qualité (valeur européenne plus stricte) pour les particules est sans doute dépassé** à l'école de Biver et à Gardanne/Maison du Droit.

Les niveaux de particules PM10 mesurés à l'école ($43 \mu\text{g}/\text{m}^3$) pendant la campagne de mesure sont intermédiaires entre le site de Gardanne-Maison du Droit ($49 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et Aix Ecole d'Art ($35 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Quelques pointes de particules, non corrélées aux évolutions générales, sont observées sur le site de Biver. Elles pourraient être attribuées à la chaudière. Ces pointes n'influencent pas significativement la moyenne journalière.

Les niveaux en oxyde d'azote sont supérieurs dans le centre-ville d'Aix à ceux mesurés à l'école des Terrils Bleus, avec respectivement 57 et $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Les teneurs en Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) sont plus importantes sur Biver que dans le centre historique d'Aix en Provence. Les émissions de la chaudière doivent influencer localement à la hausse les teneurs de Biver.

Parmi les HAP, le Benzo-a-pyrène est normé : **la concentration annuelle en B(a)P sur Biver devrait se situer en dessous de la valeur limite de $1 \text{ ng}/\text{m}^3$** , même si ce seuil est dépassé ponctuellement certaines journées (maximum journalier sur la période de mesure : $2.77 \text{ ng}/\text{m}^3$ - minimum : $0.31 \text{ ng}/\text{m}^3$).

Le site de Biver est soumis à une pollution d'origine automobile moins importante que le site d'Aix Art, ce qui se traduit par des différences des niveaux de NO_2 (près de 35 % inférieurs sur la période).

A l'inverse, les niveaux de particules sont supérieurs de 23 % de ceux d'Aix Art. Les concentrations en HAP mesurées à Biver sont également légèrement supérieures à celles d'Aix Art.

Cela traduit la **participation à Biver d'autres sources que celle des transports**.

Les émissions de la chaudière participent sans doute à la pollution locale et représentent une part des niveaux moyens observés à l'école. Seules, quelques pointes horaires en particules observées sur le site de Biver pourraient être liées à la chaudière.

Dans ce contexte, l'extrapolation annuelle basée sur les corrélations entre les sites est sans doute majorante pour les PM10, dans la mesure où la chaudière ne fonctionne que l'hiver.

4. LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES

TABLEAUX

Tableau 1 : Normes pour les composés analysés.....	5
Tableau 2 : Evaluation des niveaux de PM ₁₀	7
Tableau 3 : Représentativité de la campagne de mesure en PM ₁₀ par rapport à l'année sur le site Aix Art	7
Tableau 4 : Evaluation des niveaux de NO ₂	10
Tableau 5 : Niveaux de NOx (NO + NO ₂).....	10
Tableau 6 : Evaluation des niveaux de HAP	14
Tableau 7 : Détail des concentrations journalières en B(a)P sur le site de Biver	14

FIGURES

Figure 1 : Carte de localisation de l'Ecole des Terrils Bleus.....	4
Figure 2 : Nuage de points des niveaux horaires de PM ₁₀ à Gardanne/maison du droit et Biver.....	8
Figure 3 : Nuage de points des niveaux horaires de PM ₁₀ à Aix Art et Biver	8
Figure 4 : Evolution des niveaux horaires de PM ₁₀ pendant la campagne sur les 3 sites	9
Figure 5 : PM ₁₀ - évolution horaire de l'écart entre Aix Art - Biver.....	9
Figure 6 : Corrélation horaire entre Aix Art et Biver.....	11
Figure 7 : Modélisation du dioxyde d'azote à l'année 2007 sur le quartier de Biver	11
Figure 8 : Paramètres météo comparés entre les périodes de mesures de Biver et d'Aix Art.....	13
Figure 9 : Roses des vents sur les deux périodes.....	13
Figure 10: Evolution des teneurs journalières en PM ₁₀ et HAP sur Biver.....	15