

Accompagnement d'Annemasse Agglo sur l'action « Chantiers Air Climat »

2017



Diffusion : Décembre 2017

Siège social :
3 allée des Sorbiers 69500 BRON
Tel. 09 72 26 48 90
contact@atmo-aura.fr

Conditions de diffusion

Dans le cadre de la réforme des régions introduite par la Nouvelle Organisation Territoriale de la République (loi NOTRe du 16 juillet 2015), les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air de l'Auvergne (ATMO Auvergne) et de Rhône-Alpes (Air Rhône-Alpes) ont fusionné le 1^{er} juillet 2016 pour former Atmo Auvergne-Rhône-Alpes.

Atmo Auvergne-Rhône-Alpes est une association de type « loi 1901 » agréée par le Ministère de la Transition écologique et solidaire (décret 98-361 du 6 mai 1998) au même titre que l'ensemble des structures chargées de la surveillance de la qualité de l'air, formant le réseau national ATMO. Ses missions s'exercent dans le cadre de la loi sur l'air du 30 décembre 1996. La structure agit dans l'esprit de la charte de l'environnement de 2004 adossée à la constitution de l'Etat français et de *l'article L.220-1 du Code de l'environnement*. Elle gère un observatoire environnemental relatif à l'air et à la pollution atmosphérique au sens de *l'article L.220-2 du Code de l'Environnement*.

Atmo Auvergne-Rhône-Alpes communique publiquement sur les informations issues de ses différents travaux et garantit la transparence de l'information sur le résultat de ses travaux.

A ce titre, les rapports d'études sont librement disponibles sur les sites www.air-rhonealpes.fr et <http://www.atmoauvergne.asso.fr/>

Les données contenues dans ce document restent la propriété intellectuelle d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes.

Toute utilisation partielle ou totale de ce document (extrait de texte, graphiques, tableaux, ...) doit faire référence à l'observatoire dans les termes suivants : © **Atmo Auvergne-Rhône-Alpes (2017) Accompagnement d'Annemasse Agglo sur l'action « Chantiers Air Climat ».**

Les données ne sont pas rediffusées en cas de modification ultérieure.

Par ailleurs, Atmo Auvergne-Rhône-Alpes n'est en aucune façon responsable des interprétations et travaux intellectuels, publications diverses résultant de ses travaux et pour lesquels aucun accord préalable n'aurait été donné.

En cas de remarques sur les informations ou leurs conditions d'utilisation, prenez contact avec Atmo Auvergne-Rhône-Alpes :

- depuis le [formulaire de contact](#)
- par mail : contact@atmo-aura.fr
- par téléphone : 09 72 26 48 90



Financement

Cette étude d'amélioration de connaissances a été rendue possible grâce à l'aide financière particulière des membres suivants :

Annemasse Agglo, Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire

Toutefois, elle n'aurait pas pu être exploitée sans les données générales de l'observatoire, financé par l'ensemble des membres d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes.

Sommaire

RESUME	5
1. CONTEXTE ET OBJECTIFS	7
1.1. Un territoire en pleine mutation	7
1.2. Quels sont les chantiers suivis dans l'action « Chantiers Air Climat » ?	8
1.2.1. Le parking relais Monnet	8
1.2.2. La ligne de tram Annemasse-Genève (rue de Genève).....	8
1.2.3. Le Pôle d'Echange Multimodal – secteur de la gare	9
1.3. Description de l'action d'Atmo AURA.....	9
1.3.1. Le dispositif de mesures.....	9
1.3.2. Calendrier de l'action.....	11
2. QUELLE EST L'INFLUENCE DES CHANTIERS SUR LA QUALITE DE L'AIR ?.....	12
2.1. Y-a-t-il eu une hausse moyenne des niveaux de particules aux abords des chantiers par rapport au fond urbain ?	12
2.2. Quelle est l'influence des activités de chantiers sur la répartition en taille des particules ?.....	15
2.2.1. A l'échelle mensuelle	15
2.2.2. A l'échelle hebdomadaire	15
2.3. Quelle peut être la portée des nuisances des chantiers ? Exemple de la journée du 05/07/2017 ...	17
2.4. Quels sont les niveaux d'exposition aux oxydes d'azote ?.....	19
3. LE DISPOSITIF DE SUIVI DES CHANTIERS EST-IL PERTINENT ? EVALUATION ET DISCUSSION	20
3.1. L'estimation des niveaux de particules par les micro-capteurs est-elle fiable ?	20
3.2. Les micro-capteurs détectent-ils efficacement les événements polluants sur les chantiers ?.....	22
3.3. Les mesures de bruit sont-elles corrélées aux mesures de particules ?.....	23
3.4. Quels sont les enseignements sur l'impact des activités de chantiers sur la qualité de l'air ?.....	24
3.5. La mise en œuvre des micro-capteurs est-elle adaptée aux conditions rencontrées sur les chantiers ?	25
4. CONCLUSIONS	26
TABLE DES ILLUSTRATIONS	36

Résumé

Le territoire d'Annemasse Agglo est régulièrement sujet à des dépassements des seuils réglementaires de la qualité de l'air. Pour respecter les engagements de la France auprès de l'Union Européenne, la DREAL a envisagé la mise en place d'un Plan Local d'amélioration de la Qualité de l'Air. Annemasse Agglo a de son côté adopté un Plan Climat Air Energie Territorial (PCAET).

Le PCAET détaille un plan d'actions à mener sur les prochaines années afin de revenir à une qualité de l'air satisfaisante. Une action notamment vise à améliorer les connaissances des émissions de polluants liées aux chantiers de bâtiments et de travaux publics. En effet, les inventaires indiquent que les chantiers et le BTP représentent l'un des secteurs les plus émissifs sur le territoire d'Annemasse Agglo.

Fort de ces constats, Atmo Auvergne-Rhône-Alpes a mené une campagne de mesures en 2017 pour assurer le suivi de 3 chantiers sur le territoire (le P+R Monnet, des travaux du TRAM ainsi que des démolitions au PEM) De nombreux enseignements ont été tirés :

- Concernant le NO₂, l'impact des activités de chantiers semble très limité.
- Même s'il ressort que les niveaux de particules sur les chantiers sont supérieurs au niveau de fond urbain, l'exposition peut varier sensiblement sur une même zone de chantier. L'étendue des zones de travaux, la diversité des activités ainsi que les conditions météorologiques créent des « micro-environnements » vis-à-vis de la qualité de l'air. Ainsi, avant de mettre en place un dispositif de surveillance d'un chantier, il convient d'intégrer ces paramètres afin de déterminer de façon optimale les zones à surveiller.
- L'étude de la taille des particules en suspension se révèle être un excellent traceur des activités. En effet, les travaux publics engendrent des particules grossières (PM₄ et supérieures) qui se distinguent notamment des particules plus fines ayant pour source des mécanismes de combustion (chauffage, trafic routier, ...). Ainsi, les augmentations des PM₄ et PM₁₀ correspondent exactement aux heures des activités polluantes des chantiers.
- Un nombre restreint d'activités a été identifié comme « à risque » : le terrassement, les découpes/perçements de matériaux, les démolitions d'ouvrages existants et le roulement des engins sur les pistes de chantier pulvérulentes en surface.
- La pluviométrie et l'humidité du sol sont deux facteurs qui limitent fortement les nuisances particulaires, par lessivage de l'atmosphère et par le fait notamment qu'un sol humide empêche le ré-envol de poussières.

Le dispositif de mesures mis en place pour cette étude a également été évalué :

- La comparaison avec les méthodes de mesures de référence a montré que les micro-capteurs utilisés donnaient une bonne estimation des niveaux d'exposition aux particules lorsque ceux-ci étaient modérés (approximativement entre 0 et 50 µg/m³). Des écarts importants apparaissent lorsque les concentrations augmentent, typiquement lors de pics de pollution dus aux travaux.
- Toutefois, si la quantification peut s'avérer mauvaise aux hautes concentrations, les micro-capteurs se sont révélés assez efficaces dans la détection des pics de pollution. En effet :

- Sur la période de mesures, 73% des pics de particules ont été relevés de manière synchrone par les micro-capteurs et la mesure de référence.
 - Seulement 4 pics ont été relevés par le micro-capteur seul (11%), 6 par la mesure de référence seule (16%).
- Concernant l'aspect technique de la mise en œuvre des micro-capteurs, il faut souligner deux points pouvant être contraignants pour de futures applications à d'autres chantiers :
- Tout d'abord, le branchement électrique peut poser des problèmes sur des zones de chantiers où de nombreux ouvrages sont retirés. **Des appareils autonomes (panneaux photovoltaïques) apporteraient beaucoup de souplesse dans le déploiement d'un dispositif de surveillance.**
 - L'emploi de capteurs de comptage de particules implique le déploiement d'un moyen de mesures de référence pour reconstituer les concentrations de particules. De plus, ce moyen de mesures doit être déployé au plus près du capteur pour que le recalage soit optimal. **Le pose de capteurs mesurant directement les concentrations de particules permettrait de s'affranchir de cette contrainte.**

L'ensemble de ses informations permettra à l'agglomération d'Annemasse d'évaluer l'efficacité des préconisations de la charte Chantiers Air Climat, d'en vérifier la pertinence et le cas échéant de les réajuster.

1. Contexte et objectifs

Le territoire d'Annemasse Agglo est régulièrement sujet à des dépassements des seuils réglementaires de la qualité de l'air. Pour respecter les engagements de la France auprès de l'Union Européenne, la DREAL a envisagé la mise en place d'un Plan Local d'amélioration de la Qualité de l'Air. Annemasse Agglo a de son côté adopté un Plan Climat Air Energie Territorial (PCAET).

Se basant notamment sur les inventaires d'émissions d'Atmo Auvergne Rhône-Alpes le PCAET détaille un plan d'actions à mener sur les prochaines années afin de revenir à une qualité de l'air satisfaisante. Une action notamment vise à améliorer les connaissances des émissions de polluants liées aux chantiers de bâtiments et de travaux publics. En effet les inventaires indiquent que les chantiers et le BTP représentent l'un des secteurs les plus émissifs sur le territoire d'Annemasse Agglo.

Fort de ces constats, Atmo Auvergne Rhône-Alpes a mené une campagne de mesures dont l'objet est de :

- Mettre en œuvre un dispositif de mesures de qualité de l'air sur les chantiers.
- Effectuer et valider les mesures obtenues à l'aide du dispositif.
- Croiser ces mesures avec des observations de chantier puis les commenter.
- Prévenir Annemasse Agglo en cas de pic de pollution.

Cette campagne devra ensuite permettre à Annemasse Agglo de disposer d'une partie des informations nécessaires afin d'identifier les sources principales d'émissions de polluants issues des chantiers BTP et déterminer des actions de limitation appropriées à mettre en œuvre.

1.1. Un territoire en pleine mutation

Afin de répondre à l'accroissement du flux transfrontalier observé ces dernières années, l'agglomération d'Annemasse a lancé un vaste plan d'amélioration de la mobilité. Ce plan pluriannuel comprend notamment les projets du bus à haut niveau de service Tango, du Léman Express (CEVA), du Tram Annemasse-Genève, des parkings relais P+R ou encore de la voie verte du Grand Genève (Figure 1).



FIGURE 1 : VUE GLOBALE DU PLAN MOBILITE D'ANNEMASSE AGGLO

1.2. Quels sont les chantiers suivis dans l'action « Chantiers Air Climat » ?

1.2.1. Le parking relais Monnet



En parallèle de l'offre de transport, deux parkings relais seront aménagés afin d'étoffer les possibilités de stationnement en périphérie d'Annemasse. Le parking Monnet, situé à proximité du lycée éponyme, sera mis en service en 2018 et proposera 250 places (Figure 2).

FIGURE 2 : PERSPECTIVE DU FUTUR PARKING RELAIS P+R "JEAN MONNET" - CREDIT : AGENCE J/HBI/O. CHARDONNET

1.2.2. La ligne de tram Annemasse-Genève (rue de Genève)



Le tram permettra une mobilité transfrontalière plus rapide et fluide, il devrait être mis en service en 2019 (Figure 3).

FIGURE 3 : TRAM ANNEMASSE-GENEVE. CROIX D'AMBILLY. CREDIT : FOLIO, ARCHITECTE DU PAYSAGE - 2017

1.2.3. Le Pôle d'Échange Multimodal – secteur de la gare



Afin de répondre à la forte hausse du nombre de voyageurs (4,5 millions par an attendu en 2020, 6 fois plus qu'en 2014), la nouvelle gare d'Annemasse deviendra un centre de connexion des différentes offres de transport de l'agglomération (Figure 4).

FIGURE 4 : NOUVELLE GARE D'ANNEMASSE. ENTREE NORD. - CREDIT : GAUTIER ET CONQUET

1.3. Description de l'action d'Atmo AURA

1.3.1. Le dispositif de mesures

Ces chantiers ont été équipés d'appareils de mesures permettant de connaître les concentrations en particules en suspension et oxydes d'azote sur et aux abords des chantiers.



Le P+R Monnet a été équipé d'un laboratoire mobile (Figure 5) permettant d'effectuer des mesures réglementaires d'oxydes d'azote, des concentrations de particules et de leurs tailles, ainsi que de trois micro-capteurs mesurant les particules et le bruit (Figure 6 et Figure 7). L'un des micro-capteurs a été placé à proximité immédiate du moyen mobile afin de pouvoir comparer leurs mesures respectives et d'en estimer la fiabilité.

FIGURE 5 : EXEMPLE DE LABORATOIRE MOBILE



FIGURE 6 : EXEMPLE DE MICROCAPTEUR PM + BRUIT "GREENBEE"

Chaque semaine, un bulletin de la qualité de l'air des chantiers a été communiqué aux maîtres d'œuvres ainsi qu'aux partenaires de l'agglomération. Ces bulletins ont servi à pointer « au fil de l'eau » les impacts des travaux. Le pas de temps hebdomadaire a permis aux responsables des chantiers de déterminer avec le plus d'efficacité quelles opérations ou quels moments de la semaine présentent les plus forts risques. Un exemple de bulletin est consultable en annexe 4.

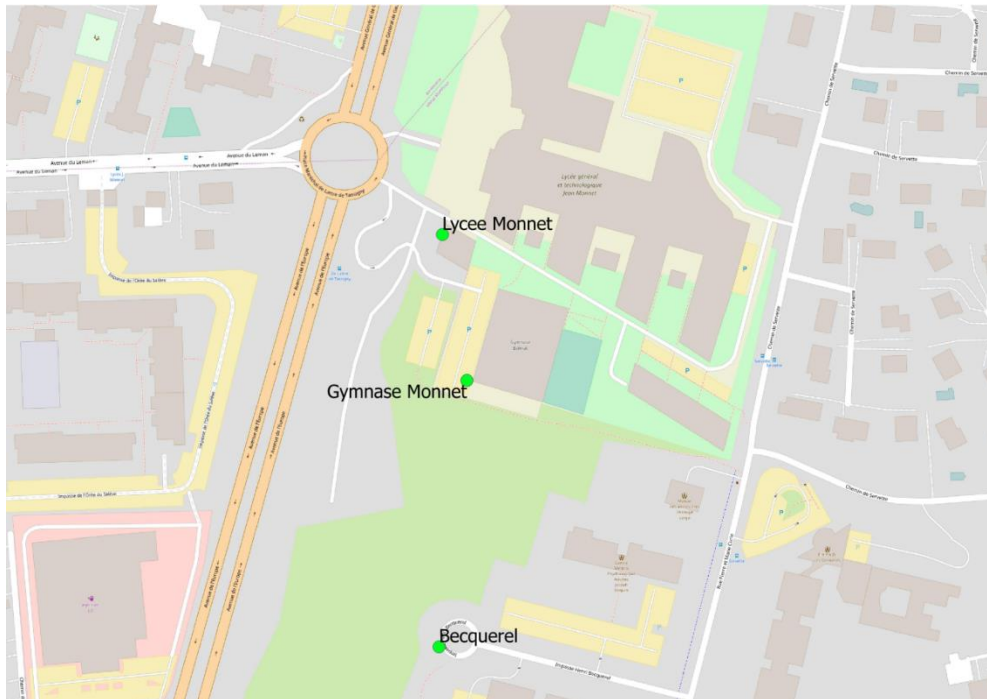


FIGURE 7 : EMBLEMES DES POINTS DE MESURES SUR LE CHANTIER DU P+R MONNET

Dans le même temps, le chantier préparatoire du tramway (rue de Genève) a été équipé de 3 autres micro-capteurs (Figure 8).

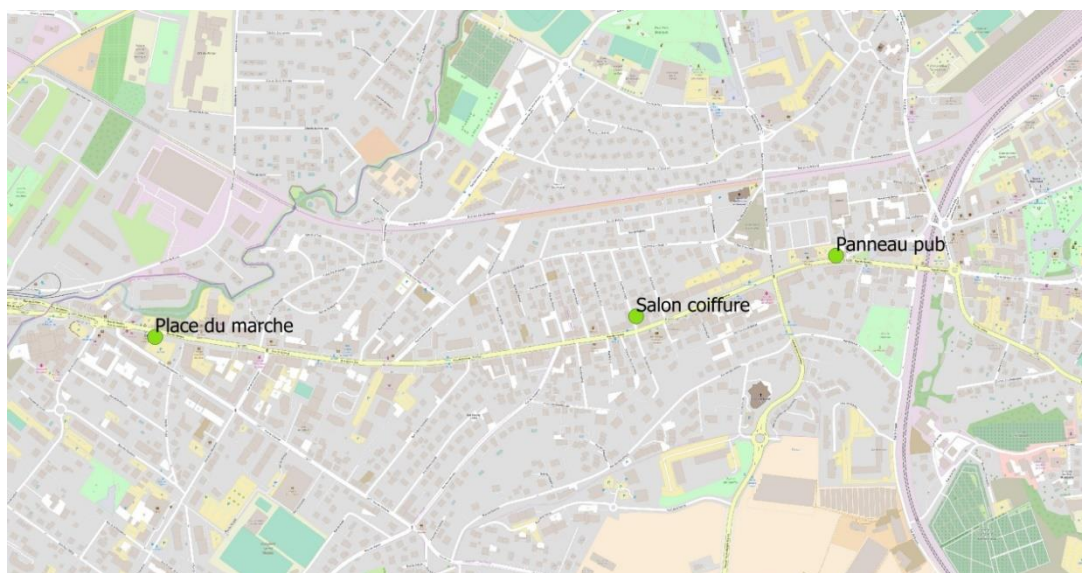


FIGURE 8 : EMBLEMES DES POINTS DE MESURES SUR LE CHANTIER DU TRAM

Enfin, le chantier de démolition de l'ancien bâtiment de la CCI lié au pôle d'échange multimodal a également accueilli 3 micro-capteurs ainsi que le laboratoire mobile sur une période d'environ 2 mois (Figure 9).

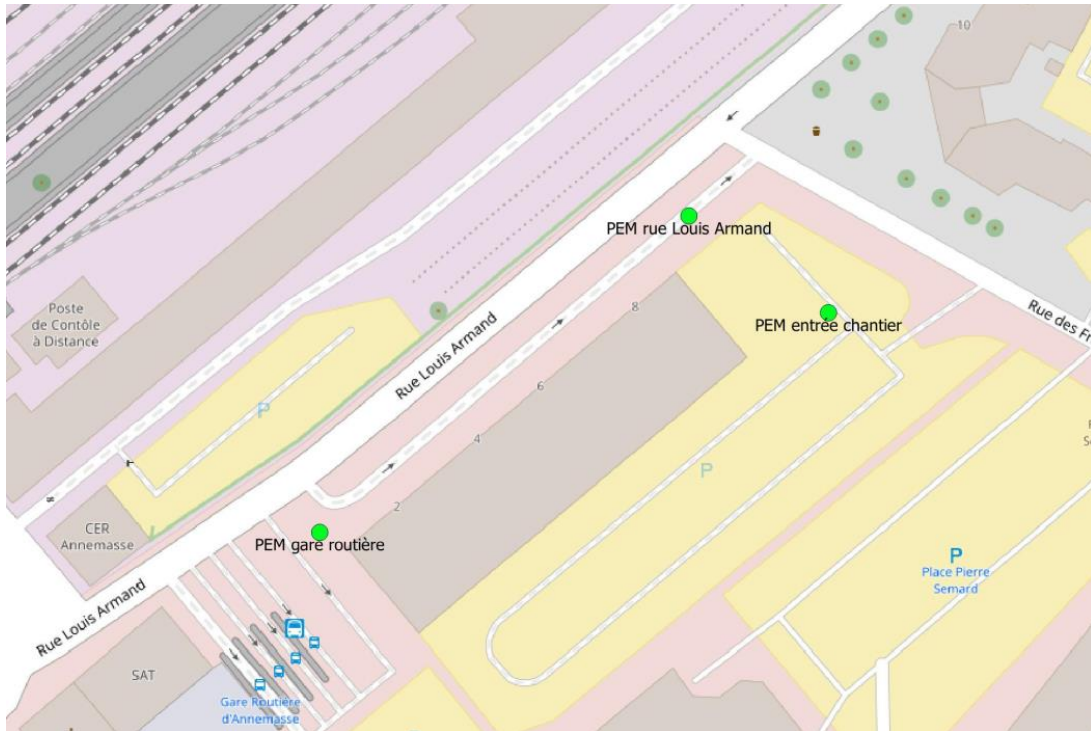


FIGURE 9 : EMBLEMENTS DES POINTS DE MESURES SUR LE CHANTIER DU PEM

1.3.2. Calendrier de l'action

Le calendrier des mesures s'est adapté au phasage des différents chantiers. Ainsi, les mesures se sont échelonnées entre janvier et novembre 2017 (Figure 10).

Chantier	Dates de l'action
Chantier P+R Monnet	du 20/01 au 06/11 (remorque laboratoire jusqu'au 17/08)
Chantier du Tram	du 21/04 au 06/11
Chantier du PEM	du 19/08 au 24/10 (Remorque laboratoire du 19/08 au 16/10)

FIGURE 10 : DATES DES MESURES SUR LES DIFFERENTS CHANTIER SUIVIS

2. Quelle est l'influence des chantiers sur la qualité de l'air ?

2.1. Y-a-t-il eu une hausse moyenne des niveaux de particules aux abords des chantiers par rapport au fond urbain ?

En première approche, il est intéressant de regarder si, de façon globale, les différents chantiers ont entraîné une hausse des concentrations de particules à leurs abords.

Au sein d'un même chantier, les niveaux moyens d'exposition sont relativement disparates. Si les concentrations moyennes sont, logiquement, supérieures au niveau de fond urbain, certaines zones de chantiers en sont proches. C'est le cas du point 'Becquerel' situé au Sud du chantier Monnet (Figure 11) ou du point 'salon de coiffure' situé au croisement de la rue Pasteur et de la rue de Genève (Chantier du Tram, Figure 12).

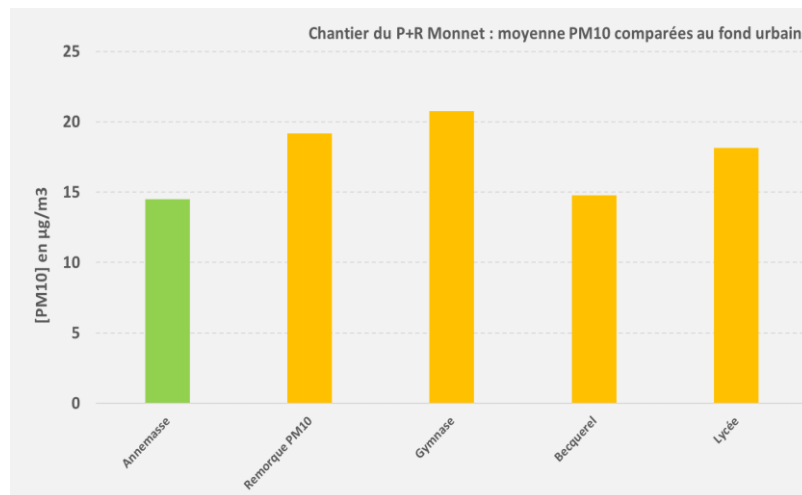


FIGURE 11 : CONCENTRATIONS MOYENNES DE PM10 AU P+R MONNET

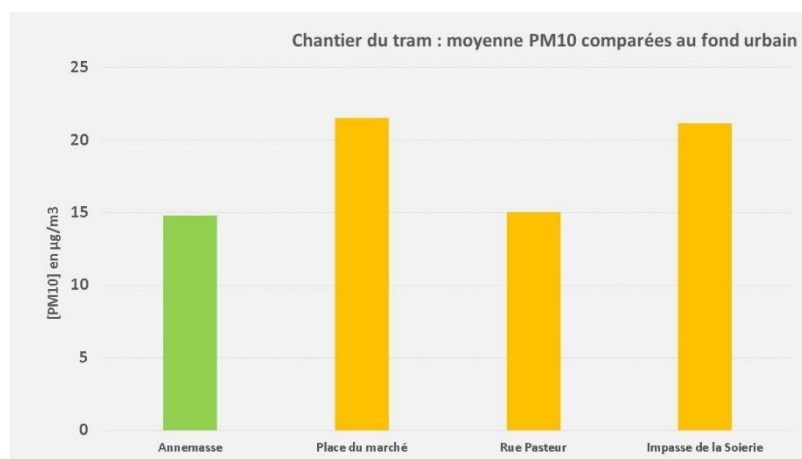


FIGURE 12 : CONCENTRATIONS MOYENNES DE PM10 SUR LE CHANTIER DU TRAM (RUE PASTEUR SE TROUVE LE POINT 'SALON DE COIFFURE' ET IMPASSE DE LA SOIERIE LE POINT 'PANNEAU PUBLICITAIRE').

Le chantier du PEM, quant à lui montre les plus fortes valeurs (Figure 13).

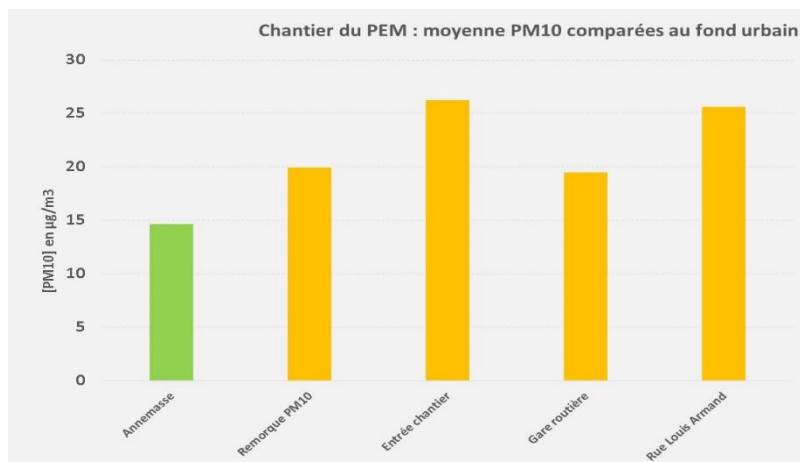


FIGURE 13 : CONCENTRATIONS MOYENNES DE PM10 SUR LE CHANTIER DU PEM

Cette première observation semble donc indiquer que les zones de nuisances peuvent être très localisées. Les paramètres météo, notamment la direction du vent, peuvent également avoir un rôle primordial dans la dispersion des polluants et donc sur les zones impactées.

Si l'on considère à présent le seuil réglementaire de la valeur limite journalière ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne journalière), on constate que les zones de chantier peuvent être soumises à de multiples dépassements alors que, dans le même temps, le reste de l'agglomération d'Annemasse est épargnée. Comme pour les concentrations moyennes, des sites proches géographiquement peuvent montrer des différences importantes (Figure 14 à Figure 16).

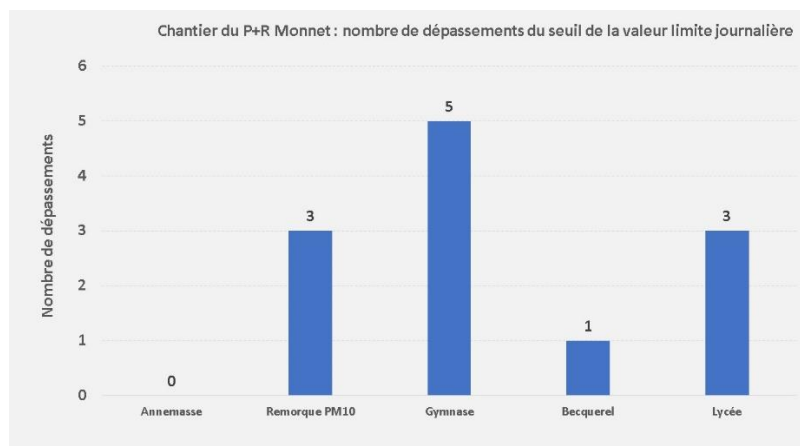


FIGURE 14 : NOMBRE DE DEPASSEMENTS DU SEUIL DE LA VL JOURNALIERE : CHANTIER P+R MONNET

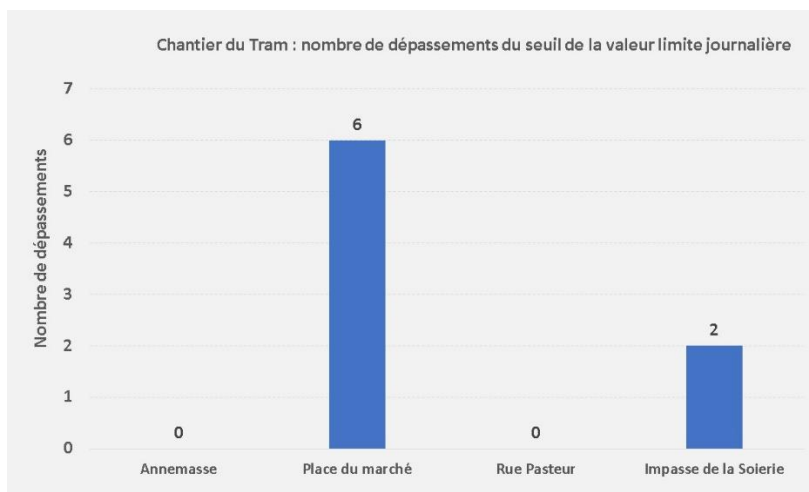


FIGURE 15 : NOMBRE DE DEPASSEMENTS DU SEUIL DE LA VL JOURNALIERE : CHANTIER DU TRAM

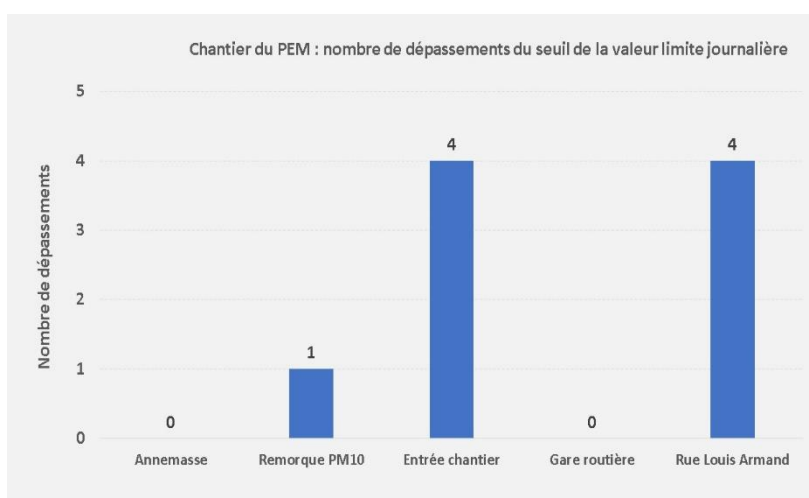


FIGURE 16 : NOMBRE DE DEPASSEMENTS DU SEUIL DE LA VL JOURNALIERE : CHANTIER DU PEM

2.2. Quelle est l'influence des activités de chantiers sur la répartition en taille des particules ?

2.2.1. A l'échelle mensuelle

En parallèle des mesures de concentrations de particules en suspension dans l'air, la granulométrie a également été suivie. Plus précisément, les particules ont été classées en 4 classes de taille (PM1, PM2.5, PM4 et PM10). Le but était d'estimer le type de particules générées par les activités de chantier. Le chantier du P+R Monnet est celui qui a bénéficié de ce suivi pendant la plus longue période, l'analyse se concentrera donc sur ce secteur.

Sur l'ensemble de la période suivie, une élévation progressive de la part des particules les plus grandes (PM4 et PM10) est constatée (Figure 17). L'augmentation est particulièrement nette à partir du mois de mai durant lequel ont commencé les travaux de terrassement. Intuitivement, il paraît logique que des travaux de cette nature engendrent des particules grossières. Il convient aussi de préciser que la baisse de la part des particules les plus fines est également due à l'arrêt du chauffage à la sortie de l'hiver. Ces deux phénomènes (saisonnalité normale des particules et activités de chantier) sont donc à mettre en parallèle pour expliquer les observations faites.

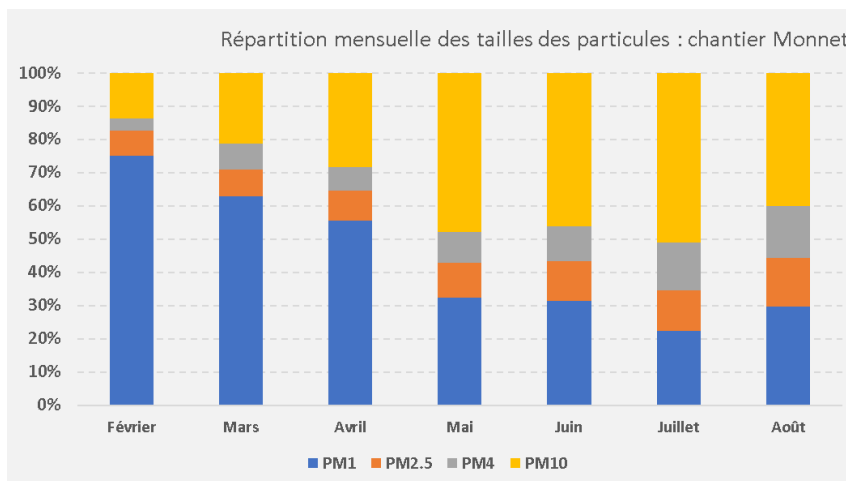


FIGURE 17 : ÉVOLUTION MENSUELLE DE LA GRANULOMETRIE DES PARTICULES EN SUSPENSION

2.2.2. A l'échelle hebdomadaire

L'INFLUENCE DES ACTIVITES DE CHANTIER DEVIENT EVIDENTE LORSQUE L'ON CONSIDERE L'ECHELLE HEBDOMADAIRE. L'EXEMPLE DE LA SEMAINE DU 15 AU 21 MAI EST TRES ECLAIRANT : DU LUNDI AU JEUDI DES ACTIVITES DE TERRASSEMENT ONT EU LIEU. CES JOURNEES MONTRENT LES PLUS FORTES PROPORTIONS DE PM10. CETTE PART DIMINUE A PARTIR DU VENDREDI (CHANTIER A L'ARRET EN RAISON D'INTEMPERIES). (

Figure 18)

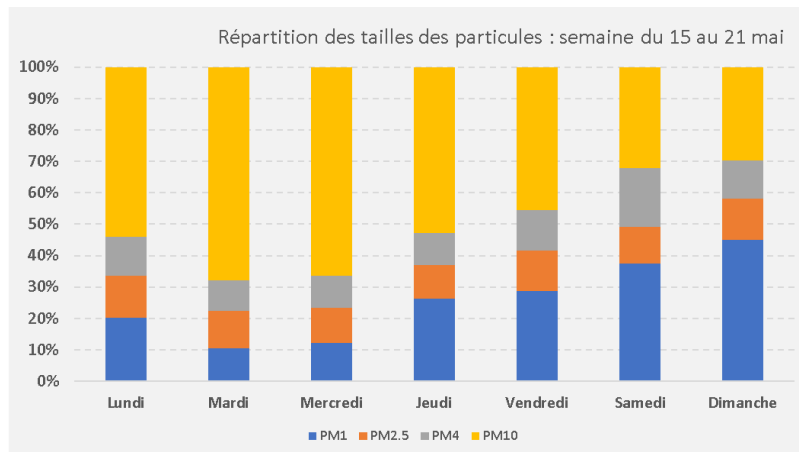


FIGURE 18 : EVOLUTION DE LA GRANULOMETRIE SUR LE CHANTIER DU P+R MONNET DU 15 AU 21/05/2017

De manière encore plus fine, les pics de particules PM10 enregistrés durant la semaine correspondent très exactement aux heures des activités de terrassement. Durant ces heures, la part des particules les plus grosses peut atteindre 70% du total (Figure 19).

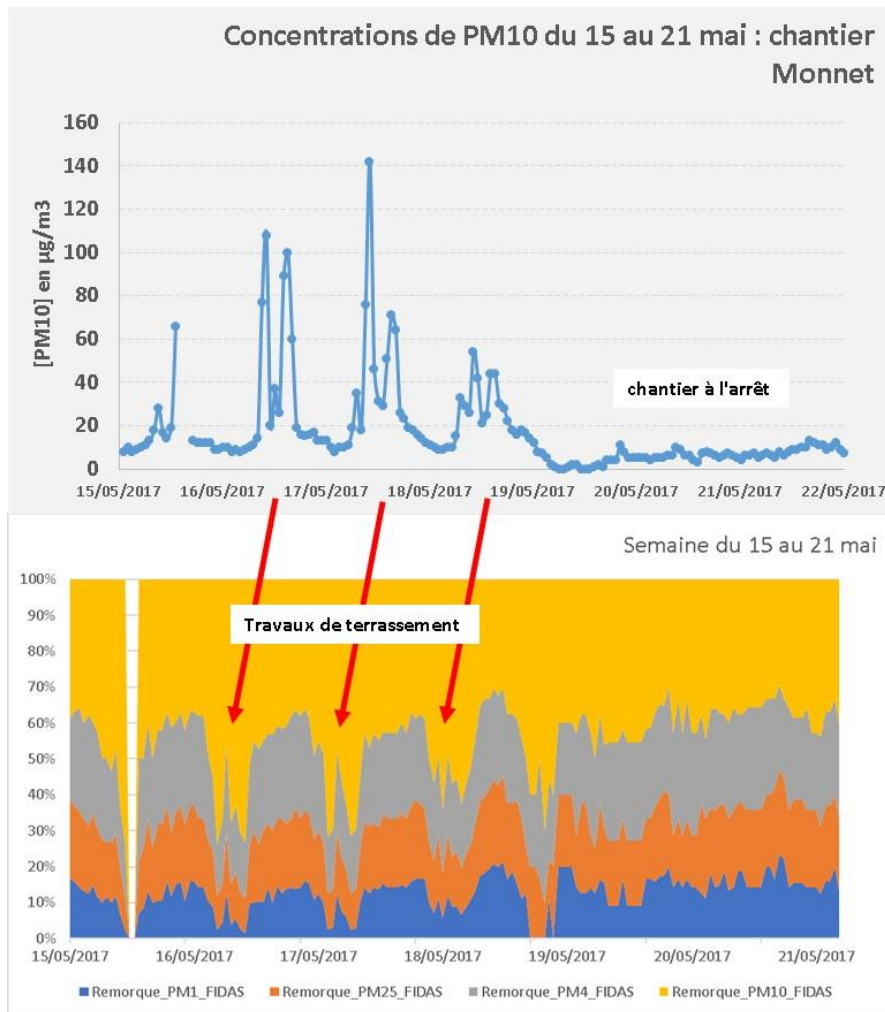


FIGURE 19 : EVOLUTION HORAIRE DE LA GRANULOMETRIE SUR LE CHANTIER DU P+R MONNET DU 15 AU 21/05/2017

2.3. Quelle peut être la portée des nuisances des chantiers ? Exemple de la journée du 05/07/2017

La partie précédente a révélé des disparités de concentrations entre les sites de mesures d'un même chantier. Se pose donc naturellement la question de la portée des nuisances de tels chantiers ainsi que des facteurs l'influençant.

La journée du 5 juillet 2017 est un exemple intéressant à ce titre. Durant cette journée, des opérations de terrassement et d'apports de sable sur le chantier ont entraîné de fortes hausses de concentrations de PM10 (Figure 20). Le constat intéressant est que seule la zone du gymnase, zone centrale, a été impactée par ces travaux.

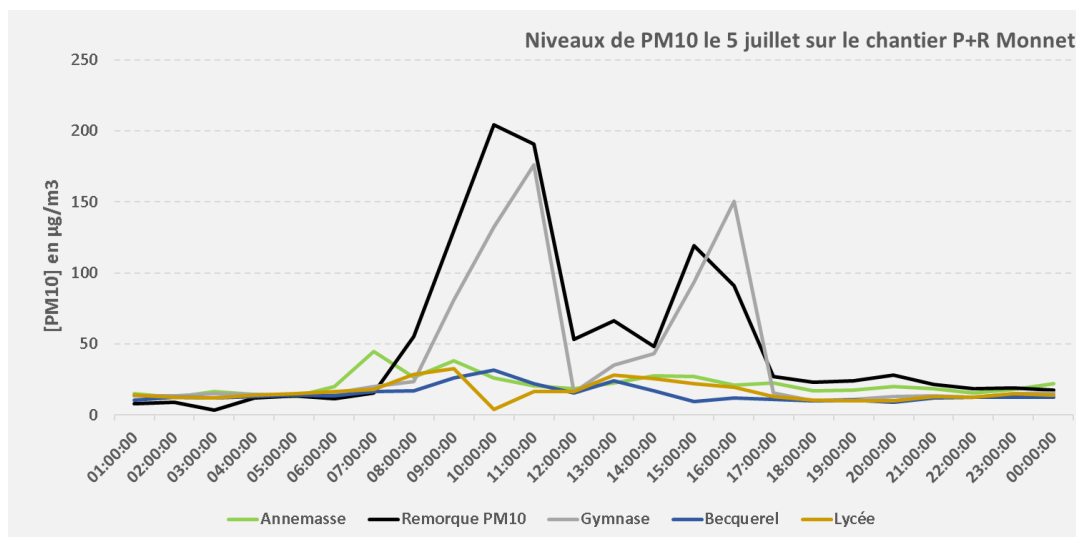


FIGURE 20 : EVOLUTION HORAIRE DES CONCENTRATIONS DE PM10 AU P+R MONNET LE 05/07/2017

L'analyse de la direction et de la force du vent ce jour-là montre que ceux-ci ont été quasi exclusivement de secteur Sud-Est (vents modérés) et Nord-Ouest (vents faibles) (Figure 21). Ainsi, les capteurs nord et sud (respectivement Lycée et Becquerel) étaient en dehors d'un éventuel panache.

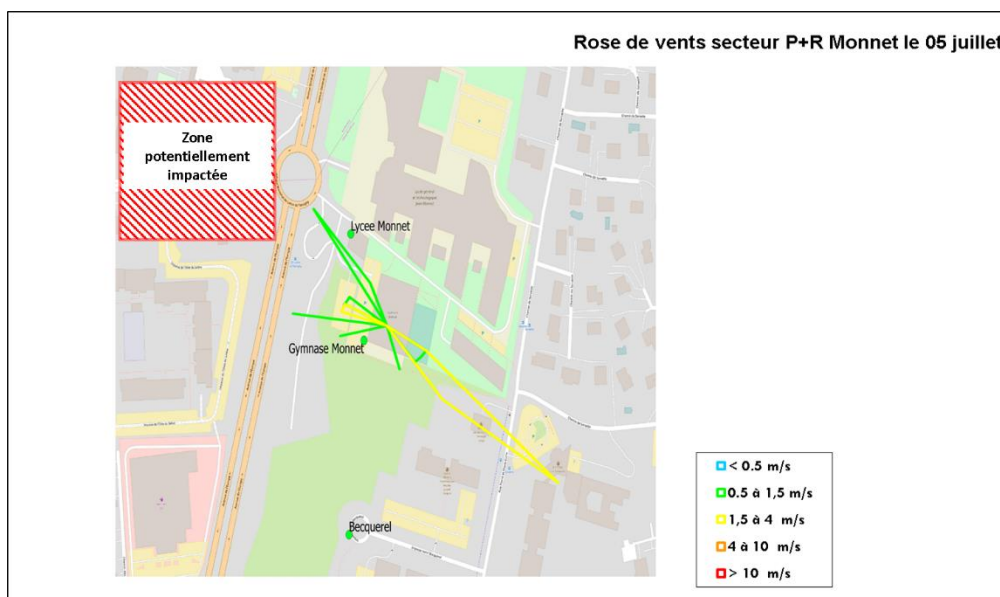


FIGURE 21 : ROSE DES VENTS AU P+R MONNET LE 05/07/2017

Il est difficile en l'absence de capteurs positionnés dans d'autres directions d'estimer la portée d'un tel panache ainsi que sa décroissance avec la distance. Il apparaît néanmoins que le vent est un paramètre essentiel dans la détermination de l'impact des chantiers, celui-ci pouvant être cantonné à l'axe du vent.

2.4. Quels sont les niveaux d'exposition aux oxydes d'azote ?

Entre le démarrage du chantier P+R Monnet le 10/04 et le départ du laboratoire mobile le 16/08, la concentration moyenne de NO₂ en fond urbain était de 15,5 µg/m³ contre 12,8 µg/m³ sur le chantier du P+R. Ces niveaux sont assez similaires et éloignés du seuil réglementaire de 40 µg/m³ (donné à titre indicatif car ce seuil s'applique en moyenne annuelle). L'impact du chantier sur l'exposition moyenne semble donc négligeable.

Si l'on s'intéresse à l'exposition aiguë, on constate également que les maximums horaires journaliers (Figure 22) sont très proches. Seules deux journées ont montré un pic significatif sur le chantier : le 20/06 (122 µg/m³) et le 04/07 (105 µg/m³). Ces pics restent très éloignés du seuil de la valeur limite (200 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 fois par an). Sur ces deux journées, il s'est avéré qu'un engin de chantier était à l'œuvre à proximité du capteur (cf. journal de chantier en annexe).

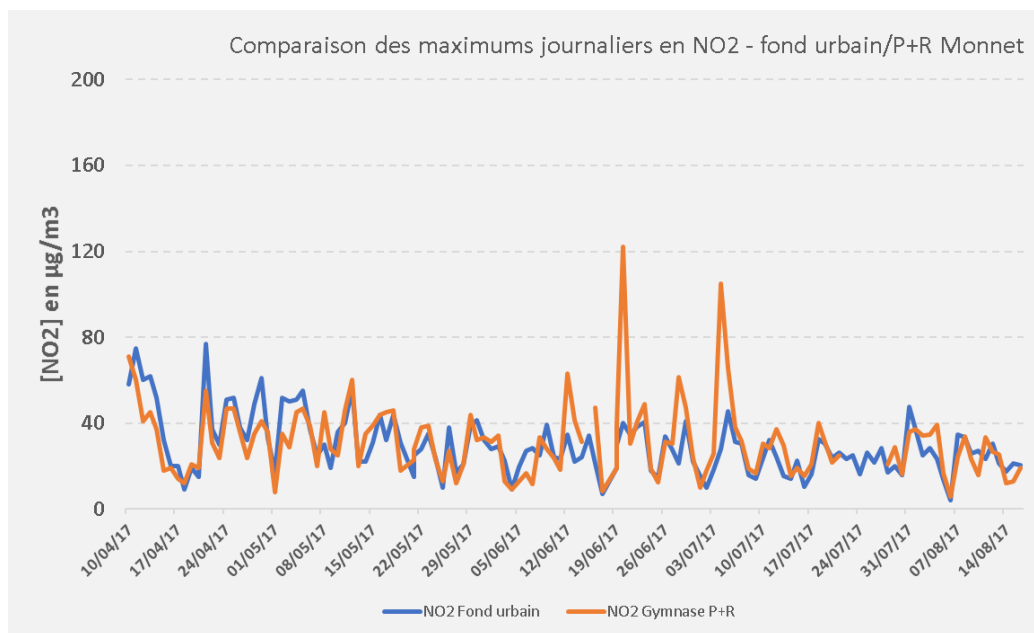


FIGURE 22 : MAXIMUMS JOURNALIERS EN NO₂

3. Le dispositif de suivi des chantiers est-il pertinent ? Evaluation et discussion

3.1. L'estimation des niveaux de particules par les micro-capteurs est-elle fiable ?

Durant tout le suivi des travaux, un micro-capteur a été laissé à proximité de la remorque laboratoire afin de disposer, en parallèle, de 2 jeux de mesures. Le but était de déterminer si les données fournies par ces nouveaux appareillages légers donnent une bonne estimation des niveaux atteints.

Il faut noter que ces capteurs procèdent à un comptage des particules en suspension, et qu'il est donc nécessaire de calculer les concentrations en se basant sur la mesure de référence fournie par la remorque (par simple régression linéaire).

Sur l'ensemble des mesures, il apparaît que la corrélation micro-capteur/mesure de référence est relativement bonne (Figure 23). Un coefficient de détermination (R^2) de 0,57 indique que les 2 jeux de données sont assez bien corrélés.

Toutefois, il apparaît qu'aux plus hautes concentrations (au-delà de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$), des écarts importants apparaissent entre les deux appareils.

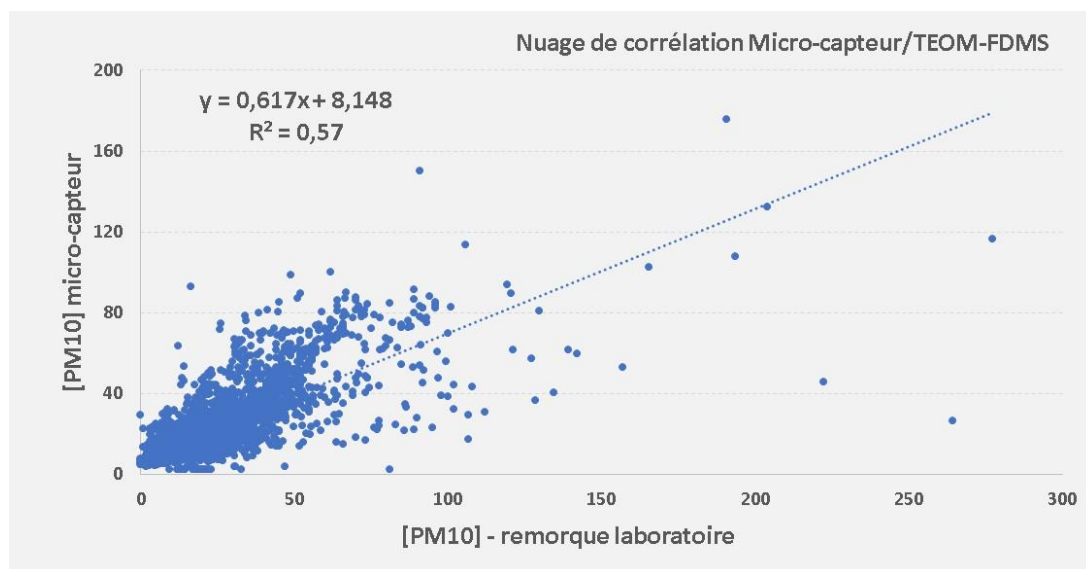


FIGURE 23 : CORRELATION MICRO-CAPTEUR/REFERENCE - ENSEMBLE DES DONNEES

Il peut donc être intéressant de tracer un nuage de corrélation analogue au précédent mais en considérant uniquement les concentrations supérieures ou égales à 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Figure 24) (cette valeur est arbitraire et résulte simplement de l'examen de la précédente figure).

Sur cette plage de concentrations, il est évident que les appareils divergent très fortement. En effet, avec un coefficient de détermination (R^2) égal à 0,1, la corrélation est quasi nulle entre les deux appareils.

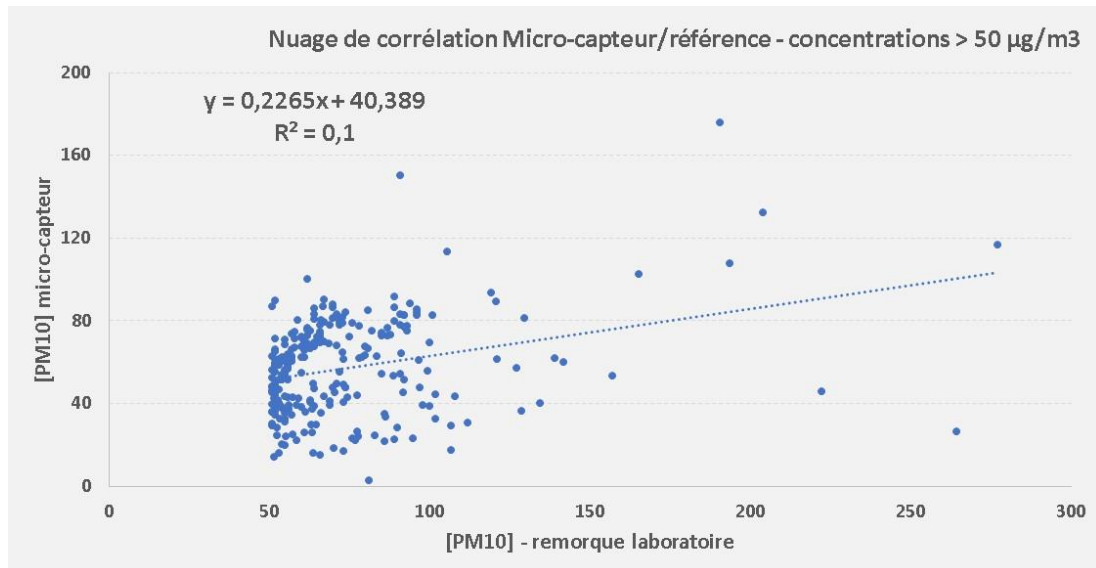


FIGURE 24 : CORRELATION MICRO-CAPTEUR/REFERENCE - CONCENTRATIONS > 50 $\mu\text{G}/\text{M}^3$

Ce premier examen montre donc que les micro-capteurs utilisés pour ce suivi donnent une bonne estimation des niveaux d'exposition aux particules lorsque ceux-ci sont modérés (approximativement entre 0 et 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Dès lors que les concentrations augmentent, typiquement lors de pics de pollution dues aux activités de chantiers, la mesure donnée par ces appareils peut grandement s'écarter des mesures de référence.

Toutefois, si la quantification peut s'avérer mauvaise aux hautes concentrations, cela ne présage pas de la capacité des micro-capteurs à détecter des pics de pollution aigus et donc de surveiller ce type d'activités.

3.2. Les micro-capteurs détectent-ils efficacement les évènements polluants sur les chantiers ?

A partir des relevés effectués par l'appareil de référence de la remorque laboratoire et par le micro-capteur en parallèle, un décompte des pics de particules a été réalisé sur le chantier du P+R Monnet (qui dispose de la plus grande période de présence de la remorque). Cet exercice a pour but de vérifier si les deux appareils observent les mêmes évènements sur le chantier (Figure 25) :

	50-100 µg/m ³	100-200 µg/m ³	>200 µg/m ³	Total
Pics synchro	15	9	3	27
Détecté par µcapteur seulement	0	2	2	4
Détecté par mesure ref seulement	4	1	1	6
% Pics synchro	79%	75%	50%	73%

FIGURE 25 : RELEVÉ DES PICS DE PARTICULES SUR LE CHANTIER P+R MONNET

On observe que :

- Sur la période de mesures, 37 pics ont été enregistrés.
- Sur ces 37 pics, 27 ont été détectés de façon synchrone par les 2 appareils, soit 73% de détections confirmées.
- Seulement 4 pics ont été relevés par le micro-capteur seul (11%), 6 par la mesure de référence seule (16%).
- Les pics vus par le micro-capteur seul se situent tous au-dessus de 100 µg/m³, ce qui corrobore l'observation faite au point précédent.
- Le pourcentage de détections synchrones se dégrade à mesure que l'intensité des pics augmente.

Ces différents points permettent de conclure que la mesure de particules en suspension par les micro-capteurs offre une bonne alternative aux mesures de référence, employant des moyens plus lourds. La majorité des évènements relevés par le camion laboratoire l'ont également été par ces nouveaux appareils qui montrent cependant des limites sur l'estimation de l'intensité des évènements.

3.3. Les mesures de bruit sont-elles corrélées aux mesures de particules ?

Les capteurs installés sur les chantiers du P+R Monnet et de la ligne de Tram ont également mesuré le bruit. Outre l'intérêt, évident, de ce type de données pour rendre compte de la nuisance sonore, une question soulevée était de savoir si celles-ci sont corrélées aux mesures de poussières. En d'autres termes, le bruit peut-il être un indicateur des niveaux de particules ?

Il s'avère que les nuages de corrélation (Figure 26) infirment totalement cette hypothèse. Avec des coefficients de détermination (R^2) inférieurs à 0,1, on peut affirmer que les niveaux de particules sont décorrélés du niveau de bruit.

Cela s'explique par le fait que le bruit, même sur des zones de chantiers, peut avoir des sources très différentes des particules. En outre, les niveaux de bruit ne sont pas soumis aux paramètres météorologiques, ce qui est déterminant dans le cas des particules.

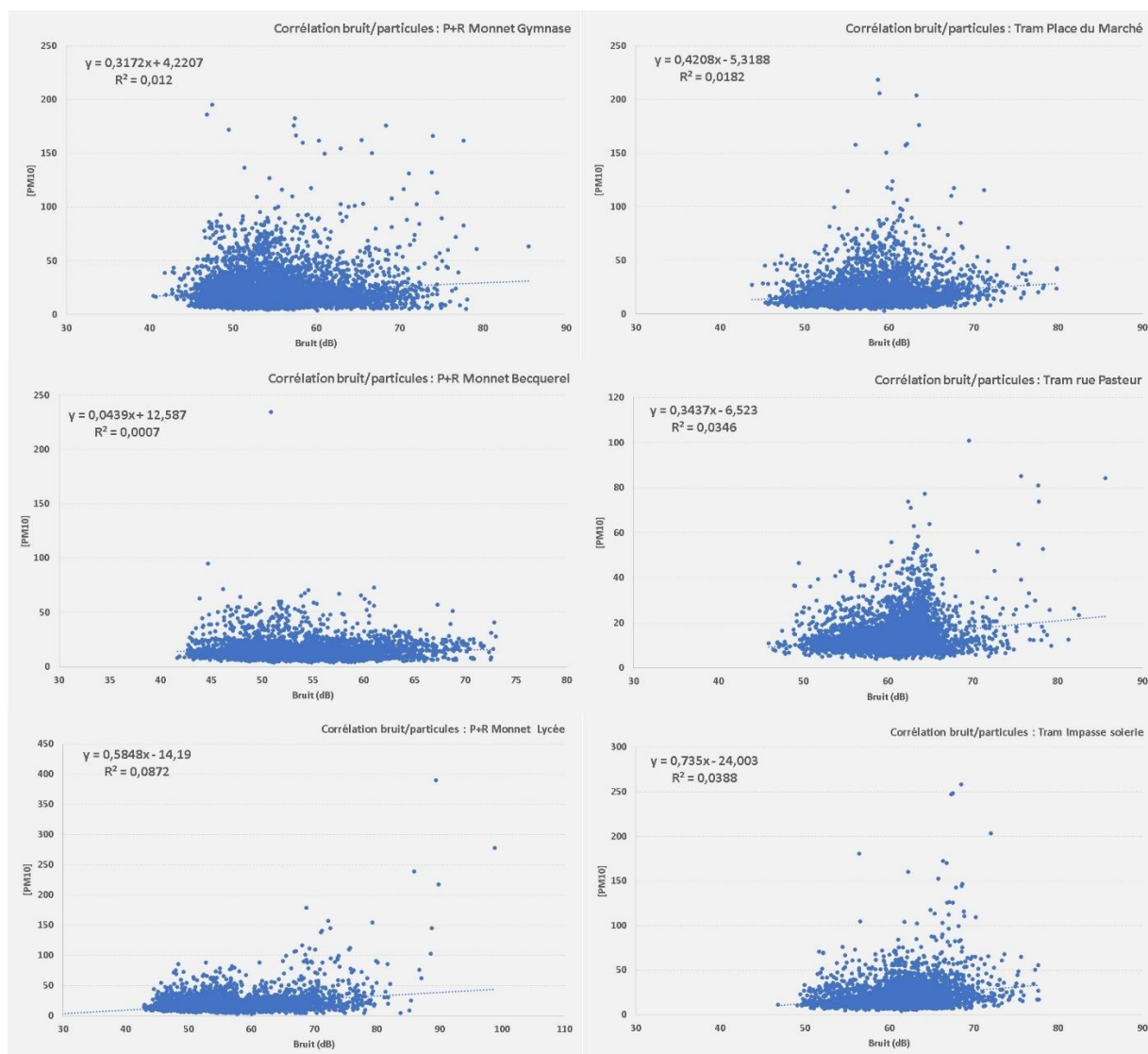


FIGURE 26 : NUAGES DE CORRELATION BRUIT/PARTICULES

3.4. Quels sont les enseignements sur l'impact des activités de chantiers sur la qualité de l'air ?

En parallèle des mesures de qualité de l'air, un journal de chantier détaillé a été tenu par le maître d'œuvre du chantier du P+R Monnet afin de croiser au jour le jour les mesures de polluants, les conditions météo et les activités du chantier (le journal est consultable en annexe). Le but de cet exercice est de :

- Dans un premier temps, déterminer si les niveaux de particules peuvent être associés finement aux différents travaux sur place.
- Identifier les activités les plus émettrices et donc les phases de chantier les plus critiques vis-à-vis de la pollution atmosphérique.
- Identifier les paramètres pouvant influencer les concentrations relevées.

De nombreux éléments ressortent de cette analyse.

Tout d'abord, sur l'ensemble de la période étudiée, la quasi-totalité des hausses des niveaux de particules a pu être attribuée de façon précise à des activités sur place. Cela montre que ce suivi a été efficace. Il faut noter cependant que pour arriver à ce résultat, il est nécessaire que les responsables des travaux s'impliquent et suivent de manière rigoureuse les relevés de qualité de l'air sur une base hebdomadaire à minima. Cela peut constituer une contrainte non négligeable en termes de temps et d'organisation.

Concernant les activités de chantier à proprement parler, seul un nombre restreint d'activités a été identifié comme « à risque ». Ces activités ont été classées par niveaux de concentrations atteints et par occurrence (fréquence des nuisances) :

- **La principale source d'émissions de particules sur ce type de chantiers est l'activité de terrassement (comprenant les remblais/déblais, l'empierrement et plus généralement le transport et la manipulation de matériaux pulvérulents). Les niveaux atteints en pointe peuvent être très élevés à proximité de ces activités.**
- **Les découpes/perçements de matériaux (sciage de béton, ...) sont également très émettrices, particulièrement lorsqu'aucune mesure de prévention n'est prise (aspersion des matériaux, ...).**
- **Enfin, les démolitions d'ouvrages existants sont, de manière assez évidente, des activités pouvant générer de grandes quantités de particules.**

A cela, vient s'ajouter le roulement des engins sur les pistes de chantiers qui, lorsque le taux d'humidité s'abaisse, deviennent pulvérulentes en surface. Les multiples passages peuvent alors provoquer de fortes remises en suspension de la poussière du sol.

Cette dernière remarque amène à un facteur essentiel à prendre en compte dans l'étude des nuisances des chantiers : la pluviométrie et l'humidité du sol. En effet, le journal de chantier révèle que les pics de particules sont systématiquement relevés par beau temps et/ou lorsque le sol est suffisamment sec en surface (absence de pluie pendant plusieurs jours). Ce constat est logique dans la mesure où :

- La pluie lessive l'atmosphère et limite les émissions directes de particules.
- Un sol humide empêche le ré-envol de poussières lors du roulement des engins. De la même manière, un matériau humide générera moins de particules lors de son transport ou sa manipulation.

3.5. La mise en œuvre des micro-capteurs est-elle adaptée aux conditions rencontrées sur les chantiers ?

Les points précédents ont souligné la capacité des micro-capteurs à suivre efficacement les activités des chantiers. Il convient aussi de s'intéresser à l'aspect pratique de leur mise en œuvre afin de déterminer si ce dispositif peut être facilement transposé sur d'autres projets urbains ou si celui-ci doit être modifié :

- Tout d'abord, les appareils utilisés nécessitent un branchement électrique. Cela peut poser des problèmes sur des zones de chantiers où de nombreux ouvrages sont retirés. Sur cette étude, les installations ont souvent entraîné des poses de câbles sur de longues distances. **Une amélioration notable serait de remplacer les capteurs utilisés par des appareils autonomes (panneaux photovoltaïques et/ou batteries).**
- Une autre contrainte est la nécessité de déployer des moyens de mesures lourds en parallèle des micro-capteurs afin de disposer d'une mesure de référence et ainsi déterminer les concentrations de particules à partir des comptages réalisés par les capteurs. Ces mesures de référence doivent être déployées au plus près du capteur pour que le recalage soit optimal. **La pose de capteurs mesurant directement les concentrations de particules permettrait de s'affranchir de cette contrainte.**

4. Conclusions

Le premier volet de cette étude, menée par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes, avait pour but d'accroître les connaissances sur l'impact sur la qualité de l'air des chantiers de travaux publics. De nombreux enseignements ont été tirés :

- Concernant le NO₂, l'impact des activités de chantiers semble très limité.
- Même s'il ressort que les niveaux de particules sur les chantiers sont supérieurs au niveau de fond urbain, l'exposition peut varier sensiblement sur une même zone de chantier. L'étendue des zones de travaux, la diversité des activités ainsi que les conditions météorologiques créent des micro-environnements vis-à-vis de la qualité de l'air. Ainsi, avant de mettre en place un dispositif de surveillance d'un chantier, il convient d'intégrer ces paramètres afin de déterminer de façon optimale les zones à surveiller.
- La granulométrie des particules en suspension se révèle être un excellent traceur des travaux. En effet, les travaux publics engendrent des particules grossières (PM4 et supérieures) qui se distinguent notamment des particules plus fines ayant pour source des mécanismes de combustion (chauffage, trafic routier...). Ainsi, les augmentations des PM4 et PM10 correspondent très exactement aux heures des activités polluantes des chantiers.
- Un nombre restreint d'activités a été identifié comme « à risque » : le terrassement, les découpes/perçements de matériaux, les démolitions d'ouvrages existants et le roulement des engins sur les pistes de chantier pulvérulentes.
- La pluviométrie et l'humidité du sol sont deux facteurs fortement limitants des nuisances particulaires, par lessivage de l'atmosphère et par le fait notamment qu'un sol humide empêche le ré-envol de poussières.

Le deuxième volet de l'étude consistait en l'évaluation du dispositif de mesures mis en place pour cette étude :

- La comparaison avec les méthodes de mesures de référence a montré que les micro-capteurs utilisés donnaient une bonne estimation des niveaux d'exposition aux particules lorsque ceux-ci étaient modérés (approximativement entre 0 et 50 µg/m³). Des écarts importants apparaissent lorsque les concentrations augmentent, typiquement lors de pics de pollution dues aux activités de chantier.
- Toutefois, si la quantification peut s'avérer mauvaise aux hautes concentrations, les micro-capteurs se sont révélés assez efficaces dans la détection des pics de pollution. En effet :
 - o Sur la période de mesures, 73% des pics de particules ont été relevés de manière synchrone par les micro-capteurs et la mesure de référence.
 - o Seulement 4 pics ont été relevés par le micro-capteur seul (11%), 6 par la mesure de référence seule (16%).

- Concernant l'aspect technique de mise en œuvre des micro-capteurs, il faut souligner deux points pouvant être contraignant pour de futures applications à d'autres chantiers :
 - o Tout d'abord, le branchement électrique peut poser des problèmes sur des zones de chantiers où de nombreux ouvrages sont retirés. Des appareils autonomes (panneaux photovoltaïques et/ou batteries) apporteraient beaucoup de souplesse dans le déploiement du dispositif de surveillance.
 - o L'emploi de capteurs de comptage de particules implique le déploiement d'un moyen de mesures de référence pour reconstituer les concentrations de particules. De plus, ce moyen de mesures doit être déployé au plus près du capteur pour que le recalage soit optimal. **Le pose de capteurs mesurant directement les concentrations de particules permettrait de s'affranchir de cette contrainte.**

L'ensemble de ses informations permettra à l'agglomération d'Annemasse d'évaluer l'efficacité des préconisations de la charte Chantiers Air Climat, d'en vérifier la pertinence et le cas échéant de les réajuster.

Annexes

Annexe 1 : Fiche technique micro-capteur Green Bee©



Fiche technique Greenbee®

Bruit, paramètres climatiques, pollution photo-oxydante, olfactive et particules fines, pour l'environnement extérieur

FONCTIONS GENERALES

- Boîtier multi capteurs de collecte continue 24/24
- Stockage des données
- Communication distante par GPRS (tous opérateurs)
- Autonomie totale sur panneaux solaires intégrés et batteries tampon (Lithium-Ion, 9.6 Ah)*
- Synchronisation toutes les 8h
- Changement des paramètres à distance
- Mode alarme sur toutes voies de mesure (déclenchement sur seuils et indices fractiles)
- Mise à jour logicielle à distance
- Edition des paramètres et contrôle temps réel sur pages web intégrée consultables par lien Ethernet
- Options : GPS intégré, alimentation externe***, modules liens radio Zigbee® et 868Mhz.

PARAMETRES MESURES

Mesure du bruit :

Paramètres mesurés: LAeq 1 seconde
LAeq et histogramme sur périodes (typiquement 15 minutes)
Microphone intégré LCM20 (sensibilité typique 20 mV/Pa)
Plage de mesure : 30-123 dBA en 3 gammes – Gamme typique Environnement 35-108 dBA
Conformité métrologique CEI 61672
Calibrage manuel

Mesure de la pollution photo oxydante (NO2/O3 ou NO2)

Acquisition : Niveaux de concentration toutes les minutes et stockage de la moyenne toutes les 15 minutes
Paramètre mesuré : concentration conjointe et dioxyde d'azote et de l'Ozone
Plage de mesure : 0-250ppb équivalent 0-528 µg/m³
Résolution : 1ppb
Précision de la mesure : ± 20 ppb
Ou
Paramètre mesuré : concentration dissociée du dioxyde d'azote
Plage de mesure : 0-250ppb équivalent 0-528 µg/m³
Résolution : 1ppb
Précision de la mesure : ± 20 ppb

INFOS

Azimut Monitoring
ZA Alpespace – bât Makalu
15 rue Saint Exupéry – 73800 FRANCIN
Tel : +33 9 79 38 76 84 – info@azimut-monitoring.com

www.azimut-monitoring.com



SAS au capital de 1 313 172 € - R.C. Chambéry 490 080 447
SIRET 490 080 447 00033 – APE 2651B – TVA Intra : FR 34 490 080 447





Pilotage
Environnemental



Care City



Pilotage
Energétique



Care Building

Mesure des paramètres climatiques :

Température: Paramètres mesurés: température -20°C - +60°C

Précision de la mesure : ± 0.4°C (entre 10°C et 60°C)

Humidité relative : Paramètres mesurés: humidité relative de 20% à 80% HR

Précision de la mesure : ± 3%HR

Vitesse du vent : Paramètres mesurés : vitesse entre 1 à 300km/h

Précision de la mesure : 5% ou 3km/h

Direction du vent : Paramètres mesurés : 8 cadrans (N – NE – E – SE – S – SW – W – NW)

Précision de la mesure : 7°

Eclairement énergétique (Irradiance) : Paramètres mesurés : entre 10 et 13000 W/m²

Mesure des odeurs sulfurées (H2S)** :

Acquisition : Niveaux de concentration toutes les minutes et stockage de la moyenne toutes les 15 minutes

Paramètre mesuré : concentration d'hydrogène sulfuré

Plage de mesure : 10-1000 ppb

Résolution : 10ppb

Précision de la mesure : incertitude 30%

Mesure des particules fines***

Acquisition : Mesure en continu et stockage de la moyenne toutes les 10 minutes

Paramètre mesuré : Concentration numérique de particules fines de 1 µm de diamètre de 1-10⁵

à 5-10⁷ particules/m³

Précision de la mesure : 1-10³ particules/m³

AUTRES CARACTERISTIQUES

Températures de fonctionnement : -20°C - +60°C

Température de non dégradation du matériel : -40°C - +105 °C

Poids : 1250g

Dimensions (en mm) : 330x175x30

Protection aux intempéries : boîtier étanche au ruissellement, capteurs protégés sous grille mécanique

Système de fixation intégré (plaque arrière pour tous supports verticaux par cerclage, bridage ou fixation murale)

CERTIFICATIONS D'ORDRE GENERAL

Directive européenne 1999/5/CE

Directive européenne 2002/96/CE

Directive européenne 2009/125/CE

Norme EN 301 511

Norme EN 300 440-2

Norme EN 50385 : 2002

Norme ETSI EN 301 489-7 : 2006

Norme ETSI EN 301 489-3 : 2006

Norme EN 61326 : 2013

Norme EN 61010-1 : 2010

Norme EN 60950-1 : 2006

INFOS

Azimut Monitoring
ZA Alpespace – bât Makalu
15 rue Saint Exupéry – 73800 FRANCIN
Tel : +33 9 79 38 76 84 – info@azimut-monitoring.com

www.azimut-monitoring.com



SAS au capital de 1 313 172 € - R.C. Chambéry 490 080 447
SIRET 490 080 447 00033 – APE 2651B – TVA Intra : FR 34 490 080 447



Annexe 2 : caractéristiques techniques du FIDAS 200

Distribution granulométrique en nombre et en masse des poussières en suspension



Principe de mesure :	mesure de diffusion de lumière blanche par les particules
Paramètres fournis (simultanément)	PM-1, PM-2.5, PM-4, PM-10, nombre, granulométrie, température, pression, humidité relative, vent
Gammes de mesure	taille 0,18 à 18 μm (jusqu'à 100 μm) nombre 1 - 20 000 p/cm ³ masse 1 - 10 000 $\mu\text{g} / \text{m}^3$
Taille du volume optique	262 x 262 x 164 μm
Nombre de classes de taille	64
Temps de moyennage	de 1 sec à 24 h (avec logiciel de post-traitement)
Débit de prélèvement	4,8 l/min
Interfaces	LAN, WIFI, RS-232/485, USB
Protocoles	Bayern/Hessen, Modbus, ASCII,
Mémoire	PC à écran tactile 4 Gb
Logiciel fourni	PDAnalyse
Dimensions de l'analyseur	195 x 450 x 310 mm, rack 19"
Dimensions du caisson IP65	1810 x 600 x 400 mm, avec ligne IADS et tête Sigma-2
Poids de l'analyseur	9,3 kg
Poids du caisson IP65	48 kg, avec ligne IADS et tête Sigma-2
Alimentation	115 - 230 Vac, 50 - 60 Hz, 140 W
Consommation électrique	200 W
Conditions d'utilisation	-20 à 50 °C

Annexe 3 : journal de chantier P+R Monnet

	Remorque PM10	Gymnase PM10	Becquerel PM10	Lycée PM10	Conditions météo	Poste chantier
10/04/17	26	21				Chantier non débuté
11/04/17	44	34				Chantier non débuté
12/04/17	41	30				Démarrage du chantier (installations de chantier...)
13/04/17	27	28	25			travail sur la déviation de canalisation EP le long de l'avenue et sur l'accès au site des gens du voyage
14/04/17	27	26	22			travail sur la déviation de canalisation EP le long de l'avenue et sur l'accès au site des gens du voyage
15/04/17	17	20	20			
16/04/17	13	24	19			
17/04/17	13	21	28			
18/04/17	13	28	39	27	Beau/vent fort	Décapage végétal, Création piste AEP, Réseaux Base vie
19/04/17	15	18	31	18	Beau/vent fort	Décapage végétal, réseaux Base vie, empiérement
20/04/17	45	24	28		Beau	
21/04/17	24	20	23	20	Beau	
22/04/17	23	25	23	24		
23/04/17	24	26	25	28		
24/04/17	157	53	27	34	vent faible à moyen	Réseaux, remblaiement, approvisionnement de terre par camions
25/04/17	97	48	31	30	vent faible à moyen	Réseaux, remblaiement, approvisionnement de terre par camions
26/04/17	13	16	15	16	Pluie	Aucune activité
27/04/17	13	17	18	16	Pluie	Aucune activité
28/04/17	24	21	19	21	Averses, vent faible à moyen	Reseaux AEP, Decapage végétal, Remblaiement, balisage
29/04/17	21	20	19	19		
30/04/17	18	17	18	17		
01/05/17	10	16	15	16		
02/05/17	23	22	19	21	Averses, vent faible	Réseaux, remblaiement
03/05/17	14	17	17	17	Averses, sol humide	Réseaux, remblaiement
04/05/17	10	17	17	17	pluies, sol humide	Broyage végétal, Evacuation déblais
05/05/17	17	20	26	19	pluies, sol humide	Création piste, réseaux,
06/05/17	18	19	17	18		
07/05/17	13	18	16	17		
08/05/17	10	16	16	16		
09/05/17	16	16	19	16	Nuageux, vent, sol humide	Réseaux, terrassement
10/05/17	23	31	22	23	Beau, sol humide	Terrassement, réseaux, empiérement
11/05/17	19	16	12	17	Vent faible, sol humide	Terrassement, empiérement, stockage remblais
12/05/17	20	15	10	13	Vent faible, pluie (aprem)	Terrassement, stockage remblais
13/05/17	14	13	12	12		
14/05/17	12	11	10	12		
15/05/17	66	34	13	12	Beau, sol humide	Terrassement, stockage remblais
16/05/17	108	54	41	49	vent faible	Terrassement, stockage remblais
17/05/17	142	60	25	90	Beau, vent faible	Terrassement, stockage remblais
18/05/17	54	36	33	51	Beau, vent faible	Terrassement, stockage remblais, décapage végétal
19/05/17	11	12	10	11	Pluie	Aucune activité
20/05/17	10	14	11	17		
21/05/17	13	10	10	11		
22/05/17	44	24	13	34	Beau, vent faible	Terrassement, remblais, réseaux
23/05/17	45	20	25	19	Beau, vent faible	Terrassement, remblais, réseaux
24/05/17	45	28	33	21	Beau, vent faible	Terrassement, remblais, réseaux
25/05/17	9	16	19	16		
26/05/17		15	14	13		
27/05/17		15	16	13		
28/05/17		14	13	15		
29/05/17	20	59	28	31	Beau, sol sec, vent faible	Terrassement, remblais, réseaux
30/05/17	92	45	15	32	Beau, sol sec, vent faible	Terrassement, remblais, réseaux, dégroutage enrobée
31/05/17	63	37	29	33	Nuageux, sol sec, vent faible	Terrassement, remblais, réseaux
01/06/17	29	25	14	23	Nuageux, sol humide, vent faible	Terrassement, réseaux
02/06/17	78	47	19	29	Nuageux, sol humide, vent faible	Terrassement, réseaux
03/06/17	64	24	18	24		
04/06/17	10	13	12	13		
05/06/17	22	16	13	15		
06/06/17	14	22	18	17	Pluie, sol humide, vent faible	Stockage matériaux
07/06/17	16	25	21	24	Beau, sol humide, vent faible	raccordement, réseaux
08/06/17	33	27	31	21	Beau, sol humide, vent faible	raccordement, réseaux
09/06/17	78	48	25	42	Beau, sol humide, vent faible	Réseaux, remblaiement
10/06/17	17	21	17	17		
11/06/17	23	13	11	3		
12/06/17	127	62	23	32	Beau, vent faible	Terrassement, remblais, réseaux
13/06/17	102	32	29	39	Beau, vent faible, sol sec	Terrassement, remblais, réseaux
14/06/17	35	28	29	24	Averses, vent faible	Terrassement, remblais, réseaux
15/06/17		3	17	22	Beau, vent faible, sol sec	Terrassement, remblais, réseaux, empiérement
16/06/17		21	30	29	Beau, vent faible, sol sec	Terrassement, remblais, réseaux, empiérement
17/06/17		31	26	31		
18/06/17		14	12	14		
19/06/17	121	61	27	46	Beau, vent faible, sol sec	Réseaux, empiérement
20/06/17	277	116	19	52	Beau, vent faible, sol sec	Réseaux, empiérement, remblaiement
21/06/17	65	30	51	24	Beau, vent faible, sol sec	Empiement; pose gabions
22/06/17	57	63	30	47	Beau, vent faible, sol sec	Réseaux, pose gabions
23/06/17	222	69	51	90	Beau, vent faible, sol sec	Empiement; pose gabions
24/06/17	38	26	22	25		
25/06/17	19					
26/06/17	81	33	24	28	Beau, vent faible, sol sec	Remblaiement
27/06/17	44	38	22	26	Beau, sol humide, vent faible	Reseaux électriques, pose de bordures, décapage végétal
28/06/17	102	63	11	25	Beau, sol humide, vent faible	Reseaux électriques, pose de bordures, décapage végétal, terrassement
29/06/17	35	25	10	9	Pluie, sol humide, vent faible	Modelage noues, pose de bordures, terrassement
30/06/17	51	29	12	20	Nuage, sol humide, vent faible	Réseaux, massifs candélabres, pose de bordures, modelage noues

	Remorque PM10	Gymnase PM10	Bequerel PM10	Lycée PM10	Conditions météo	Poste chantier
01/07/17	11	9	8	8		
02/07/17	14	12	11	12		
03/07/17	27	46	31	45	Beau, sol humide, vent faible	Démolition, enrobée béton, pose massifs
04/07/17	98	57	18	30	Beau, sol humide, vent faible	Démolition, enrobée béton, arrachage végétaux, réseaux
05/07/17	204	176	31	33	Beau, sol humide, vent faible	Lavage, sciage, décoffrage, coulage, approvisionnement sable, terrassement
06/07/17	139	113	28	39	Beau, sol humide, vent faible	Lavage, sciage, décoffrage, coulage, approvisionnement sable, terrassement
07/07/17	61	54	36	116	Beau, sol humide, vent faible	Lavage, sciage, décoffrage, terrassement, réseaux
08/07/17	43	59	55	59		
09/07/17	37	75	51	73		
10/07/17	28	37	31	39	Averses, sol humide, vent faible	Scellement boules granites, terrassement, mise en place terre végétale, réseau, remblai
11/07/17	26	20	17	40	Beau, sol humide, vent faible	Scellement boules granites, terrassement, mise en place terre végétale, réseau, remblai, réseau
12/07/17	29	21	16	35	Beau, sol humide, vent faible	Scellement boules granites, terrassement, mise en place terre végétale, réseau, remblai, réseau
13/07/17	38	35	18	13	Beau, sol humide, vent faible	réseaux
14/07/17	25	13	13	14		
15/07/17	28	16	16	15		
16/07/17	25	14	14	16		
17/07/17	33	22	18	33	Beau, sol humide, vent faible	drainage local vélo, réseaux
18/07/17	44	27	73	96	Beau, sol humide, vent faible	drainage local vélo, réseaux
19/07/17	57	43	34	75	Beau, sol humide, vent faible	drainage local vélo, réseaux
20/07/17	28	17	13	56	Beau, sol humide, vent faible	réseaux
21/07/17	43	14	21	99	Beau, sol humide, vent faible	réseaux
22/07/17			17	20		
23/07/17			14	16		
24/07/17			16	95	Averses, sol humide, vent faible	Maçonnerie sanitaire, démolition
25/07/17			13	112	Averses, sol humide, vent faible	Maçonnerie sanitaire, démolition
26/07/17			14	88	Nuageux, sol humide, vent faible	Réseaux, maçonnerie, remblai
27/07/17	16	18	15	178	Nuageux, sol humide, vent faible	Réseaux, maçonnerie, déblais/remblais
28/07/17	38	33	16	57	Nuageux, sol humide, vent faible	Réseaux, maçonnerie, déblais/remblais
29/07/17	20	15	14	17		
30/07/17	23	47	32	39		
31/07/17	25	30	26	33	Drageux, sol humide, vent faible	Remblais, maçonnerie, réseaux
01/08/17	83	70	42	42	Beau, sol humide, vent faible	Remblais, maçonnerie, réseaux
02/08/17	89	90	53	79	Beau, sol humide, vent faible	Remblais, maçonnerie, réseaux
03/08/17	51	87	70	157	Beau, sol humide, vent faible	Remblais, maçonnerie, réseaux
04/08/17	91	54	39	70	Beau, sol humide, vent faible	Remblais, maçonnerie, réseaux
05/08/17	21	17	15	18		
06/08/17	22	12	11	12		
07/08/17	63	29	22	25	Drageux, sol humide, vent moyen	Remblais, empierrement, apport de matériaux
08/08/17	22	20	13	16	Forte pluie	Aucune activité
09/08/17	52	72	22	29	Beau, sol humide, vent moyen	Empierrement, maçonnerie, remblais
10/08/17	27	28	28	26	Pluie, vent moyen	Enrobées
11/08/17	18	93	95	85	Nuageux, sol humide, vent faible	Empierrement, terrassement
12/08/17	23	51	51	59		
13/08/17	22	31	19	24		
14/08/17	24	20	14	17		Aucune activité
15/08/17	23	21	12	15		Aucune activité
16/08/17	30	29	24	32	Beau, sol humide, vent faible	terrassement, évacuation déblais
17/08/17		32	28	88	Beau, sol humide, vent faible	terrassement, évacuation déblais
18/08/17		32	35	109	Beau, sol humide, vent faible	empierrement, maçonnerie, apport remblais
19/08/17		16	234	16		
20/08/17		17	18	24		
21/08/17		18	24	32		
22/08/17		21	20	101		
23/08/17		18	17	88		
24/08/17		25	30	51		
25/08/17		25	22	32		
26/08/17		21	20	25		
27/08/17		29	25	29		
28/08/17		131	41	29	Beau, sol sec	terrassement, apport granulats
29/08/17		57	54		Beau, sol sec, vent faible	terrassement, remblais
30/08/17		76	67		Beau, sol sec, vent faible	terrassement, remblais
31/08/17		29	26		Pluie	Aucune activité
01/09/17		12	40		Beau, sol humide, vent faible	Empierrement, terrassement
02/09/17		10	11			
03/09/17		11	10			
04/09/17		26	14		Beau, sol humide, vent faible	terrassement, remblais, découpage bordure, compactage
05/09/17		18	23		Beau, sol humide, vent faible	Terrassement, découpage, réseaux
06/09/17		18	16		Beau, sol humide, vent faible	Terrassement, découpage, réseaux
07/09/17		93	30		Beau, sol humide, vent faible	Terrassement, découpage, réseaux, gabion
08/09/17		86	38		Beau, sol humide, vent faible	Terrassement, découpage, réseaux, gabion
09/09/17		33	27			
10/09/17		265	12			
11/09/17		116	21		Pluie	Terrassement, remblais, pose bordure
12/09/17		267	19	21	Pluie	Terrassement, remblais, pose bordure
13/09/17		221	16	60	Pluie, vent moyen	Terrassement, remblais, pose bordure
14/09/17		102	12	57	Averses, sol humide	Terrassement, remblais, pose bordure
15/09/17		72	16	20	Beau, sol humide, vent faible	Terrassement, apport gravier
16/09/17		136	18	20		
17/09/17		219	13	14		
18/09/17		35	11	71	Pluie	terrassement, coffrage des murets
19/09/17		17	12	16	vent moyen	coulage murets, terrassement, apport gravier
20/09/17		26	12	37	Beau, sol humide, vent faible	livraison béton, coulage murets, réseau
21/09/17		291	18	30	Beau, sol sec, vent faible	Les mesures augmentent dans la semaine avec le séchage du sol.
22/09/17		150	25	41	Beau, sol sec, vent faible	terrassement, coulage, sciage, apport gravier
23/09/17		1318	21	21		
24/09/17		36	14	16		
25/09/17		498	21	25	Nuageux, sol humide, vent faible	terrassement, pose bordure, découpage
26/09/17		231	28	27	Beau, sol sec, vent faible	Terrassement, réseaux, empierrement, décoffrage
27/09/17		89	34	54	Beau, sol sec, vent faible	terrassement, découpage, coulage
28/09/17		403		86	Beau, sol sec, vent faible	terrassement, découpage, coulage
29/09/17		91		239	Beau, sol sec, vent faible	terrassement, découpage, coulage, gradin, gradin béton
30/09/17		42		28		
01/10/17		82		13		
02/10/17		36		20	Nuageux, sol humide	décrochage, terrassement, décapage, coulage, décoffrage
03/10/17		59		78	pluie faible, vent moyen	pose bordure, terrassement, plantation
04/10/17		53		30	Beau, sol sec, vent nul	pose bordure, terrassement, plantation, coffrage
05/10/17		256		35	Beau, sol sec, vent nul	pose bordure, terrassement, plantation, coffrage, livraison béton
06/10/17		84		18	Beau, sol sec, vent moyen	rabotage, terrassement, coffrage, livraison béton, rabotage, sciage
07/10/17		19		23		
08/10/17		14		16		
09/10/17		195		39	Beau, sol humide, vent nul	coulage, plantation
10/10/17		76		217	Beau, sol humide, vent nul	livraison granulats, lavage,
11/10/17		79		88	Beau, sol sec, vent faible	livraison granulats, lavage, coulage escalier
12/10/17		35		144	Beau, sol sec, vent faible	coulage, lavage, engazonnement
13/10/17		64		49	Beau, sol sec, vent faible	rabotage, découpage, enrobé

Chantier P+R Monnet Bulletin de surveillance de la qualité de l'air

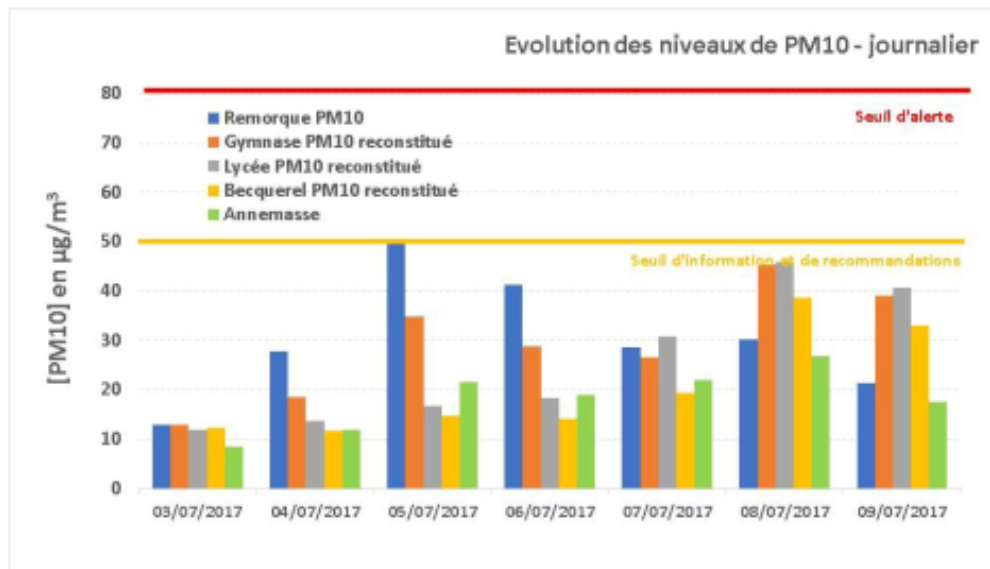
Semaine
Du 03/07/17
Au 09/07/17

Evolution hebdomadaire des concentrations

Commentaire :

En moyenne journalière, la semaine passée a été marquée par des concentrations relativement élevées par rapport au niveau de fond de l'agglomération. Le seuil de la valeur limite a été atteint (mais pas dépassé) mercredi 5 sur le site du gymnase. Le week-end a également été concerné par la pollution particulaire (détecté par les micro-capteurs)

En moyenne journalière, de nouveaux pics ont été relevés entre mardi et jeudi sur le site du gymnase et vendredi au niveau du lycée. Une observation intéressante est également le niveau de fond plus élevé le week-end que durant la semaine (les prochains relevés indiqueront s'il s'agit d'une surestimation de la part des micro-capteurs ou un évènement particulier)



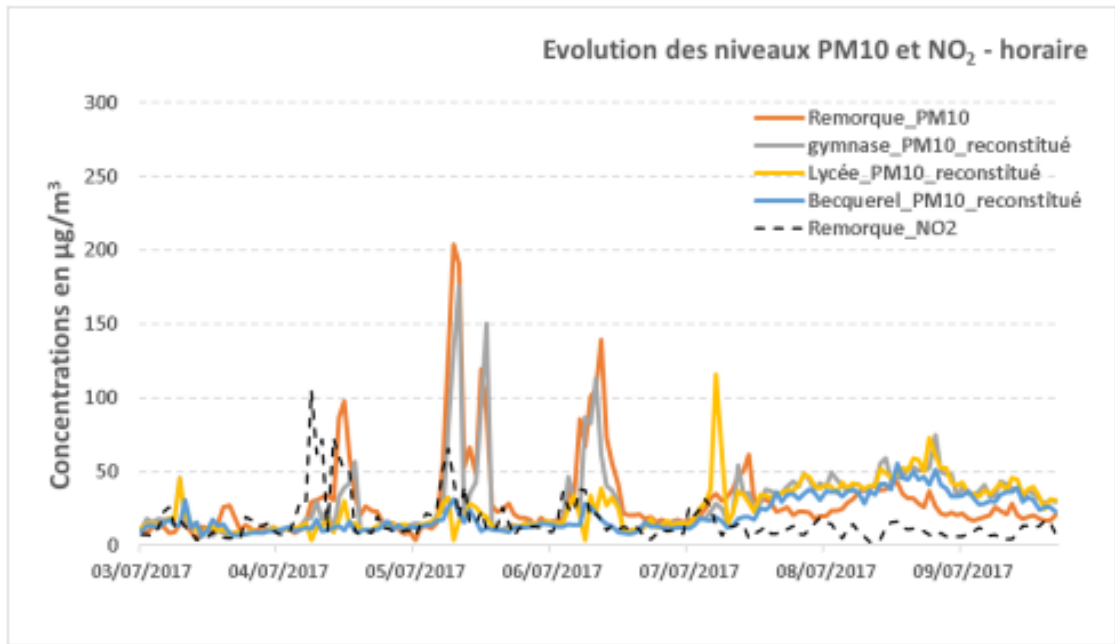


Table des illustrations

Figures

FIGURE 1 : VUE GLOBALE DU PLAN MOBILITE D'ANNEMASSE AGGLO.....	8
FIGURE 2 : PERSPECTIVE DU FUTUR PARKING RELAIS P+R "JEAN MONNET" - CREDIT : AGENCE J/HBI/O. CHARDONNET	8
FIGURE 3 : TRAM ANNEMASSE-GENEVE. CROIX D'AMBILLY. CREDIT : FOLIO, ARCHITECTE DU PAYSAGE - 2017	8
FIGURE 4 : NOUVELLE GARE D'ANNEMASSE. ENTREE NORD. - CREDIT : GAUTIER ET CONQUET	9
FIGURE 5 : EXEMPLE DE LABORATOIRE MOBILE	9
FIGURE 6 : EXEMPLE DE MICROCAPTEUR PM + BRUIT "GREENBEE"	9
FIGURE 7 : EMBLEMES DES POINTS DE MESURES SUR LE CHANTIER DU P+R MONNET.....	10
FIGURE 8 : EMBLEMES DES POINTS DE MESURES SUR LE CHANTIER DU TRAM	10
FIGURE 9 : EMBLEMES DES POINTS DE MESURES SUR LE CHANTIER DU PEM.....	11
FIGURE 10 : DATES DES MESURES SUR LES DIFFERENTS CHANTIER SUIVIS.....	11
FIGURE 11 : CONCENTRATIONS MOYENNES DE PM10 AU P+R MONNET.....	12
FIGURE 12 : CONCENTRATIONS MOYENNES DE PM10 SUR LE CHANTIER DU TRAM (RUE PASTEUR SE TROUVE LE POINT 'SALON DE COIFFURE' ET IMPASSE DE LA SOIERIE LE POINT 'Panneau publicitaire').	12
FIGURE 13 : CONCENTRATIONS MOYENNES DE PM10 SUR LE CHANTIER DU PEM	13
FIGURE 14 : NOMBRE DE DEPASSEMENTS DU SEUIL DE LA VL JOURNALIERE : CHANTIER P+R MONNET	13
FIGURE 15 : NOMBRE DE DEPASSEMENTS DU SEUIL DE LA VL JOURNALIERE : CHANTIER DU TRAM	14
FIGURE 16 : NOMBRE DE DEPASSEMENTS DU SEUIL DE LA VL JOURNALIERE : CHANTIER DU PEM	14
FIGURE 17 : EVOLUTION MENSUELLE DE LA GRANULOMETRIE DES PARTICULES EN SUSPENSION.....	15
FIGURE 18 : EVOLUTION DE LA GRANULOMETRIE SUR LE CHANTIER DU P+R MONNET DU 15 AU 21/05/2017.....	16
FIGURE 19 : EVOLUTION HORAIRE DE LA GRANULOMETRIE SUR LE CHANTIER DU P+R MONNET DU 15 AU 21/05/2017	16
FIGURE 20 : EVOLUTION HORAIRE DES CONCENTRATIONS DE PM10 AU P+R MONNET LE 05/07/2017.....	17
FIGURE 21 : ROSE DES VENTS AU P+R MONNET LE 05/07/2017	17
FIGURE 22 : MAXIMUMS JOURNALIERS EN NO2	19
FIGURE 23 : CORRELATION MICRO-CAPTEUR/REFERENCE - ENSEMBLE DES DONNEES.....	20
FIGURE 24 : CORRELATION MICRO-CAPTEUR/REFERENCE - CONCENTRATIONS > 50 µG/M3	21
FIGURE 25 : RELEVÉ DES PICS DE PARTICULES SUR LE CHANTIER P+R MONNET	22
FIGURE 26 : NUAGES DE CORRELATION BRUIT/PARTICULES	23