AtmoSud
Qualité de l'Air
Provence - Alpes - Côte d'Azur

Aix-en-Provence : Encagnane-Beauvalle 2018

Mesures complémentaires concernant l'impact sur la qualité de l'air de la chaufferie collective au combustible biomasse – février à juin 2018

www.atmosud.org

RESUME :
AIX-EN-PROVENCE : ENCAGNANE-BEAUVALLE 2018
Mesures complémentaires concernant l'impact sur la qualité de l'air de la chaufferie collective au combustible biomasse – février à juin 2018

Les quartiers des Figuières et d'Encagnane, sont directement soumis aux émissions polluantes liées à la proximité de deux autoroutes (A8, A51) et aux activités urbaines (trafic local, chauffage domestique individuel ou collectif…). Il est influencé entre autres sources par l'impact de l'activité d'une chaufferie de combustion de biomasse du réseau de chaleur d'Aix-en-Provence. Après une campagne de mesure de qualité de l'air réalisée par AtmoSud en 2013-2014, une seconde campagne s'est déroulée en 2018 afin de préciser la contribution de la chaufferie à la pollution locale.

Ces mesures montrent que **la qualité de l'air de ces quartiers est soumise à l'influence principale de la circulation automobile, dont les autoroutes proches, mais également, dans une moindre mesure, de la chaufferie biomasse qui les jouxte ainsi que du chauffage domestique individuel ou collectif des quartiers résidentiels de cette zone**. La situation est variable selon le type de polluant étudié.

► Une source locale d'oxydes d'azote

Les concentrations de dioxyde d'azote (NO_2) sont supérieures de 7 µg/m³ sur le parking des Figuières par rapport au stade Ruocco, pourtant situé à la même distance de l'autoroute. **La valeur limite annuelle pour la protection de la santé humaine est dépassée sur le parking des Figuières (43 µg/m³ sur le parking, contre 40 µg/m³ pour la VL)**, tout comme c'était le cas sur les Floralies en 2014.

Une source locale d'oxydes d'azote, à l'ouest-nord-ouest des Figuières, est responsable de cette différence. Cette source est vraisemblablement **la chaufferie qui pourrait être la source de 10 à 15% du NO_2** et de 20 à 25% des NOx observés sur le parking des Figuières.

Concernant le monoxyde d'azote (NO), les anomalies repérées 2014 aux Floralies (concentration de NO élevées la nuit) n'ont pas été constatées durant la campagne de mesure en 2018. Elles restent donc inexpliquées et, en tout état de cause, indépendantes de la chaufferie.

► Une influence sur les particules PM10 habituelle pour une zone urbaine

Les concentrations en particules en suspension ont suivi la tendance générale à la baisse observée sur la région. La valeur limite pour la protection de la santé est respectée sur les Figuières, contrairement aux Floralies en 2014. Les niveaux restent cependant supérieurs à la ligne directrice recommandée par l'OMS, comme sur toute la ville. Enfin, **l'influence de la chaufferie n'est pas perceptible sur la masse de particules PM10**.

L'étude du Black Carbon permet de différentier les particules issues de la combustion de la biomasse de celles issues des combustibles fossiles. Cette approche nous apporte les éclairages suivants :

En hiver, la part de la combustion de biomasse dans le Black Carbon est plus importante, par rapport au site de référence. Cependant, deux constats doivent être notés : d'une part cet accroissement n'est pas corrélé aux variations d'activité de la chaufferie. D'autre part, les concentrations les plus élevées de Black Carbon issu de la combustion de biomasse proviennent de plusieurs directions de vent différentes, et pas seulement de celle de la chaufferie. Ainsi, **le chauffage résidentiel individuel de quartiers environnants est en cause, tout autant que la chaufferie**.

Lors des deux épisodes observés où la combustion de biomasse était la source dominante de PM10, les concentrations de particules étaient homogènes entre le niveau du sol et le toit du bâtiment. Dans les autres cas, les concentrations au niveau du sol sont plus souvent supérieures à celles mesurées en haut de l'immeuble.

Contact
Yann Channac
Yann.channac@atmosud.org

Date de parution
05/12/2018

Références
23ID0313 / 01 / YC-BM

REMERCIEMENTS

AtmoSud remercie MM. Berardi et Bigot de la société Engie pour la mise à disposition des données de fonctionnement de la centrale pendant la période d'étude.

AtmoSud remercie M. Beynet et les CIQ du quartier d'Encagnane pour les éléments transmis au cours de l'étude.

AtmoSud remercie les habitants de la résidence des Figuières pour l'accueil du matériel de mesure, parfois même jusque dans leur logement.

PARTENAIRES

- Ville d'Aix-en-Provence (financeur)
- Métropole Aix-Marseille-Provence

AUTEURS DU DOCUMENT

- Yann Channac

Intervenants techniques :

- Aurélie Stoerkel
- Flavy Manieri
- Romain Bourjot
- Sébastien Viennot
- Simon Vaiedelich

SOMMAIRE

1. Contexte, préparation de l'étude et moyens déployés 6
1.1 L'air d'un quartier soumis à l'influence des autoroutes et du chauffage domestique 6
1.2 Modélisation du panache de la chaufferie 7
1.3 Moyens déployés durant la campagne 8
2. Résultats des mesures de la qualité de l'air 9
2.1 Particules PM10 9
2.2 Black Carbon 11
2.3 Nombre de particules 13
2.4 Oxydes d'azote 14
2.5 Exemples de « pics » de pollution 17
2.5.1 Episode d'origine « biomasse » majoritaire (21-22/03/2018) 18
2.5.2 Episode d'origine « fossile » majoritaire (06-07/03/2018) 19
2.5.3 Episode d'origine mixte « biomasse » et « trafic » (03-04/03/2018) 20
2.5.4 Episode d'origine majoritairement hors combustion (25-26/04/2018) 21
3. Conclusion 22
GLOSSAIRE 23
ANNEXES 27

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 Sources de pollution, effets sur la santé, règlementation et recommandations OMS 28

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Mesures de particules PM10 durant la campagne 9
Tableau 2 : Mesures de Black Carbon du 26 février au 7 mai 2018 11
Tableau 3 : Mesures de NO et NO_2 durant la campagne 14

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Situation de la zone d'études et plan d'échantillonnage 6
Figure 2 : Rose des vents durant la campagne de mesure Encagnane-Beauvalle 2018 7
Figure 3 : Modélisations des situations de vent les plus pénalisantes et les plus fréquentes : vent faible, continu, d'est-sud-est (27/12/15) ou d'ouest-nord-ouest (26/12/16) 7
Figure 4 :Modélisation annuelle 2017 des particules PM10 sur la zone de la campagne 9
Figure 5 : Concentrations journalières de PM10 durant la campagne 10
Figure 6 : Profil moyen journalier en PM10 durant la campagne 10
Figure 7 : Part du Black Carbon issu de la combustion de biomasse (% wood burn) durant la campagne 11
Figure 8 : Roses de pollution de BC issu de la combustion de biomasse (WB, à gauche) et des combustibles fossiles (FF, à droite) 12
Figure 9 : Contribution de la combustion de biomasse (wb), des combustibles fossiles (ff) et des autres sources (ot) à la masse totale de PM10, calculée à partir de la mesure du Black Carbon 12
Figure 10 : Rose des pollutions en nombre de particules durant la campagne, pour les classes de taille suivantes : 0.25-0.5, 0.5-1, 1-2.5 µm (en haut), 2.5-5, 5-10 et supérieures à 10 µm (en bas) 13
Figure 11 : Modélisation annuelle 2017 du dioxyde d'azote (NO_2) sur la zone de la campagne 14
Figure 12 : Profil moyen journalier en NO et NO_2 durant la campagne 15
Figure 13 : Concentrations journalières de NO et NO_2 durant la campagne 16
Figure 14 : Rose des pollutions en NO_2 et NO durant la campagne 17
Figure 15 : Concentrations horaires mesurées les 21 et 22/03/2018 en BC équivalent PM10, PM10 et NOx 18
Figure 16 : Concentrations horaires mesurées les 06 et 07/03/2018 en BC équivalent PM10, PM10 et NOx 19
Figure 17 : Concentrations horaires mesurées les 03 et 04/03/2018 en BC équivalent PM10, PM10 et NOx 20
Figure 18 : Concentrations horaires mesurées les 25 et 26/04/2018 en BC équivalent PM10, PM10 et NOx 21

1. Contexte, préparation de l'étude et moyens déployés

1.1 L'air d'un quartier soumis à l'influence des autoroutes et du chauffage domestique

Les quartiers d'Encagnane et de la Beauvalle sont situés au sud-ouest de la zone centre d'Aix-en-Provence, dans la courbure des autoroutes A8 et A51. Ce sont des quartiers densément peuplés, avec une population de 8000 à 25 000 habitants/km².

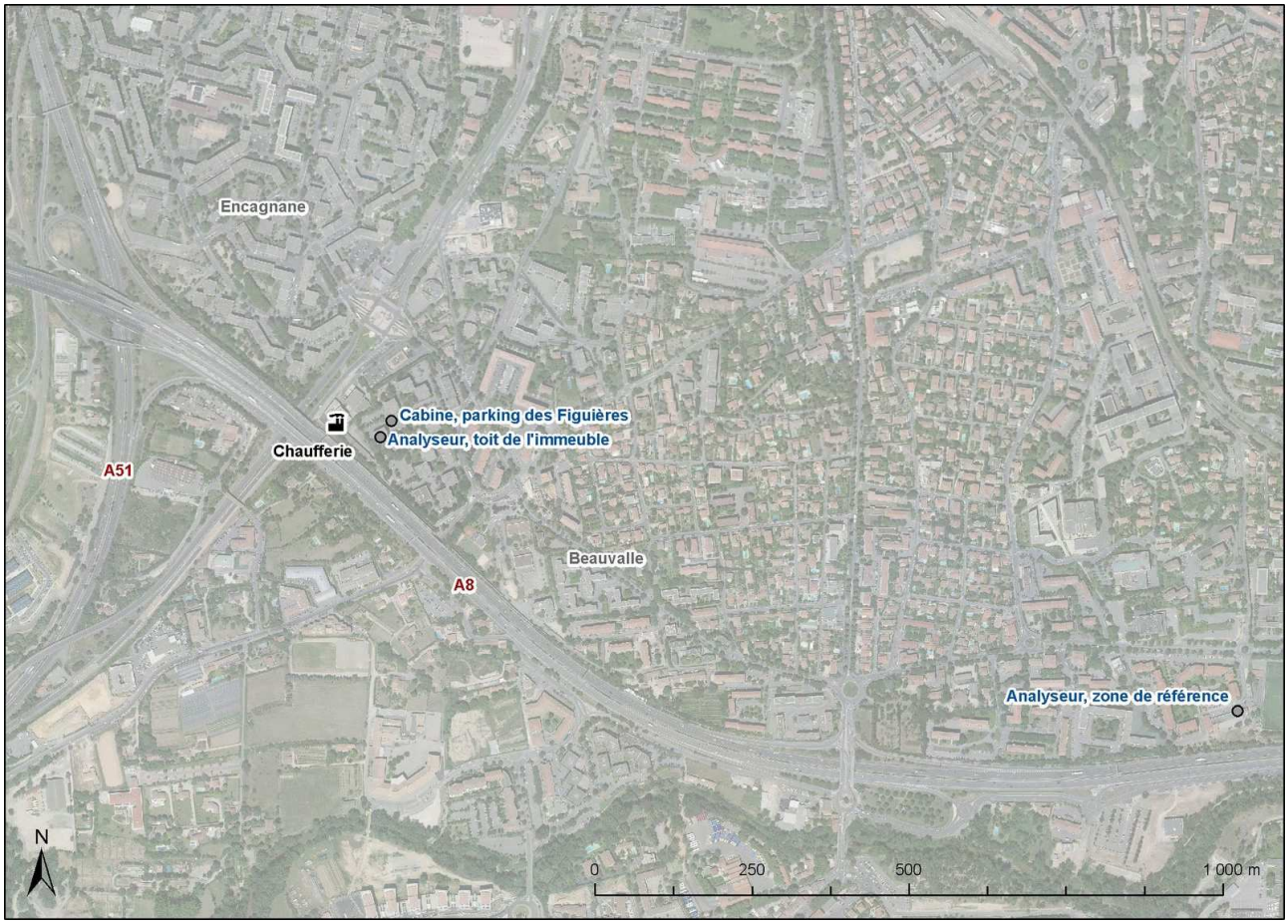

Figure 1 : Situation de la zone d'études et plan d'échantillonnage

Une chaufferie est installée à la limite des deux quartiers. Elle est passée du gaz à la biomasse en décembre 2013. Une première étude[1] a été réalisée à ce moment-là à Air PACA, aujourd'hui AtmoSud, afin d'évaluer l'influence de cette chaufferie sur la qualité de l'air.

Cette première étude conclut à des niveaux supérieurs aux valeurs limites pour la protection de la santé pour les PM10 et le NO_2, sous l'influence majoritaire du trafic automobile. L'influence de la chaufferie sur la qualité de l'air semble limitée sur les sites échantillonnés. Par contre, des niveaux élevés en NO ont été mesurés sur l'Ecole des Floralies la nuit, sans que la source puisse en être identifiée.

Des nuisances continuant à être perçue par les riverains, il est décidé de poursuivre ces travaux par une deuxième étude, avec des mesures plus proches de la chaufferie.

[1] « Aix-en-Provence : Encagnane-Beauvalle – Impact sur la qualité de l'air du passage de la chaufferie collective au combustible biomasse », Air PACA, décembre 2014

1.2 Modélisation du panache de la chaufferie

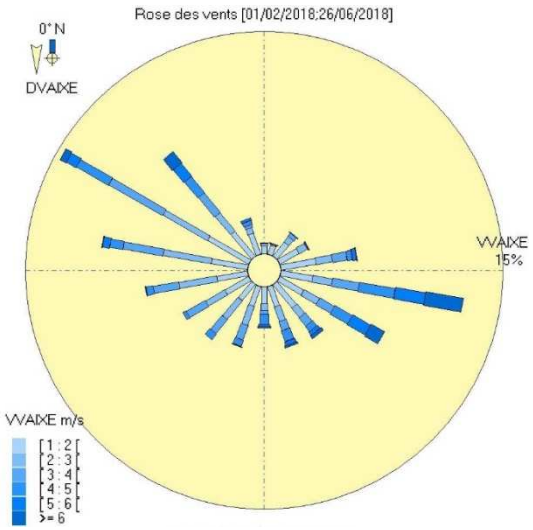

Figure 2 : Rose des vents durant la campagne de mesure Encagnane-Beauvalle 2018

Les zones de retombées d'un panache sont fortement dépendantes du vent (cf. Figure 2 ci-dessus), de la hauteur de cheminée, de la vitesse et de la température d'éjection des gaz. Afin de positionner les capteurs dans la zone de retombée maximale du panache de la chaufferie, une modélisation[2] des situations météorologiques les plus fréquentes et les plus pénalisantes a été effectuée (cf. Figure 3 ci-dessous).

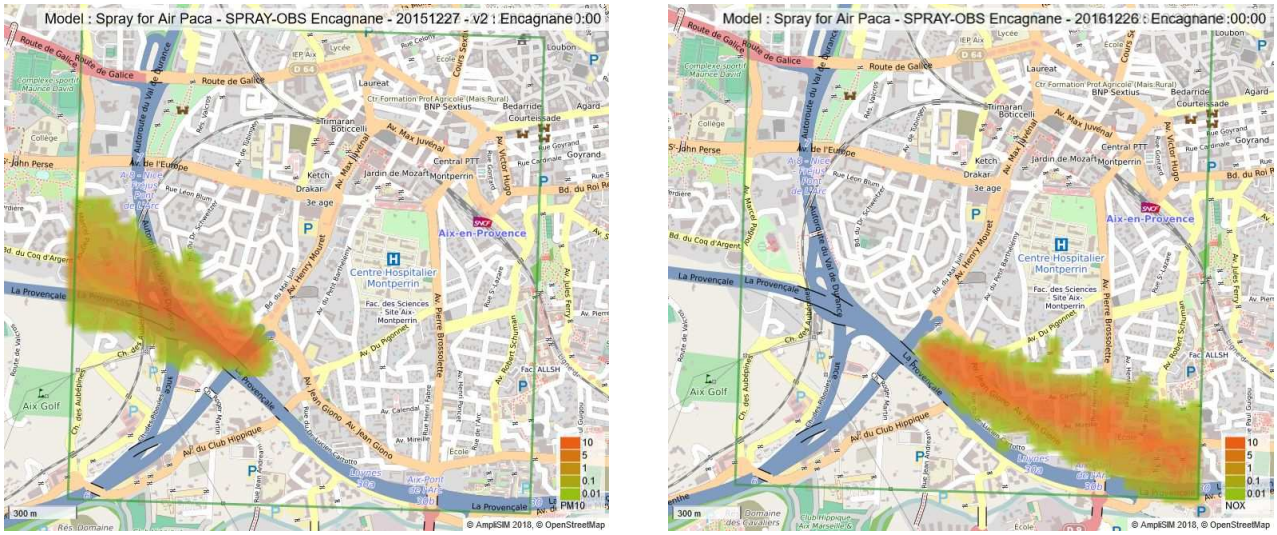

Figure 3 : Modélisations des situations de vent les plus pénalisantes et les plus fréquentes : vent faible, continu, d'est-sud-est (27/12/15) ou d'ouest-nord-ouest (26/12/16)

Illustration du gradient des concentrations PM10 et NOx (sans unité)

La zone de retombée maximale du panache est évaluée à 50-100 m de la cheminée, dans la direction du vent. Les seuls logements situés à cette distance sont ceux de la résidence des Figuières. Le panache peut également être intercepté par des bâtiments élevés, résultant en une différence de concentrations entre le sol et le haut du bâtiment.

[2] Le modèle PMSS (Parallel Micro-SWIFT-SPRAY) est un modèle lagrangien qui permet de reproduire la dispersion des panaches de pollution dans les 3 dimensions de l'espace en considérant de manière fine (échelle métrique) la topographie ainsi que les modifications d'écoulement induit par des obstacles, comme les bâtiments par exemple. La météo utilisée est issue du modèle WRF.

1.3 Moyens déployés durant la campagne

Grâce aux informations tirées des modélisations de panache, les mesures sur le terrain ont été réalisées sur trois points (cf. Figure 1, page 6) :

- Sur le parking de la résidence des Figuières directement adjacent à la chaufferie, entre les quatre premiers bâtiments à l'est de celle-ci, pour mesurer la zone de retombée maximale du panache dans la zone habitée.
- Sur le toit du bâtiment le plus à l'ouest de la résidence pour comparer les concentrations au niveau du sol et au niveau des étages les plus élevés. Le bâtiment situé juste au nord de celui-ci n'a pas été retenu afin de ne pas être influencé par la cheminée de la chaufferie de la résidence.
- Sur le bâtiment sportif du stade Ruocco, afin de disposer d'une référence exposée à l'influence de l'autoroute mais pas à celle de la chaufferie.

Les polluants suivants ont été mesurés :

- Particules PM10, sur le parking
- Oxydes d'azote (NO, NO_2 et NOx), sur les trois sites
- Black Carbon, sur le parking (du 26 février au 7 mai)
- Comptage du nombre de particules par taille, sur le toit du bâtiment

Ces paramètres sont des traceurs de combustion. L'analyseur de Black Carbon permet, en outre, de différentier le carbone issu de la combustion de la biomasse de celle des combustibles fossiles.

Les mesures ont été effectuées du 1er février au 26 juin 2018. Le début de la campagne a été retardé par rapport au planning initial en raison de délais d'installation et de démarrage plus longs que prévus.

L'ensemble des mesures réalisées durant cette campagne sont comparées aux sites de référence permanents du réseau d'AtmoSud, notamment les sites d'Aix Ecole d'Arts (site de fond), Aix Roy René (site de trafic) et Marseille Cinq Avenues (site de fond).

Trois micro-capteurs ont par ailleurs été déployés durant cette campagne. Malheureusement, des problèmes de fonctionnement à répétition sur ces appareils ont rendu les données inexploitables, les incertitudes étant trop fortes[3].

[3] Corrélations trop faibles entre les micro-capteurs et les mesures de référence pendant les périodes de calage en début et fin de campagne. Les micro-capteurs sont des méthodes de mesures en développement, encore soumis à de nombreux aléas de fonctionnement.

2. Résultats des mesures de la qualité de l'air

2.1 Particules PM10

Tableau 1 : Mesures de particules PM10 durant la campagne

En µg/m³	Parking les Figuières	Bâtiment les Figuières*	Aix Ecole d'Arts	Aix Roy René (proche du trafic)	Marseille Cinq Avenues
Moyenne de la campagne	20	15	19	25	21
Moyenne annuelle 2017**	(24)**	(19)**	22	25	28
Maximum journalier	50	35*	49	52	51
Maximum horaire	82	67*	180	264	153

*Fonctionnement du 26/2 au 26/6, mesure indicative par analyseur GRIMM.
** Entre parenthèse : estimation de la moyenne annuelle.

Les concentrations moyennes et journalières de PM10 sur le parking des Figuières sont équivalentes à celles des sites de fond d'Aix Ecole d'Arts et Marseille Cinq Avenues durant la campagne (cf. Tableau 1 ci-dessus). Les niveaux horaires maximums sont très modérés par rapport à ceux des sites permanents, avec un maximum enregistré de 82 µg/m³. **La valeur limite annuelle** (50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an) **n'est probablement pas dépassée sur ce site**, contrairement à ce qui avait été constaté en 2014 à l'école des Floralies, dans la mesure où le seuil journalier n'a pas été dépassé une seule fois pendant la campagne. Les concentrations de PM10 ont baissé sur l'ensemble de la région ces dernières années.

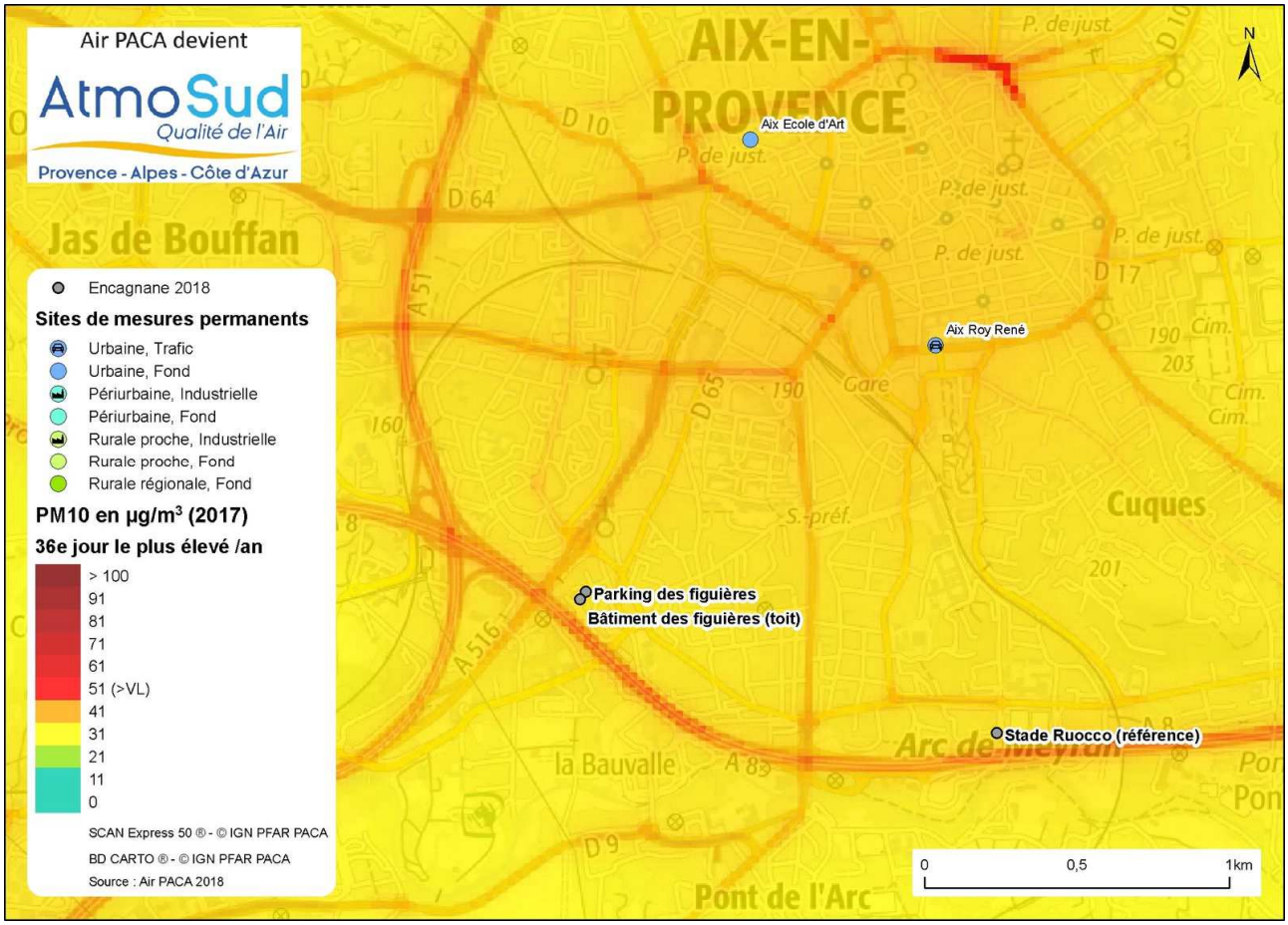

Figure 4 :Modélisation annuelle 2017 des particules PM10 sur la zone de la campagne

L'analyseur placé sur le toit du bâtiment fournit une valeur de PM10 indicative (incertitude plus forte liée à la méthode de mesure) de 15 µg/m³ sur sa période de mesure, soit une valeur estimée de 19 µg/m³ sur l'année 2017. Cette valeur est inférieure à celle du parking et des sites de référence, probablement en raison d'une plus forte dispersion du vent en toiture.

La modélisation réalisée pour l'année 2017 sur Aix-en-Provence (cf. Figure 4 ci-dessus), cohérente avec les mesures réalisées durant la campagne, montrent que les concentrations moyennes en PM10 sont relativement homogènes sur la zone, en dehors de la grande proximité des axes routiers. La ligne directrice recommandée par l'OMS reste dépassée sur toute la zone.

Les variations quotidiennes sur le parking ont été très similaires à celles du site de fond d'Aix Ecole d'Arts (cf. Figure 5 ci-dessous). Les variations de régime et les interventions sur la chaufferie (arrêts d'une à deux heures, puis redémarrage) ne semblent pas avoir eu un impact significatif sur les concentrations de PM10 observées.

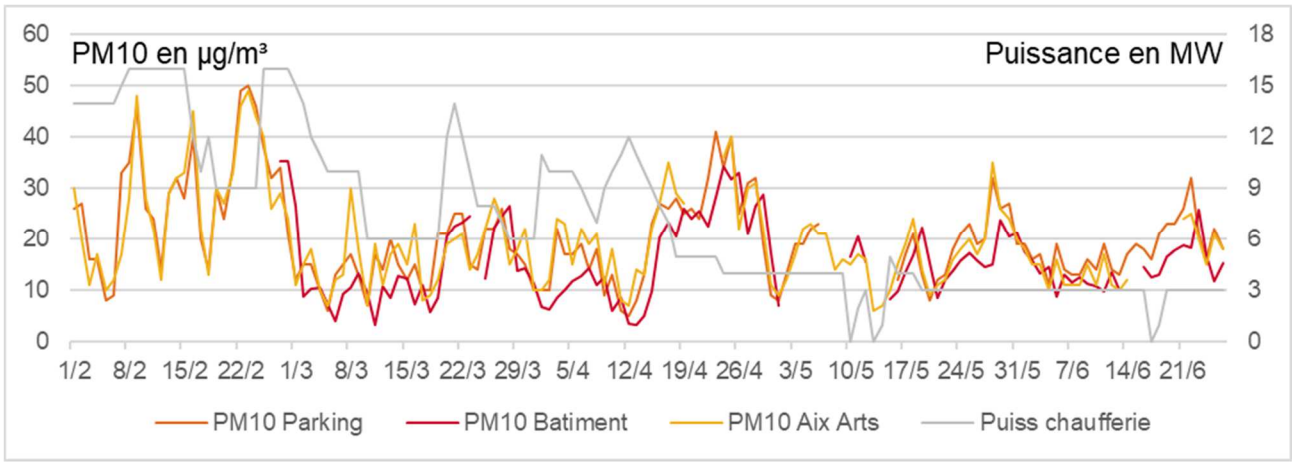

Figure 5 : Concentrations journalières de PM10 durant la campagne

Le profil moyen quotidien des PM10 sur le parking est également très proche de celui d'Aix Ecole d'Arts, avec une pointe du matin et un « creux » de l'après-midi moins prononcés (cf. Figure 6 ci-dessous). Cette légère différence pourrait traduire :

- Soit la présence d'une source de PM10 plus continue dans la journée (autoroute, chaudière),
- Soit une moindre influence de la balance des brises sur les concentrations de PM10, donc la présence de sources diffuses à la fois à l'est et à l'ouest de la résidence.

Le profil des PM10 sur le toit du bâtiment marque moins de variations, avec une légère remontée durant la nuit (chauffage, stabilité de l'air).

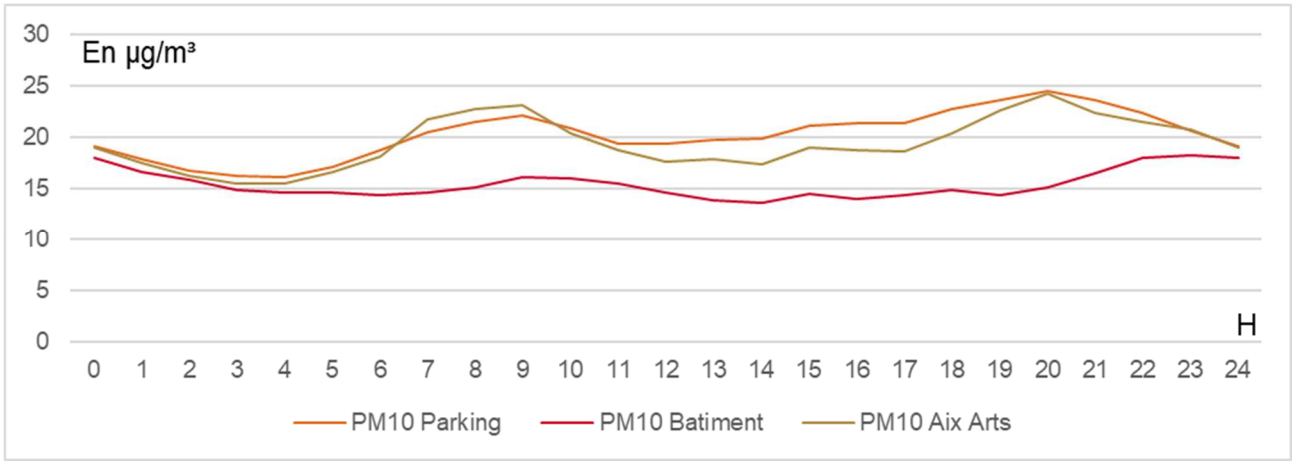

Figure 6 : Profil moyen journalier en PM10 durant la campagne

2.2 Black Carbon

La mesure du Black Carbon est encore peu répandue dans le parc de mesures permanentes. Le site de référence le plus proche est celui de Marseille Cinq Avenues. C'est ce site qui servira de point de comparaison dans le cadre de cette étude.

Tableau 2 : Mesures de Black Carbon du 26 février au 7 mai 2018

	Parking les Figuières	Marseille Cinq Avenues
Part de la combustion de biomasse dans le Black Carbon	14%	12%
PM10 liées à la combustion de biomasse	2.3 µg/m³ (16% des PM10)	2.1 µg/m³ (11% des PM10)
PM10 liées aux combustibles fossiles	2.5 µg/m³ (18% des PM10)	2.9 µg/m³ (15% des PM10)

La part de biomasse dans le Black Carbon mesurée sur les deux sites est légèrement supérieure aux Figuières (cf. Tableau 2 ci-dessus). Elle est plus élevée en hiver sur les Figuières : cette part diminue progressivement entre le début des mesures de BC fin février (15-30% sur les Figuières, 10-20% sur Cinq Avenues) et la fin des mesures de BC début mai (5-15% sur les deux sites). Cette baisse traduit la diminution de l'usage du chauffage au bois à mesure que les températures radoucissent (cf. Figure 7 ci-dessous). Cette part de combustion de biomasse ne semble pas directement liée au taux de fonctionnement de la chaudière.

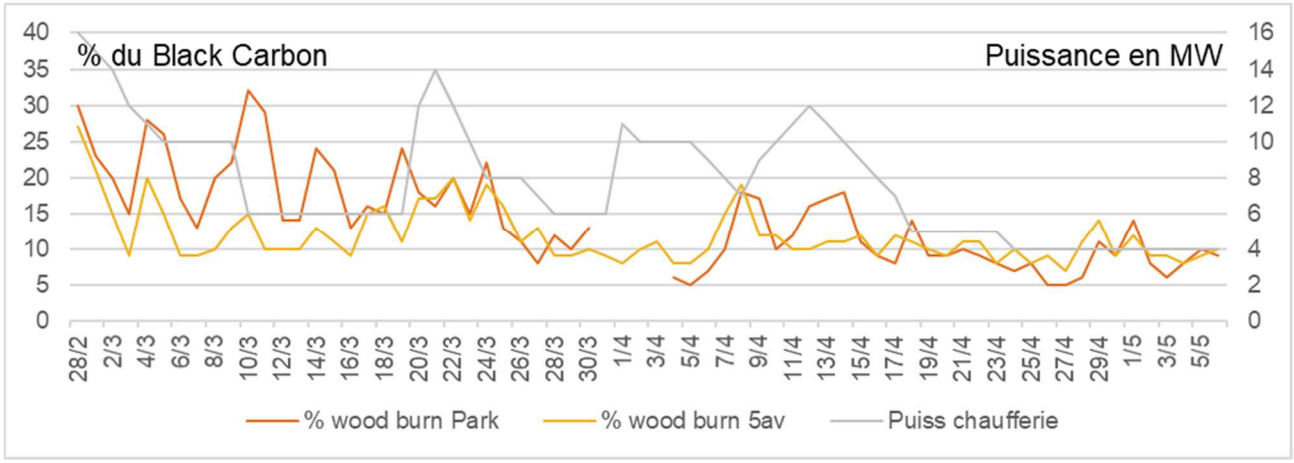

Figure 7 : Part du Black Carbon issu de la combustion de biomasse (% wood burn) durant la campagne

Les données de Black Carbon ont été croisées avec les données de vent pour tracer des roses de pollution, figurant les concentrations moyennes associées à chaque direction et vitesse de vent (cf. Figure 8 ci-dessous). Ces représentations permettent de visualiser plusieurs informations :

- La chaufferie est directement dans l'une des deux principales directions de vent qui touchent les Figuières.
- Les concentrations de BC les plus élevées sont enregistrées lorsque le vent est calme (<1 m/s).
- Pour les vitesses de vent faibles à modérées (1 à 3 m/s), **les concentrations les plus élevées de BC proviennent principalement de l'ouest-nord-ouest (chaufferie, Encagnane), mais également du nord-est (av. Jean Giono et quartiers au-delà) et du sud (autoroute et au-delà)**.
- **La répartition du BC issu de la combustion de la biomasse et celle du BC issu des combustibles fossiles sont très similaires, ce qui semble montrer une contribution de l'ensemble des activités humaines de la zone, plutôt qu'une source en particulier**.
- Le vent de sud-est faible à modéré apporte globalement des concentrations de BC plus faible, avec plus de contribution de la combustion de la biomasse.

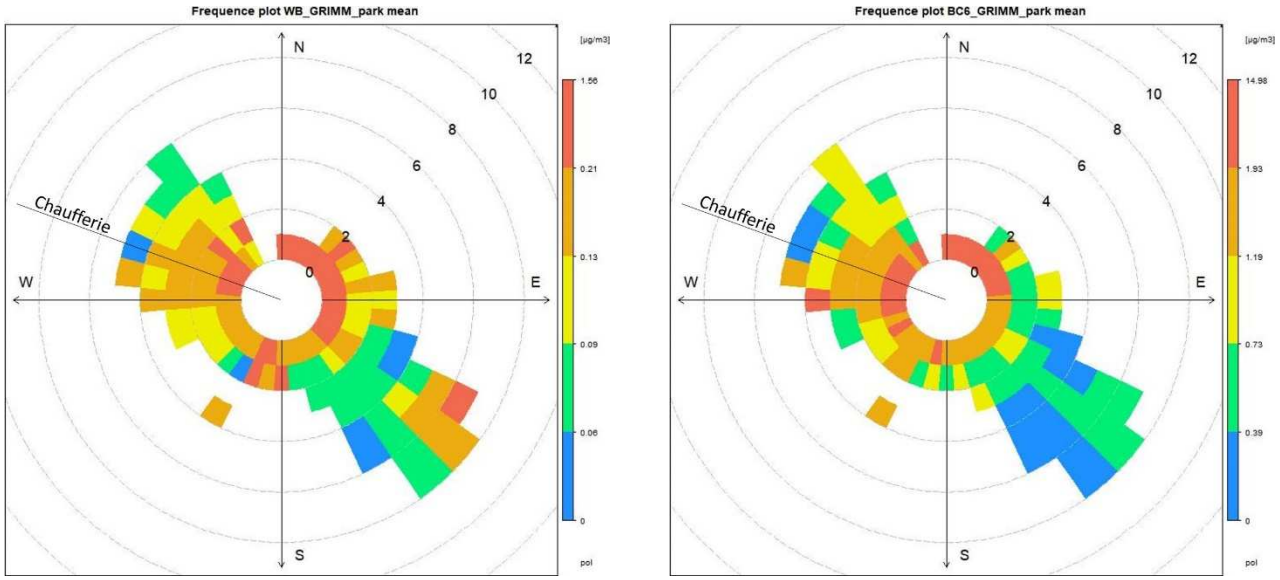

Figure 8 : Roses de pollution de BC issu de la combustion de biomasse (WB, à gauche) et des combustibles fossiles (FF, à droite)

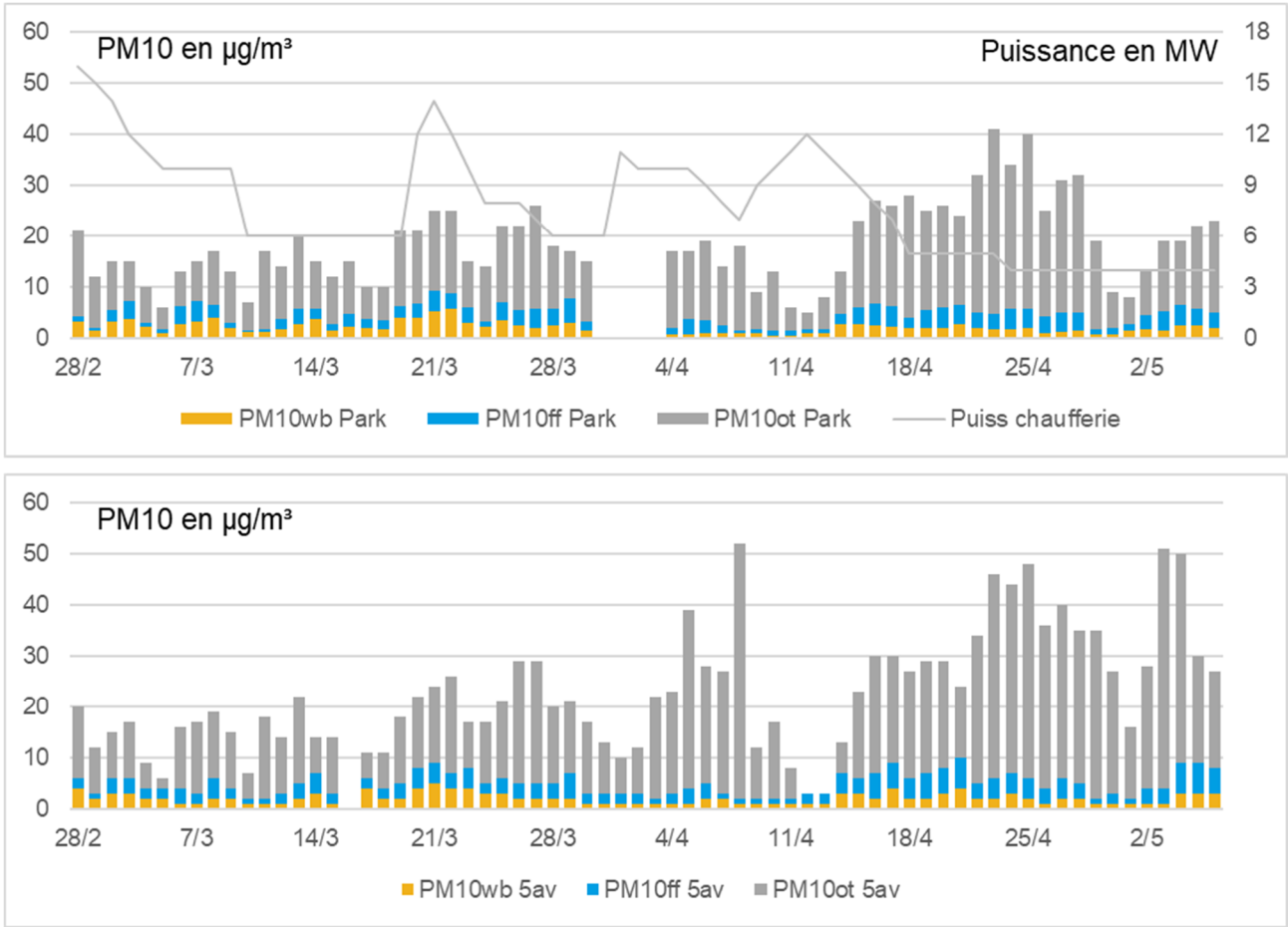

Figure 9 : Contribution de la combustion de biomasse (wb), des combustibles fossiles (ff) et des autres sources (ot) à la masse totale de PM10, calculée à partir de la mesure du Black Carbon

L'analyse des données de Black Carbon issu de la combustion de biomasse (wood burning – wb) et des combustibles fossiles (fossil fuel – ff) permet de reconstituer partiellement les sources de PM10 qui touchent le parking des Figuières (cf. Tableau 2 ci-dessus). La contribution relative de la biomasse par rapport aux combustibles fossiles est plus élevée sur le parking qu'aux Cinq Avenues. Cependant, dans les deux cas les sources de combustion n'expliquent qu'un quart de la masse totale de particules (cf. Figure 9 ci-dessus). Les autres sources habituelles de particules sont :

- L'usure des matériaux (routes, plaquettes de freins)
- L'érosion (particules minérales)
- Les embruns (sels)
- Les aérosols secondaires (réactions chimiques de l'atmosphère à partir des NOx et COV, notamment)

La part réelle de contribution de la combustion à la masse de PM10 est supérieure : en effet, les émissions issues de la combustion vont également provoquer indirectement la génération d'aérosols secondaires.

2.3 Nombre de particules

Le compteur de particules utilisé durant cette étude mesurait le nombre de particules en fonction de leur taille, à partir de 250 nm de diamètre. Les données étaient ensuite regroupées par classe de taille : 0.25 à 0.5 µm, 0.5 à 1 µm, 1 à 2.5 µm, 2.5 à 5 µm, 5 à 10 µm et supérieures à 10 µm. Cet appareil a également permis de fournir une mesure indicative de la masse de PM10 sur le toit de l'immeuble, ce qui n'aurait pas été possible avec un analyseur de particules classique (cf. chapitre 0, page 9).

Les particules issues de la combustion du bois sont, pour la plupart, d'un diamètre inférieur à 0.2 µm, inférieur à la gamme de mesure de cet appareil. L'analyse de ces données croisées avec les directions de vent permet cependant de vérifier s'il n'existe pas une différence dans la provenance des particules en fonction de la taille (cf. Figure 10 ci-dessous).

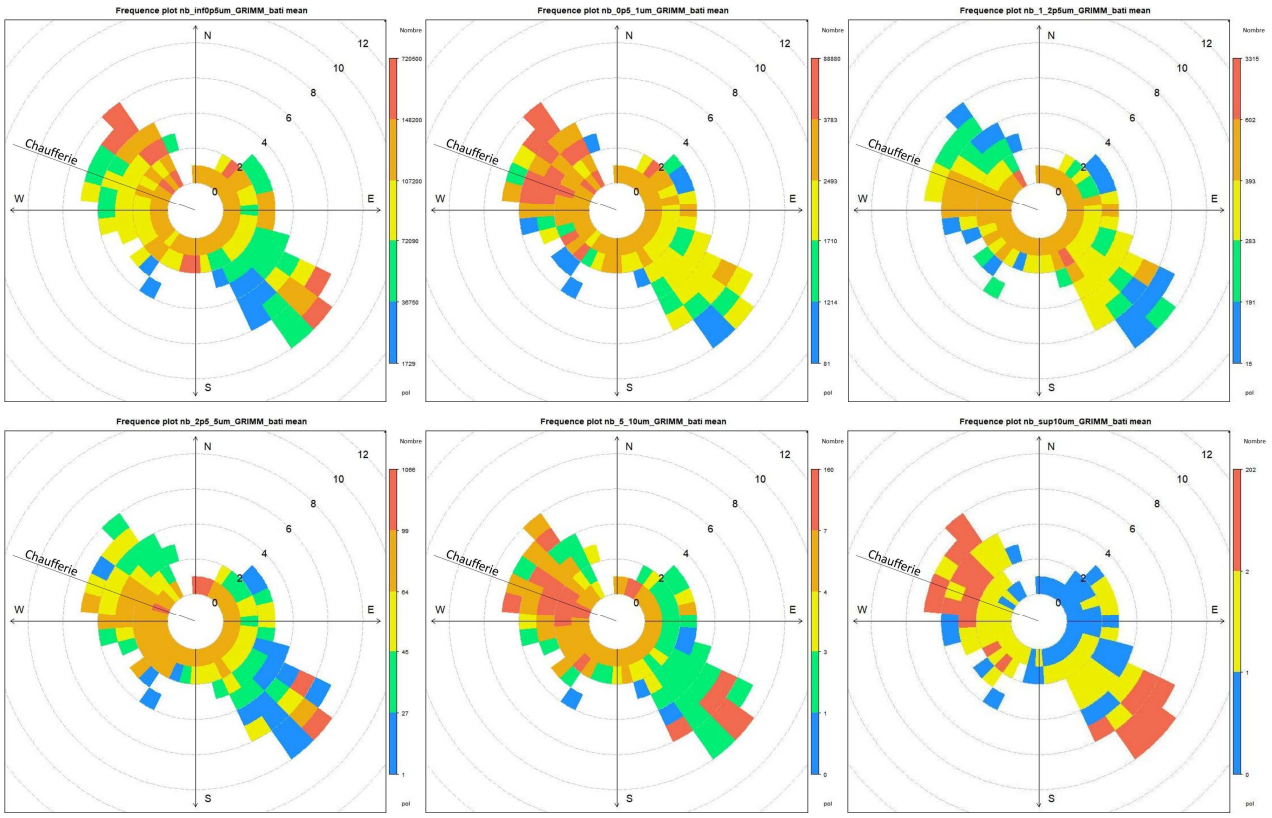

Figure 10 : Rose des pollutions en nombre de particules durant la campagne, pour les classes de taille suivantes : 0.25-0.5, 0.5-1, 1-2.5 µm (en haut), 2.5-5, 5-10 et supérieures à 10 µm (en bas)

Comme pour les autres polluants, les valeurs élevées sont principalement présentes pour les vents modérés d'ouest à nord-ouest et les vents faibles. On note cependant une légère différence entre :

- Les particules de 0.25-0.5 µm qui semblent provenir préférentiellement du nord-ouest / nord-nord-ouest,
- Les particules de 1-5 µm qui viennent plutôt de l'ouest / ouest-nord-ouest.

Il n'est pas possible avec les données disponibles aujourd'hui de donner une explication à ce constat.

Remarque : les nombres plus élevés de grosses particules (>10 µm) observés dans les cas de vents forts sont causés par des phénomènes d'arrachage, ou réenvol de particules sous l'effet du vent.

2.4 Oxydes d'azote

Tableau 3 : Mesures de NO et NO_2 durant la campagne

En µg/m³	Bâtiment les Figuières	Parking les Figuières	Stade Ruocco	Aix Ecole d'Arts	Aix Roy René (proche du trafic)	Marseille Cinq Avenues
Moyenne en NO (campagne)	19	20	14	6	25	5
Moyenne en NO_2 (campagne)	25	35	31	20	38	25
Moyenne Annuelle 2017 en NO_2*	(31)*	(43)*	(38)*	27	45	29
Max journalier en NO_2	58	72	60	53	68	56
Max horaire en NO_2	114	122	103	113	130	107

* Entre parenthèse : estimation de la moyenne annuelle.

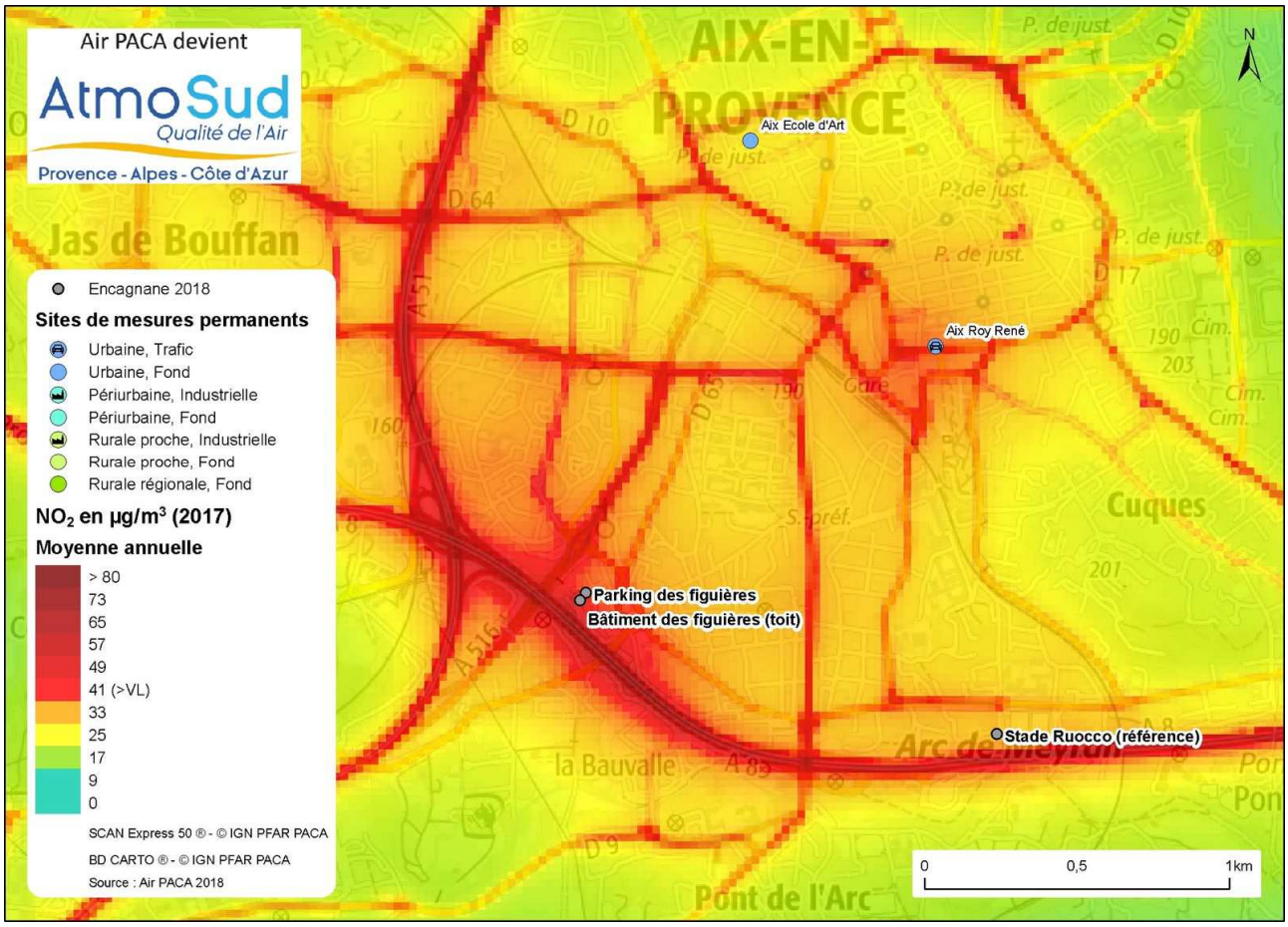

Figure 11 : Modélisation annuelle 2017 du dioxyde d'azote (NO_2) sur la zone de la campagne

La moyenne en dioxyde d'azote (NO_2) mesurée sur le parking des Figuières durant la campagne est proche de la **valeur limite annuelle pour la protection de la santé** (40 µg/m³). Si on estime la moyenne annuelle, par comparaison aux sites permanents et à leur moyenne annuelle 2017, **ce seuil réglementaire est dépassé sur le site de mesure** (cf. Tableau 3 ci-dessus). Ces données sont cohérentes avec la modélisation annuelle de 2017 sur Aix-en-Provence (cf. Figure 11 ci-dessus).

Les concentrations moyennes de dioxyde d'azote (NO_2) et de monoxyde d'azote (NO) sur le parking des Figuières sont supérieures à celles du stade Ruocco, pourtant situé à la même distance de l'autoroute. Les mesures réalisées sur le toit du bâtiment des Figuières, elles, révèlent une moyenne inférieure aux deux autres pour le NO_2, mais supérieure pour le NO.

Ces valeurs pourraient révéler une situation plus ventilée sur le toit (observation similaire pour les PM10), mais plus proche d'une source locale d'oxydes d'azote. En effet, les sources de combustion émettent un mélange de NO et de NO_2. Le NO est ensuite oxydé en NO_2 dans l'air ambiant dans les premières minutes après l'émission. Des niveaux plus élevés de NO par rapport au NO_2 révèlent donc que le NO n'a pas eu le temps de se transformer en NO_2. **Les sources potentielles d'oxydes d'azote à proximité du toit pourraient être la bretelle d'entrée dans Aix, et surtout la chaufferie biomasse. Ces sources pourraient expliquer la différence de concentration entre le parking et le stade Ruocco**. Ainsi, La chaufferie pourrait être la source de 10 à 15 % du dioxyde d'azote présent sur le parking.

En revanche, **les concentrations de NO sont, sur les deux sites des Figuières, largement inférieurs à ce qui avait pu être observé en 2013-2014 à l'école des Floralies**. Pour mémoire, la concentration moyenne mesurée sur ce site était de 103 µg/m³, avec des concentrations particulièrement élevées la nuit. Les concentrations journalières suivent d'ailleurs un profil plus classique, avec une pointe le matin et une pointe le soir (cf. Figure 12 ci-dessous). **Soit le phénomène constaté en 2014 s'est arrêté, soit il est localisé à proximité de l'école et ne s'étend pas jusqu'aux points de mesure échantillonnés dans cette seconde campagne**.

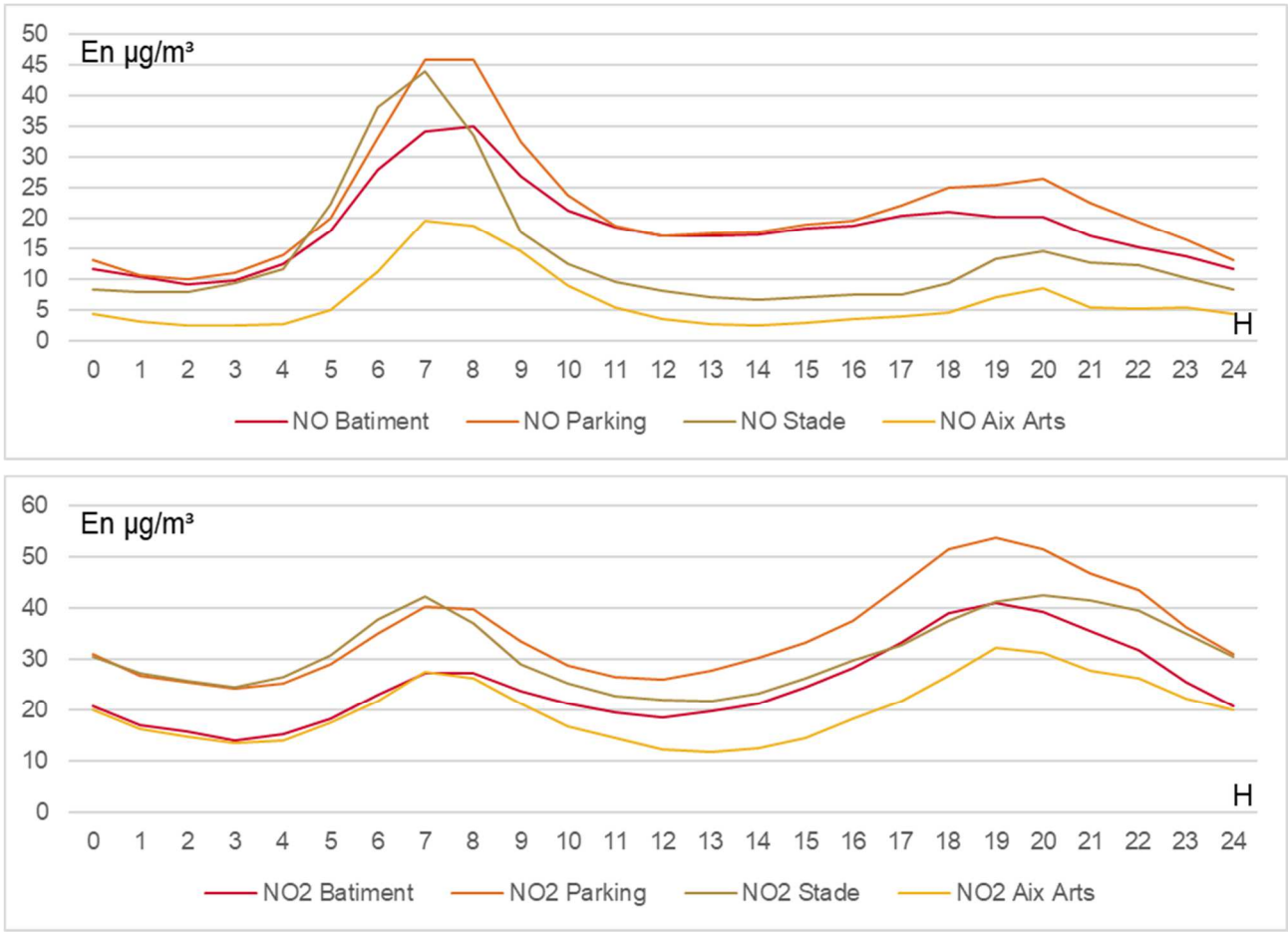

Figure 12 : Profil moyen journalier en NO et NO_2 durant la campagne

Les profils journaliers sur les deux sites des Figuières diffèrent cependant légèrement des profils des sites de référence :

- Les concentrations de NO descendent moins bas dans la journée, après la pointe du matin.
- La pointe du soir en NO_2 est plus élevée par rapport à la pointe du matin, du fait de l'oxydation du NO présent l'après-midi.

Ces différences peuvent être expliquées par une source proche de NO et NO_2 émettant en continu durant la journée.

En dehors de ces différences de niveaux, les variations quotidiennes sont très proches de celles des sites de référence (cf. Figure 13 ci-dessous), liées surtout à des variations météo (dispersion…). On constate une baisse forte du NO et une baisse faible du NO_2 entre l'hiver et l'été, ce qui correspond au comportement saisonnier habituel de ces polluants : en hiver, il y a plus d'émissions de polluants (chauffage, transports) et les conditions météorologiques plus favorables à l'accumulation des polluants. A l'inverse, en été, les brises vont favoriser la dispersion des polluants et l'ensoleillement va accélérer l'oxydation des oxydes d'azote en d'autres espèces chimiques (ozone, notamment).

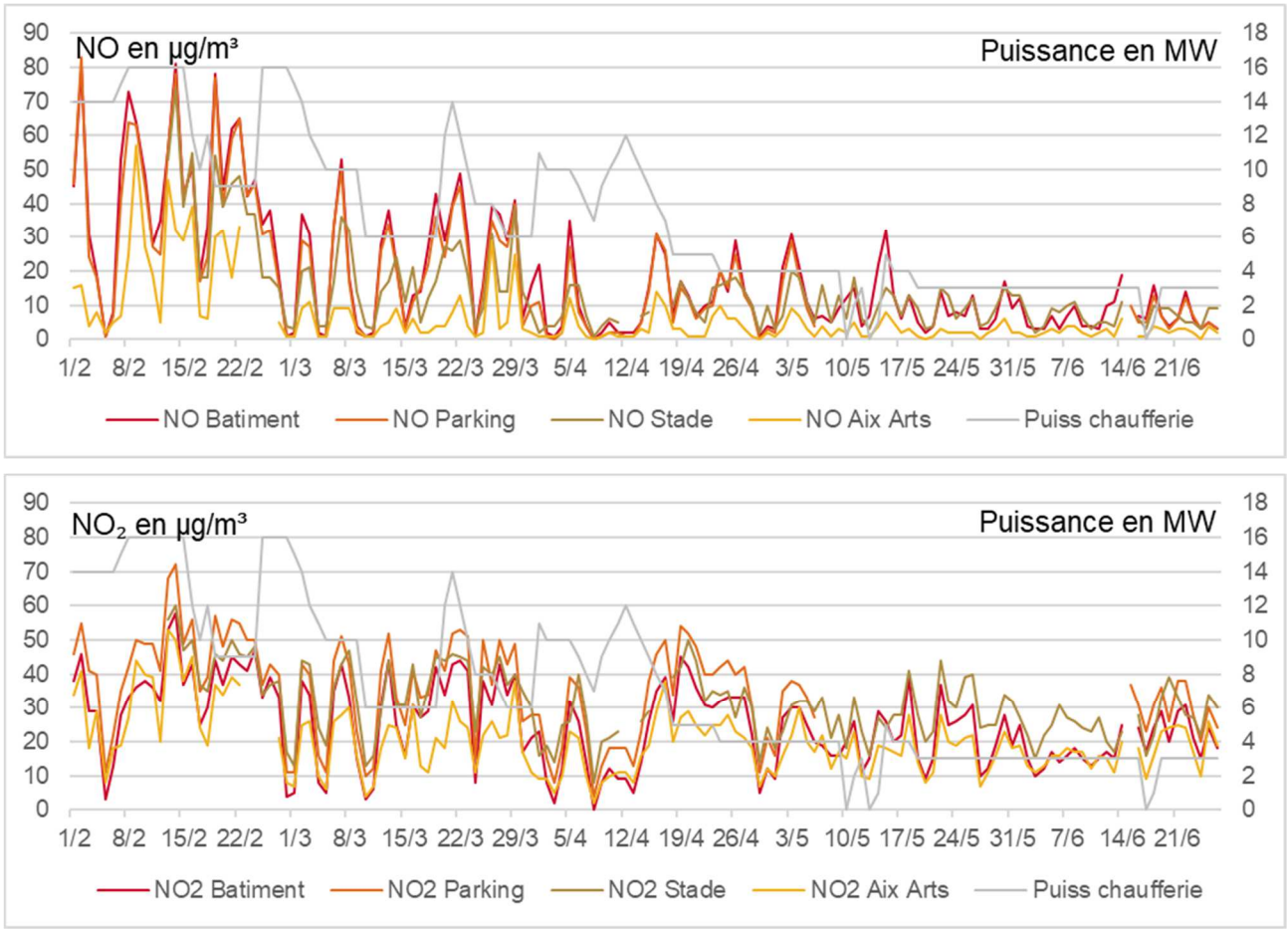

Figure 13 : Concentrations journalières de NO et NO_2 durant la campagne

Comme pour les particules, les directions de vent majoritairement associées aux concentrations les plus élevées de NO et NO_2 sont les vents d'ouest à nord-ouest (cf. Figure 14 ci-dessous), ce qui renforce l'hypothèse de la contribution de la chaufferie.

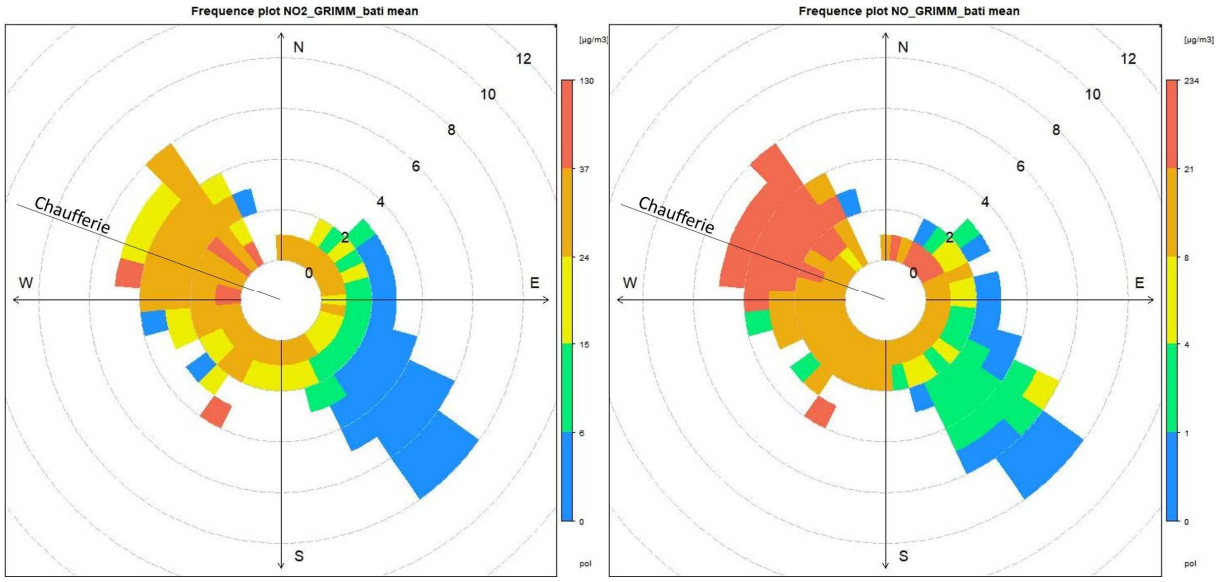

Figure 14 : Rose des pollutions en NO_2 et NO durant la campagne

2.5 Exemples de « pics » de pollution

Les concentrations horaires les plus élevées mesurées sur les sites de la campagne sont très proches de celles des sites permanents pour les NOx (cf. Tableau 3, page 14). En PM10, les valeurs de pointes des sites de la campagne sont même largement en dessous des sites permanents (cf. Tableau 1, page 9).

Si les valeurs de pointes sont habituelles sur des sites de fond, il n'en reste pas moins que la mesure de Black Carbon nous permet de distinguer des épisodes différents :

- Des épisodes d'origine « biomasse » majoritaire (deux cas sur la période de mesure)
- Des épisodes d'origine « fossile » majoritaire (trois cas sur la période de mesure)
- Des épisodes d'origine mixte « biomasse » et « trafic » (un cas sur la période de mesure)
- Des épisodes d'origine majoritairement hors combustion (tous les autres cas)

Ces cas ont duré entre une et six heures et n'ont pas provoqué de dépassement des valeurs de référence PM10. Les plus remarquables sont décrits ci-dessous.

2.5.1 Episode d'origine « biomasse » majoritaire (21-22/03/2018)

La nuit du 21 au 22 mars est marqué par une quasi-absence de vent (vent < 0.5 m/s) et des températures négatives en fin de nuit entraînant un usage accru du chauffage domestique. A minuit, les PM10 issues de la combustion de biomasse (PM10 wb) représentent plus de la moitié des particules mesurées au niveau du parking des Figuières (cf. Figure 15 ci-dessous). A ce moment-là, les concentrations de particules sont 19 µg/m³ plus élevées sur le parking que sur le site de référence : 34 µg/m³ sur le parking, 15 µg/m³ sur Aix Ecole d'Arts. Les concentrations de NOx sont de 243 µg/m³ sur le parking, contre 127 µg/m³ au stade Ruocco. Cette élévation locale des NOx simultanément aux PM10 désigne la chaufferie comme origine probable d'une partie de cet épisode. Les particules « biomasse » restent élevées toute la nuit. La pointe la plus élevée, tous polluant confondus, est observée à 8h le 22, lors de la pointe trafic du matin.

Durant ces deux jours, les concentrations moyennes aux Figuières étaient proches au niveau du parking et en haut du bâtiment : 25 µg/m³ sur le parking et 22-23 µg/m³ sur le toit du bâtiment, contre 20-21 µg/m³ à Aix Ecole d'Arts et 24-26 µg/m³ sur le site trafic d'Aix Roy René.

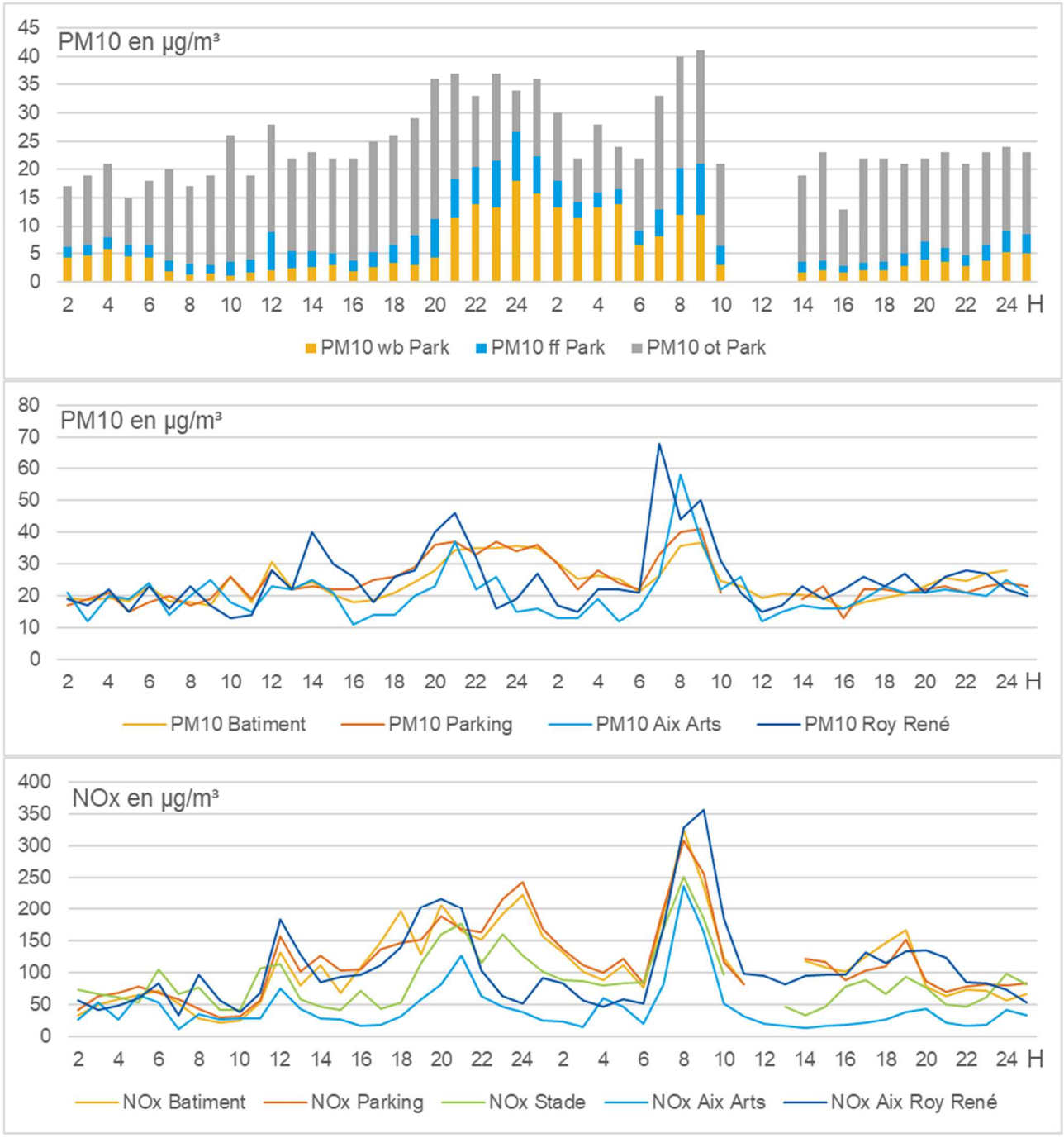

Figure 15 : Concentrations horaires mesurées les 21 et 22/03/2018 en BC équivalent PM10, PM10 et NOx

2.5.2 Episode d'origine « fossile » majoritaire (06-07/03/2018)

Le soir du 6 mars, le vent est faible (entre 0.5 et 1 m/s) de tendance ouest. On observe une hausse progressive des concentrations de PM10 jusqu'à 21h locale, avec une contribution principale de PM10 issues de combustibles fossiles (PM10 ff, cf. Figure 16 ci-dessous). Cette hausse des PM10 s'observe sur tous les sites de manière simultanée, et est accompagnée d'une hausse des NOx. Il s'agit d'un phénomène de stabilité atmosphérique avec accumulation de la pollution principalement automobile sur toute la ville. On note quand même une augmentation des PM10 « biomasse » (PM10 wb) à 21h locale.

Sur ces deux jours, les concentrations aux Figuières étaient de 13-15 µg/m³ au niveau du parking et 4-9 µg/m³ sur le toit du bâtiment, significativement plus élevés au niveau du sol. Pour comparaison, les concentrations étaient de 12-13 µg/m³ sur Aix Ecole d'Arts et 16-17 µg/m³ sur Aix Roy René.

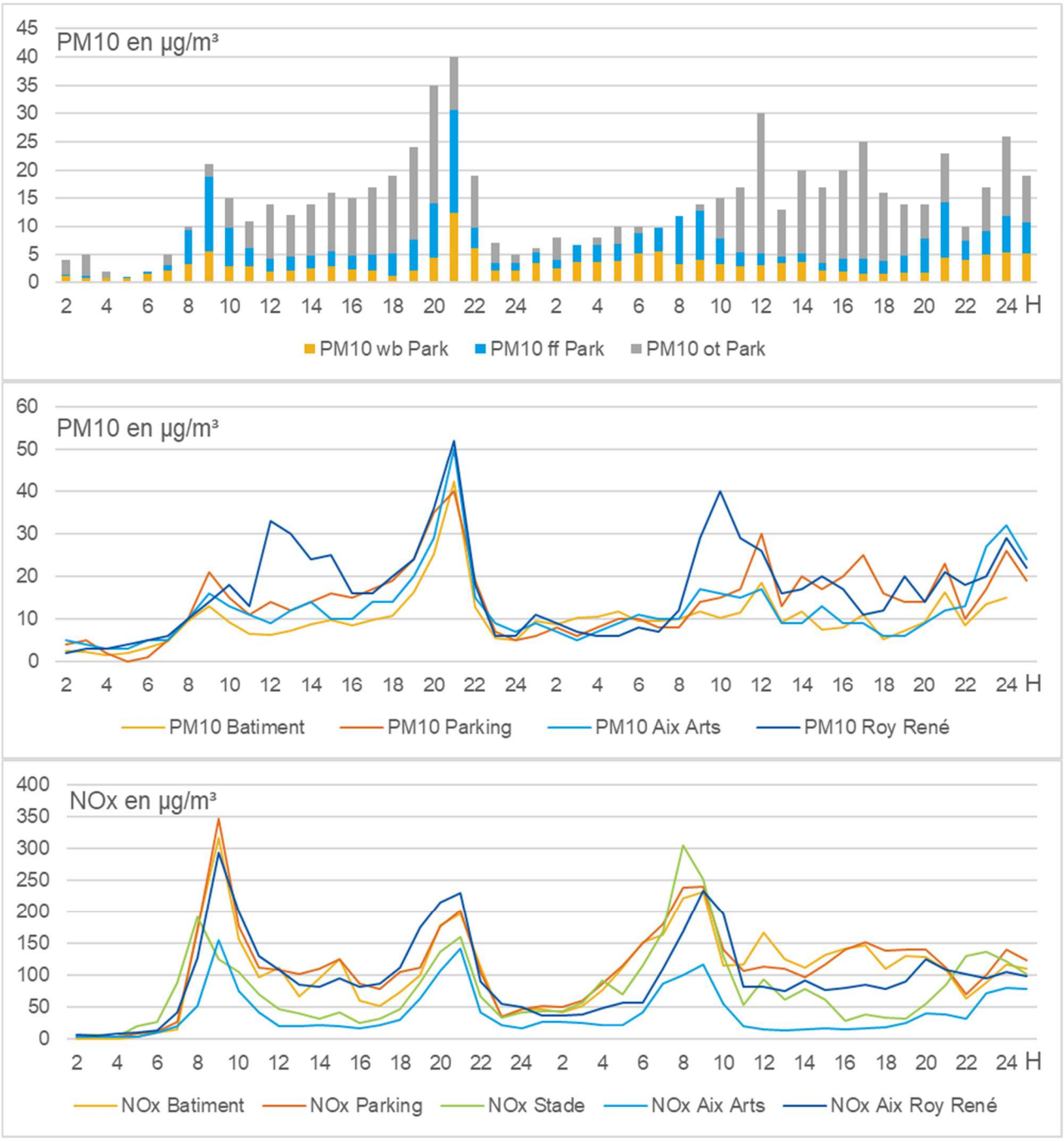

Figure 16 : Concentrations horaires mesurées les 06 et 07/03/2018 en BC équivalent PM10, PM10 et NOx

2.5.3 Episode d'origine mixte « biomasse » et « trafic » (03-04/03/2018)

La nuit du 3 au 4 mars est marquée par un vent quasi-nul, favorable à l'accumulation des polluants. Le maximum de PM10 et de NOx sur le parking est relevé à 21h (heure locale). A ce moment-là, la contribution principale (40%) des PM10 est issues des combustibles fossiles (PM10 ff, cf. Figure 17 ci-dessous).

A 22h (heure locale), les niveaux de PM10 et de NOx commencent à baisser. Le chauffage domestique prend le relai du trafic automobile avec une contribution majoritaire (53%) des PM10 issues de la combustion de biomasse (PM10 wb).

Les concentrations moyennes ont été plus élevées sur le parking et sur les sites permanents (respectivement 15, 18 et 17 µg/m³ sur le parking, Aix Ecole d'Arts et Aix Roy René) que sur le toit (10 µg/m³) le 3/3. Le 4/3, les niveaux ont été plus homogènes (10 µg/m³ sur le parking, 11 sur le toit, 10 sur Aix Ecole d'Arts et 9 sur Aix Roy René).

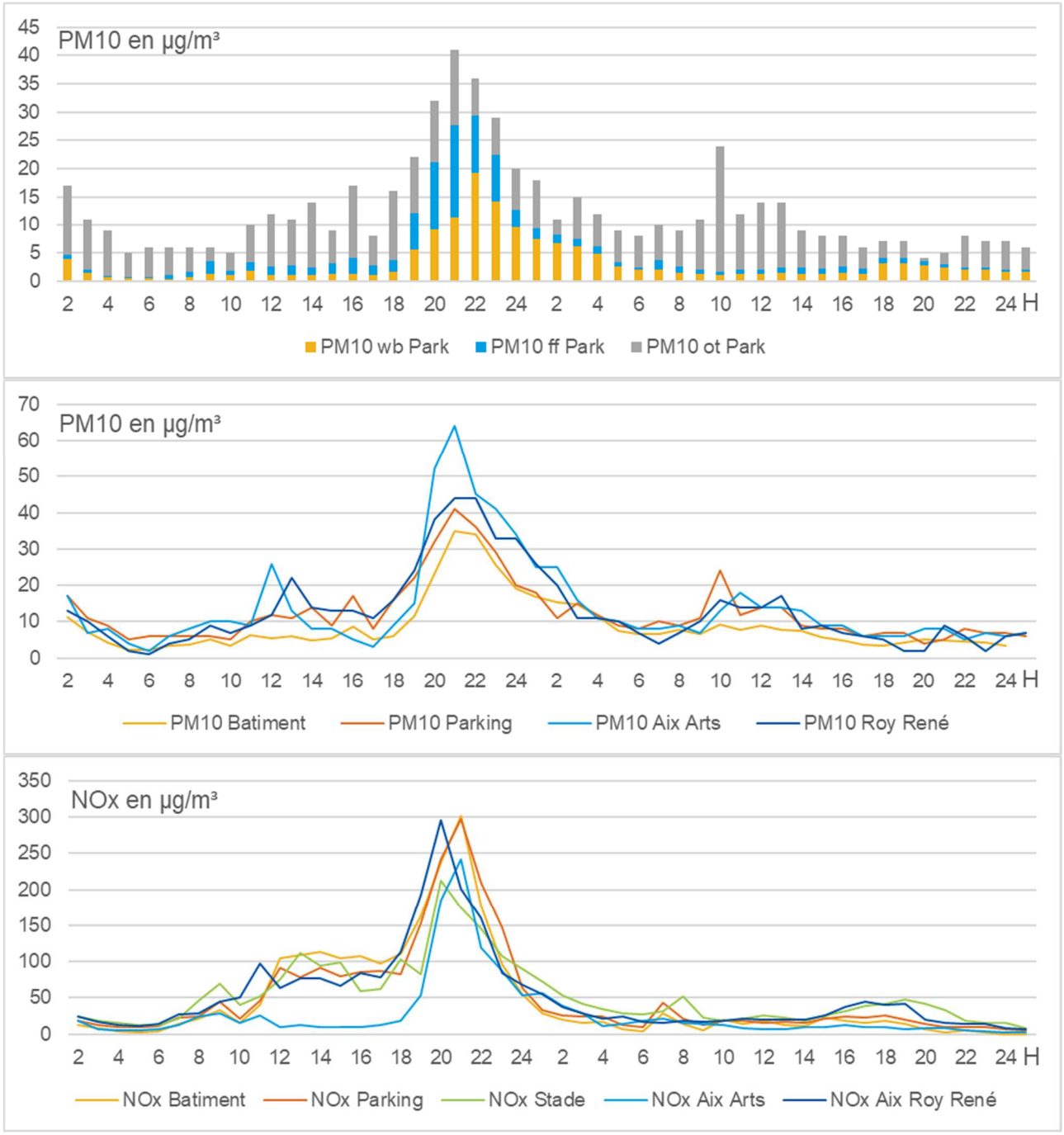

Figure 17 : Concentrations horaires mesurées les 03 et 04/03/2018 en BC équivalent PM10, PM10 et NOx

2.5.4 Episode d'origine majoritairement hors combustion (25-26/04/2018)

Les quelques jours entourant cet épisode sont caractérisés par des brises modérées dans la journée (vent d'ouest, 2 à 4 m/s) et un vent calme ou nul la nuit. Les températures oscillent entre 10-12°C minimum et 23-27°C maximum. Le 25 avril, une masse d'air chargée en particules arrive par la Méditerranée et augmente les concentrations de particules sur le sud de la région.

Les concentrations mesurées le 25 avril sont liées en grande partie à des particules issues de l'érosion, d'embruns marins, de particules terrigènes et du réenvol de particules grossières sous l'effet du vent. Les concentrations sont plus élevées au niveau du sol que sur le toit : 40 µg/m³ sur le parking, 40 à Aix Ecole d'Arts, 48 à Aix Roy René, 32 sur le toit. Le 26 avril, la masse d'air a été évacuée sous l'effet du vent et les niveaux retombent : 25 µg/m³ sur le parking, 22 sur Aix Ecole d'Arts, 36 sur Aix Roy René, 33 sur le toit.

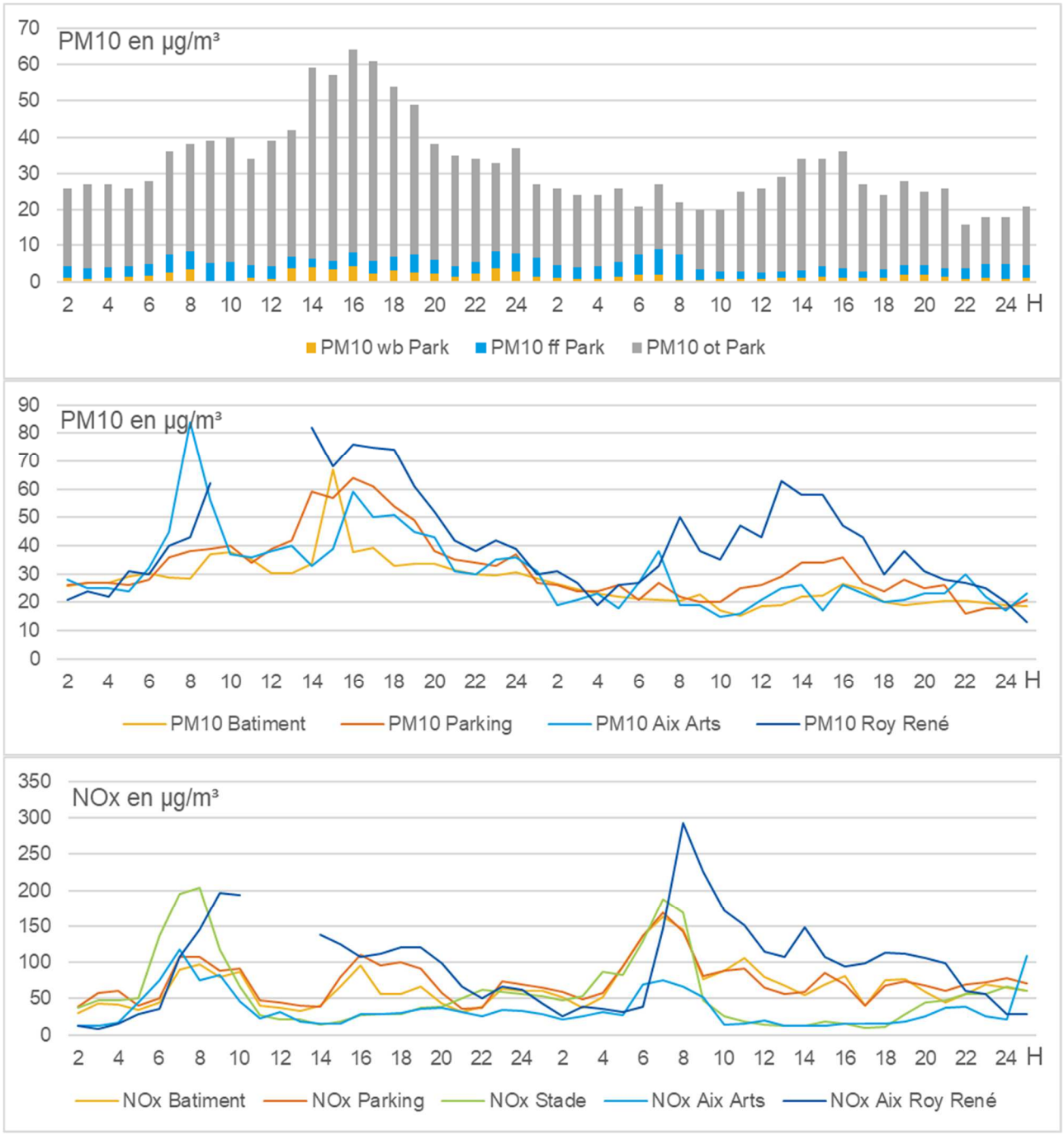

Figure 18 : Concentrations horaires mesurées les 25 et 26/04/2018 en BC équivalent PM10, PM10 et NOx

3. Conclusion

La qualité de l'air sur les quartiers des Figuières et d'Encagnane est soumise à l'influence principale de la circulation automobile, dont les autoroutes proches (A8, A51), mais également de la chaufferie biomasse qui les jouxte. Cette chaufferie contribue à une augmentation des concentrations déjà élevées en oxydes d'azote (NOx) sur le quartier. La valeur limite annuelle pour le dioxyde d'azote (NO_2) est dépassée sur le parking où ont été réalisées les mesures au sol.

L'influence de la chaufferie n'est pas perceptible sur la masse de particules PM10. Cependant, en hiver on note une contribution plus importante de la combustion de biomasse sur les niveaux de Black Carbon, par rapport au site de référence. Dans la mesure où cet accroissement n'est pas corrélé aux variations d'activité de la chaufferie, il est probable que le chauffage résidentiel individuel des quartiers environnants soit également à mettre en cause. D'autant les concentrations les plus élevées de Black Carbon issu de la combustion de biomasse semblent pouvoir provenir de plusieurs directions de vent différentes, et pas seulement de la direction de la chaudière.

Ces concentrations en particules en suspension ont suivi la tendance générale observée à la baisse sur la Région. La valeur limite pour la protection de la santé est respectée sur les Figuières, contrairement à 2014 sur les Floralies. Cependant, les niveaux restent supérieurs à la ligne directrice recommandée par l'OMS, comme sur toute la ville.

GLOSSAIRE

Définitions

Lignes directrices OMS : Seuils de concentration définis par l'OMS et basés sur un examen des données scientifiques accumulées. Elles visent à offrir des indications sur la façon de réduire les effets de la pollution de l'air sur la santé. Elles constituent des cibles à atteindre qui confère une protection suffisante en termes de santé publique.

Maximum journalier de la moyenne sur huit heures : Il est sélectionné après examen des moyennes glissantes sur huit heures, calculées à partir des données horaires et actualisées toutes les heures. Chaque moyenne sur huit heures ainsi calculée est attribuée au jour où elle s'achève ; autrement dit, la première période considérée pour le calcul sur un jour donné sera la période comprise entre 17 h la veille et 1 h le jour même ; la dernière période considérée pour un jour donné sera la période comprise entre 16 h et minuit le même jour.

Pollution de fond et niveaux moyens : La pollution de fond correspond à des niveaux de polluants dans l'air durant des périodes de temps relativement longues. Elle s'exprime généralement par des concentrations moyennées sur une année (pour l'ozone, on parle de niveaux moyens exprimés généralement par des moyennes calculées sur huit heures). Il s'agit de niveaux de pollution auxquels la population est exposée le plus longtemps et auxquels il est attribué l'impact sanitaire le plus important.

Pollution de pointe : La pollution de pointe correspond à des niveaux de polluants dans l'air durant des périodes de temps courtes. Elle s'exprime généralement par des concentrations moyennées sur la journée ou l'heure.

Procédures préfectorales : Mesures et actions de recommandations et de réduction des émissions par niveau règlementaire et par grand secteur d'activité.

Seuil d'alerte à la population : Niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou la dégradation de l'environnement, justifiant l'intervention de mesures d'urgence.

Seuil d'information-recommandations à la population : Niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine des groupes particulièrement sensibles de la population, rendant nécessaires des informations immédiates et adéquates.

Objectif de qualité : n niveau de concentration à atteindre à long terme, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement.

Valeur cible : Un niveau de concentration fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans la mesure du possible sur une période donnée.

Valeur limite : Un niveau de concentration fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser une fois atteint.

Couche limite : Couche atmosphérique en contact direct avec la surface terrestre, dans laquelle se produisent des modifications d'un point de vue dynamique et thermique. Son épaisseur varie d'une centaine de mètres à quelques kilomètres selon les caractéristiques du sol (rugosité, relief, …), la saison (humidité, flux de chaleur, température).

Particules d'origine secondaires : Les particules secondaires résultent de la conversion en particules, des gaz présents dans l'atmosphère. Cette conversion, soit directement gaz-solide, soit par l'intermédiaire des gouttes d'eau, est appelée nucléation. La nucléation est le mécanisme de base de la formation des nouvelles particules dans l'atmosphère. Les principaux précurseurs impliqués dans la formation des particules secondaires sont le dioxyde de soufre (SO_2), les oxydes d'azote (NOx et nitrates), les composés organiques volatils (COV) et l'ammoniac (NH3). Les particules secondaires sont essentiellement des particules fines (<2.5 µm).

AOT 40 : Égal à la somme des différences entre les concentrations horaires d'ozone supérieures à 80 µg/m^3 (mesurés quotidiennement entre 8 h et 20 h, heure d'Europe Centrale) et la valeur 80 µg/m^3 pour la période du 1er mai au 31 juillet de l'année N. La valeur cible de protection de la végétation est calculée à partir de la moyenne sur 5 ans de l'AOT40. Elle s'applique en dehors des zones urbanisées, sur les Parcs Nationaux, sur les Parcs Naturels Régionaux, sur les réserves Naturelles Nationales et sur les zones arrêtées de Protection de Biotope.

Percentile 99,8 (P 99,8) : Valeur respectée par 99,8 % des données de la série statistique considérée (ou dépassée par 0,2 % des données). Durant l'année, le percentile 99,8 représente dix-huit heures.

Sigles

AASQA : Association Agrées de Surveillance de la Qualité de l'Air

ADEME : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie

ANTS : Association Nationale des Techniques Sanitaires

ARS : Agence Régionale de Santé

CSA : Carte Stratégique Air

CERC : Cellule Économique Régionale du BTP PACA

DRAAF : Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt de la région PROVENCE-ALPES-CÔTE-D'AZUR

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

EPCI : Etablissement Public de Coopération Intercommunale

EQAIR : Réseau Expert Qualité de l'Air intérieur en région PROVENCE-ALPES-CÔTE-D'AZUR

IARC : International Agency for Research on Cancer

ISA : Indice Synthétique Air

LCSQA : Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air

OMS : Organisation Mondiale de la Sante

ORP PROVENCE-ALPES-CÔTE-D'AZUR : Observatoire des résidus de Pesticides en région PROVENCE-ALPES-CÔTE-D'AZUR

PCAET : Plan climat air énergie territorial

PDU : Plan de Déplacements Urbains

PLU : Plan local d'Urbanisme

PPA : Plan de Protection de l'Atmosphère

PRSA : Plan Régional de Surveillance de la qualité de l'Air

SCoT : Schéma de Cohérence Territoriale

ZAS : Zone Administrative de Surveillance

Unité de mesures

mg/m³ : milligramme par mètre cube d'air (1 mg = 10^{-3} g = 0,001 g)

µg/m³ : microgramme par mètre cube d'air (1 µg = 10^{-6} g = 0,000001 g)

ng/m³ : nanogramme par mètre cube d'air (1 ng = 10^{-9} g = 0,000000001 g)

TU : Temps Universel

Polluants

As : Arsenic

B(a)P : Benzo(a)Pyrène

BTEX : Benzène - Toluène - Éthylbenzène - Xylènes

C_6H_6 : Benzène

Cd : Cadmium

CO : Monoxyde de carbone

CO_2 : Dioxyde de carbone

COV : Composés Organiques Volatils

COVNM : Composés Organiques Volatils Non Méthaniques

HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

ML : Métaux lourds (Ni, Cd, Pb, As)

Ni : Nickel

NO / NO_2 : Monoxyde d'azote / Dioxyde d'azote

NOx : Oxydes d'azote

O_3 : Ozone

Pb : Plomb

PM non volatile : Fraction des particules en suspension présente dans l'air ambiant qui ne s'évapore pas à 50°C.

PM volatile : Fraction des particules en suspension qui s'évaporent entre 30°C et 50°C. Cette fraction des particules est mesurée depuis 2007.

PM 10 : Particules d'un diamètre < 10 µm

PM 2.5 : Particules d'un diamètre < 2,5 µm

SO_2 : Dioxyde de soufre

Classification des sites de mesure

Cette classification a fait l'objet d'une mise à jour au niveau national en 2015. Les stations de mesures sont désormais classées selon 2 paramètres leur environnement d'implantation et l'influence des sources d'émission.

Environnement d'implantation

- **Implantation urbaine** : Elle correspond à un emplacement dans une zone urbaine bâtie en continu, c'est-à-dire une zone urbaine dans laquelle les fronts de rue sont complètement (ou très majoritairement) constitués de constructions d'au minimum deux étages
- **Implantation périurbaine** : Elle correspond à un emplacement dans une zone urbaine majoritairement bâtie, constituée d'un tissu continu de constructions isolées de toutes tailles, avec une densité de construction moindre
- **Implantation rurale** : Elle est principalement destinée aux stations participant à la surveillance de l'exposition de la population et des écosystèmes à la pollution atmosphérique de fond, notamment photochimique.

Influence des sources

- **Influence Industrielle** : Le point de prélèvement est situé à proximité d'une source (ou d'une zone) industrielle. Les émissions de cette source ont une influence significative sur les concentrations.
- **Influence Trafic** : Le point de prélèvement est situé à proximité d'un axe routier majeur. Les émissions du trafic ont une influence significative sur les concentrations.
- **Influence de Fond** : Le point de prélèvement n'est soumis à aucun des deux types d'influence décrits ci-après. L'implantation est telle que les niveaux de pollution sont représentatifs de l'exposition moyenne de la population (ou de la végétation et des écosystèmes) en général au sein de la zone surveillée. Généralement, la station est représentative d'une vaste zone d'au moins plusieurs km².

ANNEXES

ANNEXE 1 Sources de pollution, effets sur la santé, règlementation et recommandations OMS

Sources de pollution

Les polluants atmosphériques ont diverses origines.

Polluants	Sources principales
O_3 Ozone	L'ozone (O_3) n'est pas directement rejeté par une source de pollution. C'est un polluant secondaire formé à partir des NO_X et des COV.
Particules en suspension (PM)	Les particules proviennent en majorité de la combustion à des fins énergétiques de différents matériaux (bois, charbon, pétrole), du transport routier (imbrûlés à l'échappement, usure des pièces mécaniques par frottement, des pneumatiques…), d'activités industrielles très diverses (sidérurgie, incinération, chaufferie) et du brûlage de la biomasse (incendie, déchets verts).
NO_X Oxydes d'azote	Les sources principales sont les véhicules et les installations de combustion.
SO_2 Dioxyde de soufre	Le dioxyde de soufre (SO_2) est un polluant essentiellement industriel. Les sources principales sont les centrales thermiques, les grosses installations de combustion industrielles, le trafic maritime, l'automobile et les unités de chauffage individuel et collectif.
COV dont le benzène Composés organiques volatils	Les COV proviennent de sources mobiles (transports), de procédés industriels (industries chimiques, raffinage de pétrole, stockage et distribution de carburants et combustibles liquides, stockages de solvants). Certains COV, comme les aldéhydes, sont émis par l'utilisation de produits d'usage courant : panneaux de bois en aggloméré, certaines mousses pour l'isolation, certains vernis, les colles, les peintures, les moquettes, les rideaux, les désinfectants… D'autres COV sont également émis naturellement par les plantes.
HAP Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques	Les HAP se forment par évaporation mais sont principalement rejetés lors de la combustion de matière organique. La combustion domestique du bois et du charbon s'effectue souvent dans des conditions mal maîtrisées (en foyer ouvert notamment), qui entraînent la formation de HAP.
CO Monoxyde de carbone	Combustion incomplète (mauvais fonctionnement de tous les appareils de combustion, mauvaise installation, absence de ventilation), et ce quel que soit le combustible utilisé (bois, butane, charbon, essence, fuel, gaz naturel, pétrole, propane).

Effets sur la santé

Les polluants atmosphériques ont un impact sur la santé variable en fonction de leur concentration dans l'air, de la dose inhalée et de la sensibilité des individus. Ils peuvent aussi avoir des incidences sur l'environnement.

<table>
<tr><th>Polluants</th><th>Effets sur la santé</th><th>Effets sur l'environnement</th></tr>
<tr><td>O_3
Ozone</td><td>- irritation des yeux
- diminution de la fonction respiratoire</td><td>- agression des végétaux
- dégradation de certains matériaux
- altération de la photosynthèse et de la respiration des végétaux</td></tr>
<tr><td>Particules en suspension</td><td rowspan="3">- irritation des voies respiratoires
- dans certains cas, altération des fonctions pulmonaires</td><td>- effets de salissures sur les bâtiments
- altération de la photosynthèse</td></tr>
<tr><td>NO_X
Oxydes d'azote</td><td>- pluies acides
- précurseur de la formation d'ozone
- effet de serre
- déséquilibre les sols sur le plan nutritif</td></tr>
<tr><td>SO_2
Dioxyde de soufre</td><td>- pluies acides
- dégradation de certains matériaux
- dégradation des sols</td></tr>
<tr><td>COV dont le benzène
Composés organiques volatils</td><td rowspan="2">- toxicité et risques d'effets cancérigènes ou mutagènes, en fonction du composé concerné</td><td>- formation de l'ozone</td></tr>
<tr><td>HAP
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques</td><td>- peu dégradables
- déplacement sur de longues distances</td></tr>
<tr><td>Métaux lourds</td><td>- toxicité par bioaccumulation
- effets cancérigènes</td><td>- contamination des sols et des eaux</td></tr>
<tr><td>CO
Monoxyde de carbone</td><td>- prend la place de l'oxygène
- provoque des maux de tête
- létal à concentration élevée</td><td>- formation de l'ozone
- effet de serre</td></tr>
</table>

Réglementation

En matière de surveillance de la qualité de l'air, la réglementation se base essentiellement sur :

- La directive 2008/50/CE concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe,
- La directive 2004/107/CE concernant l'arsenic, le cadmium, le mercure, le nickel et les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'air ambiant,
- L'article R221-1 du Code de l'Environnement.

Les valeurs réglementaires sont exprimées en µg/m3. L'expression du volume doit être ramenée aux conditions de température et de pression suivantes : 293 K et 1013 hPa. La période annuelle de référence est l'année civile. Un seuil est considéré dépassé lorsque la concentration observée est strictement supérieure à la valeur du seuil.

Polluants	Type de réglementation	Valeurs règlementaires (µg/m³)	Durée d'exposition
O_3 Ozone	Seuil d'information- recommandations	180	Heure
	Seuil d'alerte	240	Heure
	Valeur cible		Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures (maximum 25 j / an)
	Objectif de qualité	120	8 heures
PM10 Particules	Seuil d'information- recommandations	50	Jour
	Seuil d'alerte	80	Jour
	Valeurs limites	50	Jour (maximum 35 j / an)
		40	Année
	Objectif de qualité	30	Année
PM2.5 Particules	Valeur limite	25	Année
	Valeurs cibles	20	Année
	Objectif de qualité	10	Année
NO_2 Dioxyde d'azote	Seuil d'information- recommandations	200	Heure
	Seuil d'alerte	400	Heure
	Valeurs limites	200	Heure (maximum 18h / an)
		40	Année
SO_2 Dioxyde de soufre	Seuil d'information- recommandations	300	Heure
	Seuil d'alerte	500	Heure (pendant 3h)
	Valeurs limites	350	Heure (maximum 24h / an)
		125	Jour (maximum 3 j / an)
	Objectif de qualité	50	Année
C_6H_6 Benzène	Valeur limite	5	Année
	Objectif de qualité	2	Année
Pb Plomb	Valeur limite	0,5	Année
	Objectif de qualité	0,25	Année
CO Monoxyde de carbone	Valeur limite	10 000	8 heures
BaP Benzo(a)pyrène	Valeur cible	0,001	Année
As Arsenic	Valeur cible	0,006	Année
Cd Cadmium	Valeur cible	0,005	Année
Ni Nickel	Valeur cible	0,02	Année

Recommandations de l'Organisation Mondiale pour la Santé (OMS)

Les valeurs recommandées par l'OMS (2005) sont fondées sur des études épidémiologiques et toxicologiques publiées en Europe et en Amérique du Nord. Elles ont pour principal objectif d'être des références pour l'élaboration des règlementations internationales.

Il s'agit de niveaux d'exposition (concentration d'un polluant dans l'air ambiant pendant une durée déterminée) auxquels ou en dessous desquels il n'y a pas d'effet sur la sante. Ceci ne signifie pas qu'il y ait un effet dès que les niveaux sont dépassés mais que la probabilité qu'un effet apparaisse est augmentée.

Polluants	Effets considérés sur la santé	Valeur (µg/m³) recommandée par l'OMS	Durée moyenne d'exposition
O_3 **Ozone**	- impact sur la fonction respiratoire	100	8 heures
PM 10 **Particules**	- affection des systèmes respiratoire et cardiovasculaire	50 20	24 heures 1 an
PM 2.5 **Particules**		25 10	24 heures 1 an
NO_2 **Dioxyde d'azote**	- faible altération de la fonction pulmonaire (asthmatiques)	200 40	1 heure 1 an
SO_2 **Dioxyde de soufre**	- altération de la fonction pulmonaire (asthmatiques) - exacerbation des voies respiratoires (individus sensibles)	500 20	10 minutes 24 heures
Pb **Plomb**	- niveau critique de plomb dans le sang < 10 – 150 g/l	0,5	1 an
Cd **Cadmium**	- impact sur la fonction rénale	0,005	1 an
CO **Monoxyde de carbone**	- niveau critique de CO Hb < 2,5 % - Hb : hémoglobine	100 000	15 minutes

RESUME :
AIX-EN-PROVENCE : ENCAGNANE-BEAUVALLE 2018
Mesures complémentaires concernant l'impact sur la qualité de l'air de la chaufferie collective au combustible biomasse – février à juin 2018

Les quartiers des Figuières et d'Encagnane, sont directement soumis aux émissions polluantes liées à la proximité de deux autoroutes (A8, A51) et aux activités urbaines (trafic local, chauffage domestique individuel ou collectif…). Il est influencé entre autres sources par l'impact de l'activité d'une chaufferie de combustion de biomasse du réseau de chaleur d'Aix-en-Provence. Après une campagne de mesure de qualité de l'air réalisée par AtmoSud en 2013-2014, une seconde campagne s'est déroulée en 2018 afin de préciser la contribution de la chaufferie à la pollution locale.

Ces mesures montrent que **la qualité de l'air de ces quartiers est soumise à l'influence principale de la circulation automobile, dont les autoroutes proches, mais également, dans une moindre mesure, de la chaufferie biomasse qui les jouxte ainsi que du chauffage domestique individuel ou collectif des quartiers résidentiels de cette zone**. La situation est variable selon le type de polluant étudié.

► Une source locale d'oxydes d'azote

Les concentrations de dioxyde d'azote (NO_2) sont supérieures de 7 µg/m³ sur le parking des Figuières par rapport au stade Ruocco, pourtant situé à la même distance de l'autoroute. **La valeur limite annuelle pour la protection de la santé humaine est dépassée sur le parking des Figuières (43 µg/m³ sur le parking, contre 40 µg/m³ pour la VL)**, tout comme c'était le cas sur les Floralies en 2014.

Une source locale d'oxydes d'azote, à l'ouest-nord-ouest des Figuières, est responsable de cette différence. Cette source est vraisemblablement **la chaufferie qui pourrait être la source de 10 à 15% du NO_2** et de 20 à 25% des NOx observés sur le parking des Figuières.

Concernant le monoxyde d'azote (NO), les anomalies repérées 2014 aux Floralies (concentration de NO élevées la nuit) n'ont pas été constatées durant la campagne de mesure en 2018. Elles restent donc inexpliquées et, en tout état de cause, indépendantes de la chaufferie.

► Une influence sur les particules PM10 habituelle pour une zone urbaine

Les concentrations en particules en suspension ont suivi la tendance générale à la baisse observée sur la région. La valeur limite pour la protection de la santé est respectée sur les Figuières, contrairement aux Floralies en 2014. Les niveaux restent cependant supérieurs à la ligne directrice recommandée par l'OMS, comme sur toute la ville. Enfin, **l'influence de la chaufferie n'est pas perceptible sur la masse de particules PM10**.

L'étude du Black Carbon permet de différentier les particules issues de la combustion de la biomasse de celles issues des combustibles fossiles. Cette approche nous apporte les éclairages suivants :

En hiver, la part de la combustion de biomasse dans le Black Carbon est plus importante, par rapport au site de référence. Cependant, deux constats doivent être notés : d'une part cet accroissement n'est pas corrélé aux variations d'activité de la chaufferie. D'autre part, les concentrations les plus élevées de Black Carbon issu de la combustion de biomasse proviennent de plusieurs directions de vent différentes, et pas seulement de celle de la chaufferie. Ainsi, **le chauffage résidentiel individuel de quartiers environnants est en cause, tout autant que la chaufferie**.

Lors des deux épisodes observés où la combustion de biomasse était la source dominante de PM10, les concentrations de particules étaient homogènes entre le niveau du sol et le toit du bâtiment. Dans les autres cas, les concentrations au niveau du sol sont plus souvent supérieures à celles mesurées en haut de l'immeuble.

En partenariat avec : Aix en Provence, la ville

Responsable de publication : Yann Channac Publication : 05/12/2018

Photos : Archives AtmoSud

AtmoSud Qualité de l'Air Provence - Alpes - Côte d'Azur

Siège social : 146, rue Paradis « Le Noilly Paradis » - 13294 Marseille Cedex 06
Tél. 04 91 32 38 00 - Télécopie 04 91 32 38 29 - contact.air@airpaca.org
Établissement de Martigues : Route de la Vierge - 13500 Martigues
Établissement de Nice : 37 bis, avenue Henri Matisse - 06200 Nice

afaq ISO 9001 Qualité AFNOR CERTIFICATION