

Qualité de l'air

PROVENCE - ALPES - CÔTE D'AZUR



Mesures de Black Carbon : bilan 2016

www.airpaca.org

AirPACA
QUALITÉ DE L'AIR

MESURES DE BLACK CARBON : BILAN 2016

Les concentrations en Black Carbon (BC) ont été suivies sur quatre sites en 2016 par Air PACA : Nice-Arson, Marseille-Cinq Avenues, Marseille-Fourragère et Port-de-Bouc-La Lègue. Le site de Marseille-Fourragère a été instrumenté en mai 2016. Les mesures de Black Carbon ont été effectuées grâce à des Aethalomètres modèle AE33 permettant la mesure directe et en continu des contributions de deux fractions de ce carbone suie : la part issue de la combustion de la biomasse et celle issue de la combustion de combustibles fossiles (essentiellement le trafic routier mais également le secteur industriel).

Le suivi de ce composé sur une année et simultanément sur quatre sites a permis de mettre en évidence des distinctions et des similitudes aux niveaux local et régional. En effet, les deux sites de Marseille présentent des concentrations en BC total plus élevées que sur les autres sites ainsi qu'une contribution de la combustion de fuel fossile plus importante, tandis que Nice se caractérise par les contributions de la combustion du bois les plus importantes.

L'étude des profils journaliers trimestriels a mis en évidence une évolution caractéristique rencontrée communément sur des sites français et européens. L'évolution des concentrations en particules issues de la combustion de la biomasse est liée à l'utilisation du bois-énergie, tandis que celle des concentrations en particules issues de la combustion de fuel fossile est directement influencée par l'évolution journalière du trafic routier.

Enfin, il a été montré la relation directe entre la concentration en BC mesurée et les conditions atmosphériques : plus la stabilité atmosphérique est forte, plus il y a accumulation des polluants et donc de fortes concentrations mesurées.

Contact :

Florie Chevrier
florie.chevrier@airpaca.org

Date de parution

mai 2017

SOMMAIRE

1. Quatre analyseurs de Black Carbon en PACA	4
2. Résultats	5
2.1 Mise en œuvre des mesures	5
2.2 Valeurs journalières de Black Carbon	6
2.3 Estimation des niveaux de particules	6
2.4 Profils journaliers.....	8
2.5 Roses de pollution	9
3. Conclusion	11

1. Quatre analyseurs de Black Carbon en PACA

Air PACA dispose actuellement de quatre analyseurs de Black Carbon (Aethalomètres multi-longueurs d'onde modèle AE33).

Le BC est issu de la combustion incomplète de combustibles d'origine fossile ou biomassiques. Ses sources principales sont la combustion des moteurs (diesels essentiellement), le chauffage résidentiel au bois, au fioul et au charbon, la production d'électricité, le brûlage de déchets verts et agricoles, les incendies de forêts.

L'Aethalomètre détermine les niveaux de BC par une méthode optique. La mesure permet de différencier l'origine des sources de combustion, et ainsi de distinguer la part de carbone suie issue de la combustion d'énergies fossiles (principalement du trafic routier) de la part provenant de la combustion de la biomasse.

La concentration totale en Black Carbon est alors donnée suivant l'expression :

$$BC = BC_{ff} + BC_{wb}$$

où BC est le Black Carbon total,

BC_{ff} : le Black Carbon issu de la combustion de dérivés du pétrole (trafic essentiellement),

BC_{wb} : le Black Carbon issu de la combustion de biomasse (chauffage au bois, brûlage de déchets verts).

Il est ensuite possible d'estimer les concentrations en particules primaires provenant de ces deux sources en convertissant les concentrations BC_{wb} et BC_{ff} respectivement en PM_{wb} et PM_{ff} par le biais de coefficients issus de la littérature scientifique et d'études du LCSQA¹ :

$$PM_{ff} = 2,5 \times BC_{ff}$$

$$PM_{wb} = 16 \times BC_{wb}$$

où PM_{ff} : concentration massique de particules provenant de la combustion d'hydrocarbures,

PM_{wb} : concentration massique de particules provenant de la combustion de la biomasse.

PM_{ff} et PM_{wb} sont majoritairement constituées d'aérosols organiques primaires.

¹ Rapport LCSQA 2015 : <http://www.lcsqa.org/rapport/2015/ineris/programme-cara-bilan-travaux-2014-2015>

2. Résultats

2.1 Mise en œuvre des mesures

Les appareils de mesure sont installés sur quatre sites : Nice-Arson, Port-de-Bouc-La Lèque, Marseille-Cinq Avenues et Marseille-Fourragère.

L'implantation des sites est présentée sur la Figure 1.

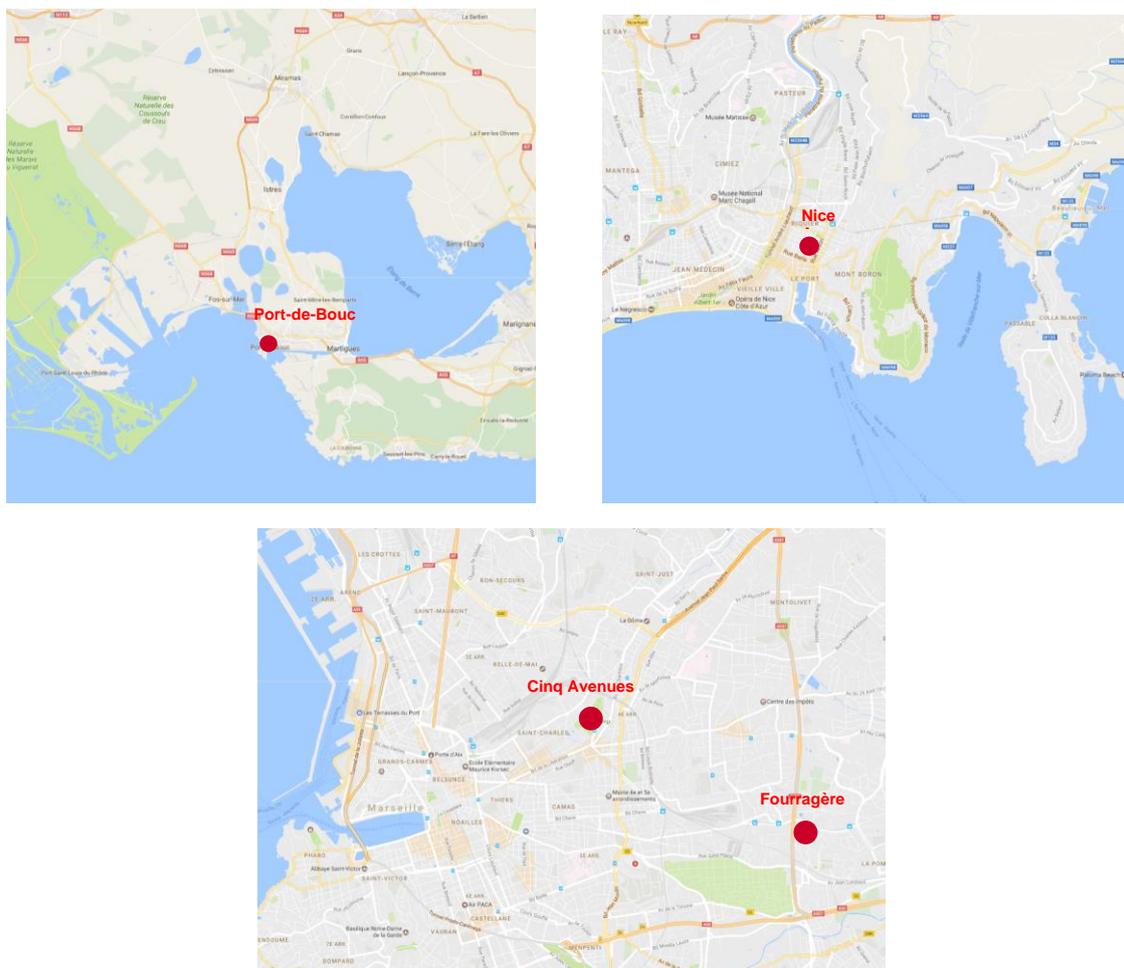


Figure 1 : Localisation des stations de mesures

Les taux de fonctionnement des analyseurs sont indiqués dans le Tableau 1.

Tableau 1. Date d'installation et taux de fonctionnement des analyseurs de Black Carbon en 2016

	Nice	Port-de-Bouc	Marseille - Cinq Avenues	Marseille - Fourragère
Date d'installation	01/11/2014	15/09/2015	01/11/2014	18/05/2016
Taux de fonctionnement en 2016	95%	91%	92%	90 % à partir de la date d'installation

2.2 Valeurs journalières de Black Carbon

Les concentrations journalières de Black Carbon issues de la combustion d'hydrocarbures (BC_{ff}) et de la biomasse (BC_{wb}) sont présentées dans la Figure 2, pour les quatre sites, au cours de l'année 2016.

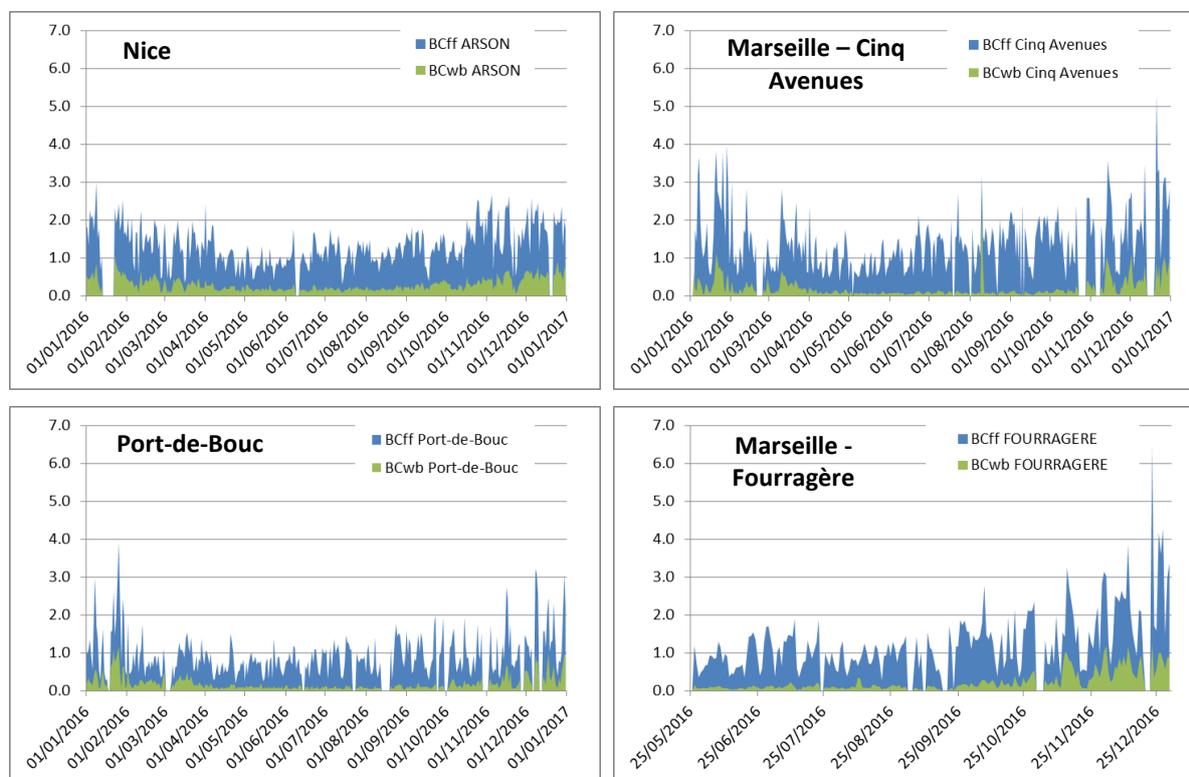


Figure 2 : Concentrations journalières en Black Carbon ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) des quatre sites d'étude

Les concentrations en Black Carbon d'origine fossile sont plus élevées à Marseille, tandis que celles issues de la combustion de la biomasse sont plus importantes à Nice. Ces observations sont comparables avec les résultats de l'année 2015.

2.3 Estimation des niveaux de particules

Les concentrations de particules issues de la combustion d'hydrocarbures PM_{ff} et de la combustion de biomasse PM_{wb} sont estimées à partir de coefficients présents dans la littérature scientifique.

Les graphiques suivants présentent, pour les quatre sites, les concentrations mensuelles de PM₁₀, PM_{2,5}, PM_{ff} et PM_{wb} sur les périodes disponibles.

À noter que la mesure de particules sur le site de Marseille-Fourragère est alternativement en PM₁₀ et PM_{2,5} (changement de tête de prélèvement toutes les six semaines).



Figure 3 : Concentrations des particules en moyennes mensuelles pour les quatre sites d'étude

Les niveaux moyens, au cours de l'année 2016, de ces différents paramètres pour les sites pérennes de Nice, Marseille-Cinq Avenues et Port-de-Bouc sont indiqués dans le Tableau 2. Les valeurs en italique sont calculées avec moins de 75 % de données valides.

Tableau 2. Caractéristiques des sites de Nice, Marseille-Cinq Avenues et Port-de-Bouc

		Nice	Marseille - Cinq Avenues	Port-de-Bouc	
PM10 (µg/m³)		25	26	23	
PM2,5 (µg/m³)		13	15	-	
Combustion du bois	PM_{wb} (µg/m³)	moyenne annuelle	4,9	3,3	3,2
		min - max mensuel	2,8 (juin) – 9,5 (décembre)	1,1 (mai) – 8,9 (décembre)	1,4 (août) – 8,2 (décembre)
	Contribution PM_{wb}/PM10	moyenne annuelle	20 %	12 %	13 %
		moyenne hivernale	29 %	21 %	22 %
		moyenne estivale	13 %	7 %	7 %
		min - max mensuel	12 % (avril) – 34 % (décembre)	5 % (juin) – 27 % (décembre)	6 % (août) – 28 % (décembre)
Trafic routier	PM_{ff} (µg/m³)	moyenne annuelle	3,4	3,6	2,5
		min - max mensuel	2,2 (mai) – 4,8 (janvier)	2 (mai) – 5,5 (décembre)	2,1 (février) – 4,2 (décembre)

	Contribution PM_{ff}/PM10	moyenne annuelle	14 %	14 %	11 %
		moyenne hivernale	17 %	17 %	12 %
		moyenne estivale	12 %	12 %	10 %
		min - max mensuel	9 % (avril) – 17 % (novembre)	9 % (avril) – 19 % (janvier)	8 % (mai) – 14 % (décembre)

Sur le site de Marseille-Fourragère, instrumenté depuis le mois de mai 2016, ces paramètres sont regroupés dans le Tableau 3.

Tableau 3. Caractéristiques du site de Marseille-Fourragère

Marseille - Fourragère			
PM10 (µg/m³)		23	
PM2,5 (µg/m³)		10	
Combustion du bois	PM_{wb} (µg/m³)	moyenne	3,6
		min - max mensuel	1,3 (juin) – 11,5 (décembre)
	Contribution PM_{wb}/PM10	moyenne	26 %
		min - max mensuel	5 % (juin) – 27 % (décembre)
Trafic routier	PM_{ff} (µg/m³)	moyenne annuelle	3,1
		min - max mensuel	1,7 (mai) – 6,1 (décembre)
	Contribution PM_{ff}/PM10	moyenne	16 %
		min - max mensuel	9 % (avril) – 19 % (janvier)

En 2016, les particules primaires issues de la combustion de bois ont représenté, en hiver, plus de 20 % des PM10. Cependant, cette contribution ne prend pas en compte la fraction secondaire qui est issue de la conversion gaz-particules à partir de composés émis par la combustion de la biomasse (nitrates par exemple). La contribution annuelle du trafic routier, moins soumise aux variations saisonnières, est comprise entre 11 % (à Port-de-Bouc) et 16 % (à Marseille-Fourragère).

2.4 Profils journaliers

Les profils journaliers des concentrations en particules primaires provenant de la combustion du bois (PM_{wb}) et de la combustion d'hydrocarbures (PM_{ff}) sur le site de Marseille-Cinq Avenues, sont représentés pour chaque trimestre de l'année dans la Figure 4.

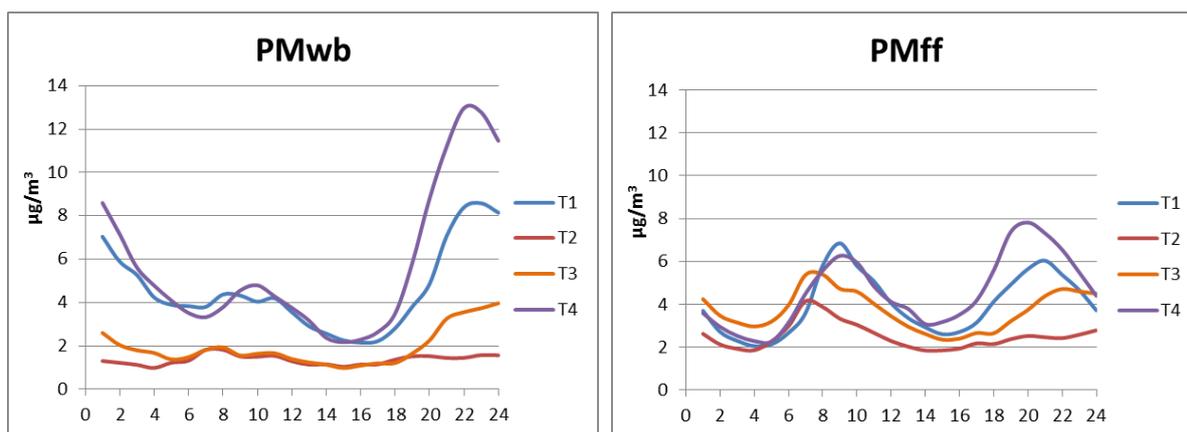


Figure 4 : Profils journaliers trimestriels des concentrations en PM_{wb} et PM_{ff} sur le site de Marseille-Cinq Avenues

Ces profils mettent en évidence une saisonnalité très marquée du Black Carbon issu de la combustion de biomasse due à l'utilisation du bois pour le chauffage. Le pic de PM_{wb} de fin de journée signe l'utilisation de la combustion de bois par les particuliers en fin de journée. Les concentrations en particules provenant de la combustion d'hydrocarbures (PM_{ff}) sont, dans une moindre mesure, plus élevées en hiver également et présentent deux pics journaliers correspondant à l'évolution du trafic routier. Ces profils, obtenus sur le site de Marseille-Cinq Avenues, sont un exemple représentatif de profils observés dans la région mais également en France sur l'évolution des PM_{ff} et PM_{wb} sur la journée.

2.5 Roses de pollution

Les roses de pollution permettent de représenter les concentrations en polluants en fonction de la vitesse et de la direction du vent. Ces roses ont été établies pour les sites de Nice, Marseille-Cinq Avenues et Port-de-Bouc.

Les roses de fréquence des vents des trois sites en 2016 sont présentées sur la Figure 5.

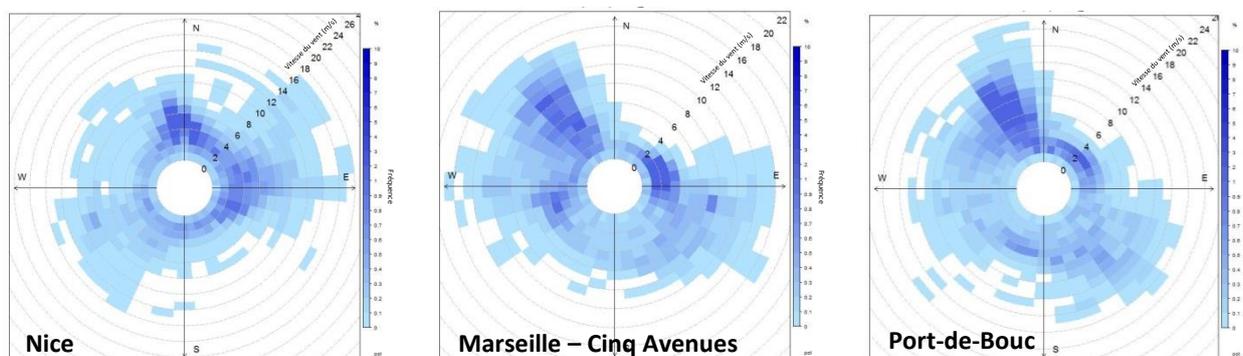


Figure 5 : Roses de fréquence des vents en 2016

Les roses de pollution des moyennes de concentrations horaires des particules primaires issues de la combustion de la biomasse (PM_{wb}) et de la combustion d'hydrocarbures (PM_{ff}) sont présentées dans la Figure 6, pour les trois sites.

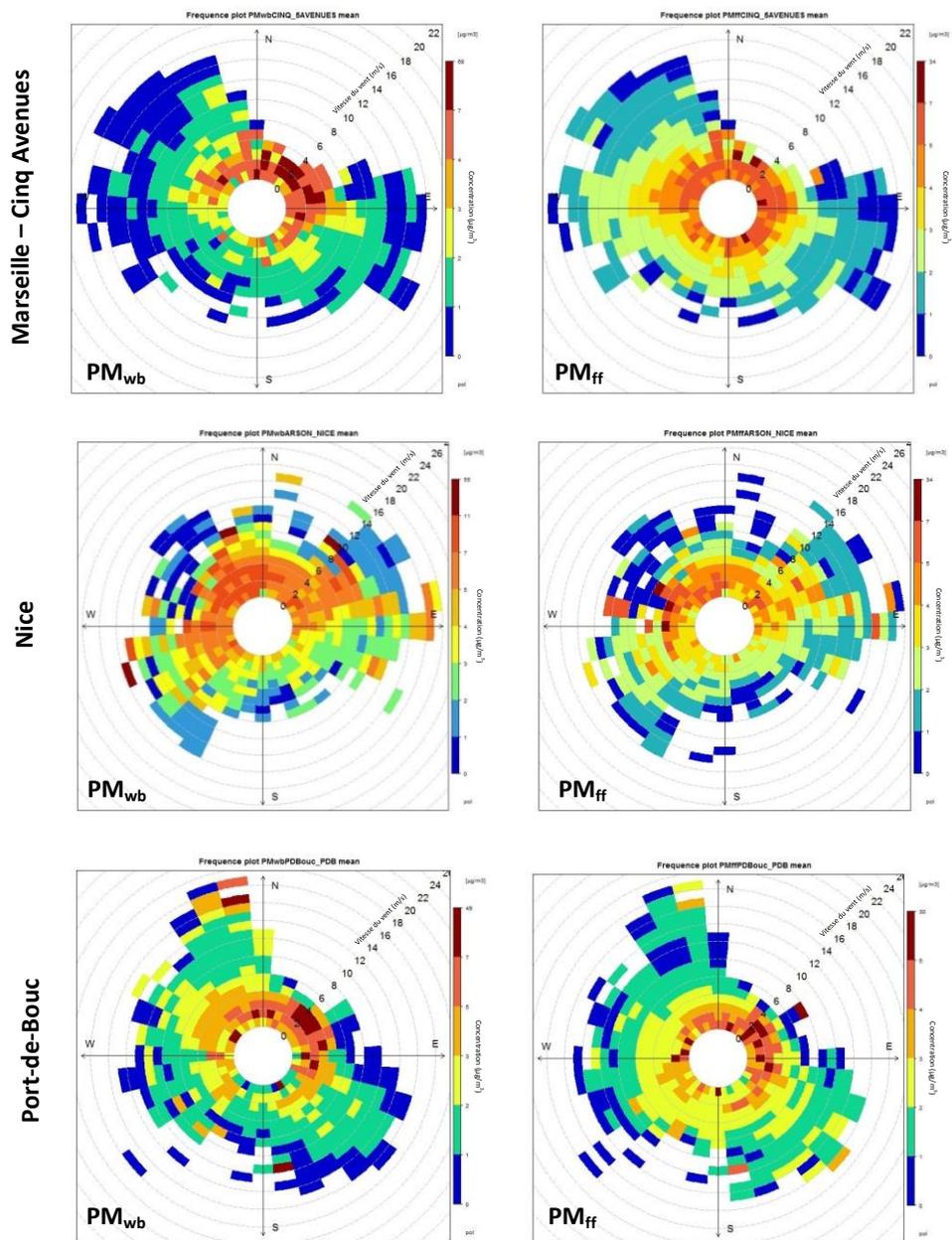


Figure 6 : Roses de PM_{wb} et PM_{ff} pour trois sites d'étude en 2016

À Marseille, les observations conduites sur les données de 2015 se confirment, c'est-à-dire des teneurs en particules issues de la combustion de la biomasse maximales en situation de vent d'Est faible, correspondant à des brises de terre originaires de la vallée de l'Huveaune en soirée. Les particules provenant de la combustion d'hydrocarbures, et donc du trafic essentiellement, sont élevées lorsque le vent est faible et ce dans toutes les directions ; ceci correspond à des conditions météorologiques peu dispersives.

À Nice, les sources sont moins localisées et les maxima sont observés pour un très large secteur nord, y compris pour des vitesses de vent relativement fortes. Pour la combustion de la biomasse comme pour celle d'énergies fossiles, les valeurs les plus faibles sont naturellement rencontrées par vent provenant de la mer (sud et sud-est).

Concernant Port-de-Bouc, les concentrations en particules issues de la biomasse sont maximales par vent faible de secteur nord et en particulier de nord-est, où se situe la ville de Port-de-Bouc. Les niveaux de particules provenant de la combustion d'énergies fossiles sont également plus soutenus lorsque la vitesse de vent est faible, signe d'une forte stabilité atmosphérique propice à l'accumulation des polluants.

3. Conclusion

Les analyseurs de Black Carbon implantés depuis 2015 sur la région PACA permettent d'affiner la connaissance des sources de particules et en particulier d'estimer en temps réel les contributions de la combustion de biomasse d'une part, et d'hydrocarbures d'autre part.

La comparaison des sites met en lumière deux impacts de la pollution, l'un très local et l'autre régional. En effet, les concentrations en Black Carbon total sont plus élevées à Marseille du fait d'une contribution plus importante de la combustion d'énergies fossiles (liée au trafic essentiellement). L'évolution des concentrations en Black Carbon sur le site de La Fourragère devra faire l'objet d'une attention particulière, dans la mesure où ce site réalise des mesures avant et après de la mise en service de la rocade L2 Est.

De plus, les profils journaliers des concentrations en Black Carbon présentent, en période hivernale, un pic du soir important, en liaison avec la combustion de bois lors de la reprise du chauffage résidentiel, tandis que la combustion d'hydrocarbures entraîne des pics de Black Carbon aux heures de pointe, lors des trajets domicile-travail, en cohérence avec les autres polluants liés au trafic routier, tels que les oxydes d'azote (NO_x). Ces profils sont communément rencontrés lors d'études menées en France ou à l'international. Les variations saisonnières des particules provenant de la combustion de la biomasse sont également très marquées. En hiver, la combustion de la biomasse participe pour environ 20 % de la masse des particules primaires. À ces particules s'ajoutent les aérosols secondaires, en partie également issus de la combustion du bois mais aussi du trafic routier, qui représentent une part non négligeable de l'aérosol.

Enfin, il a été montré que les conditions météorologiques jouent un rôle important dans les concentrations en Black Carbon mesurées, et ce quel que soit le site de mesure. En effet, lors de conditions très stables, il y a accumulation des polluants, visible par une hausse des concentrations en Black Carbon.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Date d'installation et taux de fonctionnement des analyseurs de Black Carbon en 2016.....	5
Tableau 2. Caractéristiques des sites de Nice, Marseille-Cinq Avenues et Port-de-Bouc	7
Tableau 3. Caractéristiques du site de Marseille-Fourragère.....	8

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation des stations de mesures	5
Figure 2 : Concentrations journalières en Black Carbon ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) des quatre sites d'étude	6
Figure 3 : Concentrations des particules en moyennes mensuelles pour les quatre sites d'étude.....	7
Figure 4 : Profils journaliers trimestriels des concentrations en PM_{wb} et PM_{ff} sur le site de Marseille-Cinq Avenues	9
Figure 5 : Roses de fréquence des vents en 2016.....	9
Figure 6 : Roses de PM_{wb} et PM_{ff} pour trois sites d'étude en 2016	10



Mesures de Black Carbon : bilan 2016

Les concentrations en Black Carbon (BC) ont été suivies sur quatre sites en 2016 par Air PACA : Nice-Arson, Marseille-Cinq Avenues, Marseille-Fourragère et Port-de-Bouc-La Lègue. Le site de Marseille-Fourragère a été instrumenté en mai 2016. Les mesures de Black Carbon ont été effectuées grâce à des Aethalomètres modèle AE33 permettant la mesure directe et en continu des contributions de deux fractions de ce carbone suie : la part issue de la combustion de la biomasse et celle issue de la combustion de combustibles fossiles (essentiellement le trafic routier mais également le secteur industriel).

Le suivi de ce composé sur une année et simultanément sur quatre sites a permis de mettre en évidence des distinctions et des similitudes aux niveaux local et régional. En effet, les deux sites de Marseille présentent des concentrations en BC total plus élevées que sur les autres sites ainsi qu'une contribution de la combustion de fuel fossile plus importante, tandis que Nice se caractérise par les contributions de la combustion du bois les plus importantes.

L'étude des profils journaliers trimestriels a mis en évidence une évolution caractéristique rencontrée communément sur des sites français et européens. L'évolution des concentrations en particules issues de la combustion de la biomasse est liée à l'utilisation du bois-énergie, tandis que celle des concentrations en particules issues de la combustion de fuel fossile est directement influencée par l'évolution journalière du trafic routier.

Enfin, il a été montré la relation directe entre la concentration en BC mesurée et les conditions atmosphériques : plus la stabilité atmosphérique est forte, plus il y a accumulation des polluants et donc de fortes concentrations mesurées.



AirPACA
QUALITÉ DE L'AIR

www.airpaca.org

Siège social

146, rue Paradis
« Le Noilly Paradis »
13294 Marseille Cedex 06
Tél. 04 91 32 38 00
Télécopie 04 91 32 38 29

Établissement de Martigues

Route de la Vierge
13500 Martigues
Tél. 04 42 13 01 20
Télécopie 04 42 13 01 29

Établissement de Nice

333, Promenade des Anglais
06200 Nice
Tél. 04 93 18 88 00
Télécopie 04 93 18 83 06

