

-Sillon'air-

Retour d'expérience de la 1^{ère} phase de mesures par μ capteur en mobilité sur le territoire de la Haute-Savoie

Février 2020

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



Sommaire

Table des matières

| | |
|---|-----------|
| 1. Contexte..... | 3 |
| 2. Description technique de l'expérimentation..... | 5 |
| 2.1. Les partenaires du projet..... | 5 |
| 2.2. Protocole d'expérimentation..... | 6 |
| 2.3. Territoire d'expérimentation..... | 7 |
| 2.4. Rapatriement de la donnée..... | 8 |
| 3. Exploitation et recommandations..... | 9 |
| 3.1. Travailler avec la donnée 10 secondes..... | 9 |
| 3.2. Travailler avec les données brutes..... | 9 |
| 3.3. Disposer d'informations sur le suivi de la flotte de micro-capteurs..... | 10 |
| 3.4. Intercomparer et disposer d'une station fixe de référence sur la zone d'étude..... | 11 |
| 3.5. Utiliser une partie des micro-capteurs en site fixe..... | 12 |
| 3.6. Dimensionner correctement le nombre de micro-capteurs au regard de la zone (et inversement)..... | 13 |
| 3.7. Rester cohérent avec les contraintes de modélisation..... | 14 |
| 4. Synthèse..... | 17 |

Résumé

Le développement des micro-capteurs présente une facilité de mise en œuvre et permet la multiplication des points de mesures. Installés en mobilité sur une flotte de véhicules, ce nouveau type de mesure ouvre des perspectives intéressantes en termes d'innovation de surveillance de la qualité de l'air.

L'expérimentation Sillon'air est un projet multi partenarial entre ENEDIS, Pollutrack, et Atmo Auvergne-Rhône-Alpes. Il a pour objectif de tester la pertinence de ce procédé de mesure en mobilité et de vérifier la fiabilité des données collectées en vue de déterminer l'intérêt de développer ce système de mesure à plus grande échelle et d'avoir un modèle économique viable. Les premiers retours d'expérience montrent que la réalité technique est bien présente et qu'il convient de respecter certaines préconisations pour mener à bien cet objectif. En particulier, il est nécessaire de travailler avec la donnée brute et de ne pas agréger les données, mais aussi de combiner l'utilisation des micro-capteurs en mobilité avec des micro-capteurs fixes et d'instaurer systématiquement des périodes d'intercomparaison sur une station fixe réglementaire et homologuée.

Le dimensionnement de la zone d'étude par rapport au nombre de capteurs disponibles - et donc au coût - est également un paramètre primordial dans le protocole d'étude.

Dans le cas précis de projet Sillon'air il convient d'ailleurs de réajuster la couverture géographique afin de trouver le meilleur compromis entre périmètre sondé et représentativité de la donnée.

1. Contexte



L'observation environnementale de la qualité de l'air connaît aujourd'hui une période d'innovation inédite grâce à l'arrivée des objets connectés, et en particulier à des micro-stations de mesures de polluants.

Ces micro-stations de mesure, communément appelées micro-capteurs sont moins coûteuses et moins encombrantes que les stations fixes traditionnelles. Elles permettent ainsi d'envisager le déploiement dense de points de mesures distribués sur nos territoires, et d'imaginer de nouveaux usages de la mesure en facilitant par exemple l'embarquement de ces micro-capteurs sur des flottes mobiles de véhicules. Cette nouvelle ouverture permettrait ainsi de sonder la qualité de l'air sur des territoires peu évalués, et de démultiplier le nombre de mesures en utilisant des flottes de véhicules déjà en service. L'intégration de réseaux de micro-capteurs dans l'observatoire constitue une piste d'évolution à moyen terme permettant alors d'en augmenter la résolution spatiale et temporelle, ainsi que la capacité à prendre en compte des événements localisés ou atypiques.

La multiplication de ces mesures permettrait ainsi de renforcer l'observatoire actuel, mais également de communiquer plus localement. Un capteur fiable et testé par l'observatoire, connecté à une plateforme web, permettrait en effet aux utilisateurs de mesurer, de visualiser en temps réel les données, d'être acteur de la surveillance, et d'auto-évaluer leur exposition personnelle à la pollution.

L'intégration de réseaux de micro-capteurs mobiles à l'observatoire, implique cependant en amont une normalisation et une validation des mesures avant de pouvoir être partagées et comparées. Ainsi Atmo Auvergne-Rhône-Alpes et ses partenaires travaillent sur des méthodes qui permettront à court terme d'orienter la construction et le déploiement des réseaux.

C'est dans ce contexte que le projet Sillon'air a été élaboré. En partenariat avec PlanetWatch24 et Enedis, des mesures par micro-capteurs embarqués ont eu lieu sur le territoire de la Haute-Savoie de septembre 2018 à décembre 2019. Enedis, qui dispose de flottes de véhicules sur les territoires, a en effet équipé 70 véhicules avec un micro-capteur afin d'effectuer des mesures géolocalisées sur le territoire de la Haute Savoie.

En se basant sur le retour d'expérience du projet Sillon'air, cette synthèse vise à apporter des recommandations sur la normalisation, la validation et le protocole de mesures adaptées à ce type de métrologie innovante et spécifique.

2. Description technique de l'expérimentation

2.1. Les partenaires du projet

Atmo Auvergne Rhône Alpes, à travers ses actions, poursuit un objectif d'intérêt général, celui de contribuer à doter la région d'un dispositif qui assure tant la surveillance de la qualité de l'air que l'évaluation des actions et des politiques publiques visant à l'améliorer. Atmo Auvergne-Rhône-Alpes, en qualité d'organisme agréé pour la surveillance et l'information sur la qualité de l'air, est intéressée à toute expérimentation permettant de produire des données susceptibles d'améliorer la connaissance ou les outils d'évaluation de la qualité de l'air sur son territoire d'agrément. Par ailleurs, elle gère des moyens météorologiques, d'inventaires d'émissions et de modélisation permettant d'effectuer des comparaisons avec les travaux issus de l'expérimentation. Atmo Auvergne-Rhône-Alpes est intégrée au dispositif national de surveillance, ce qui permet de faire le lien avec des expérimentations réalisées dans d'autres territoires français et avec le laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air, coordinateur de travaux français dans ce domaine.

Enedis, en qualité d'entreprise de service public, opérateur du réseau électrique, s'inscrit dans la mise en œuvre d'actions concrètes en faveur de la lutte contre la pollution. Ainsi, sa flotte de véhicules légers est la 2^{ème} flotte de véhicule électrique d'entreprise de France.

Enedis a décidé de se positionner en relai et soutien d'initiatives prometteuses, en expérimentant l'utilisation de sa flotte d'entreprise avec l'objectif de permettre l'élaboration d'une cartographie fine de la pollution urbaine sur plusieurs secteurs de la région.

Cette expérimentation reflète l'engagement et la visibilité d'Enedis en qualité d'opérateur de données au service du plus grand nombre.

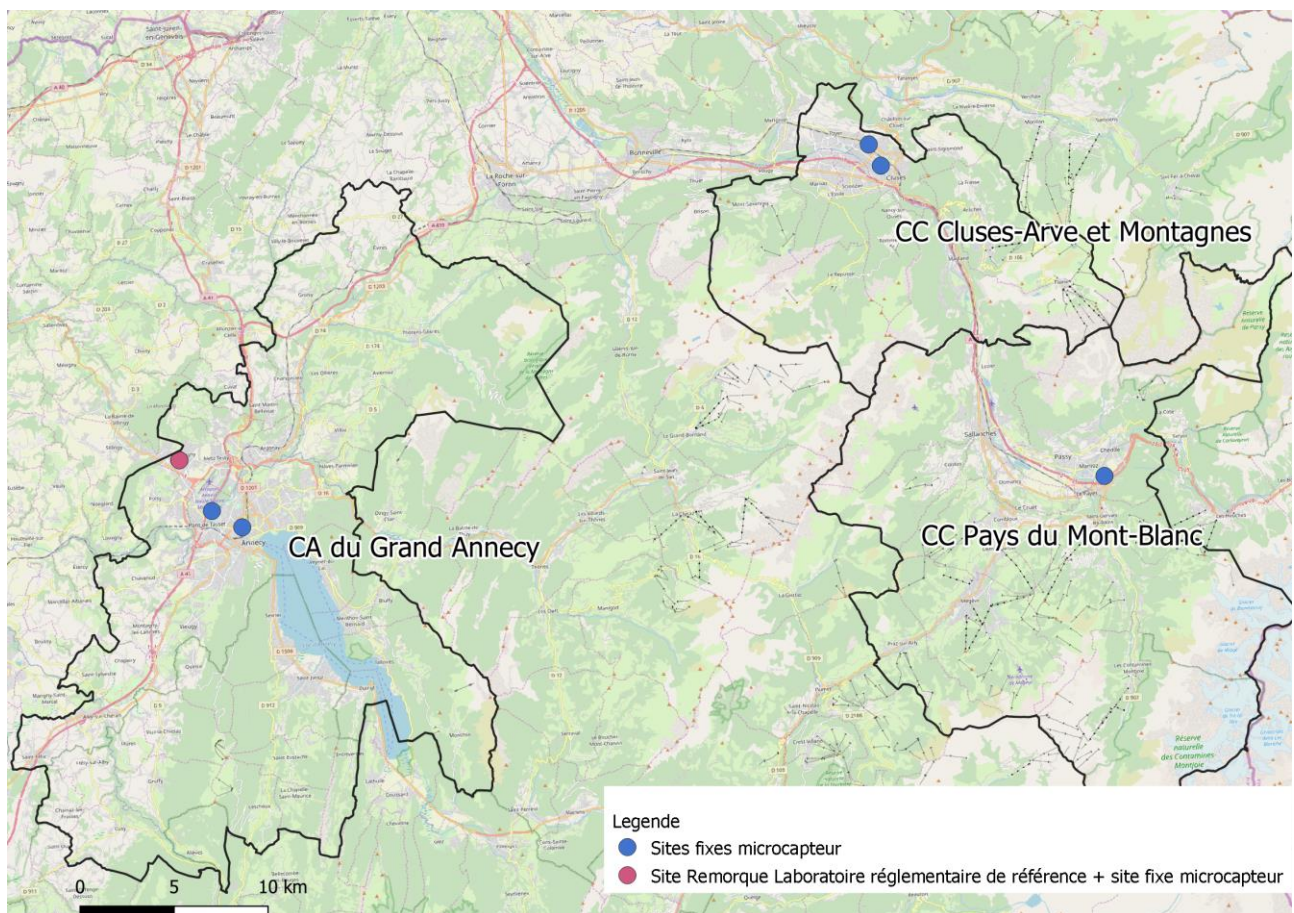
PlanetWatch24 est une société spécialisée dans le développement de solutions innovantes à l'interface Santé & Environnement. Elle est à l'origine de Pollutrack, et notamment de la mesure relative sur base mobile à partir de micro-capteurs laser du taux de particules PM2,5 à même les axes de circulation.

Cette innovation a fait l'objet d'un dépôt de brevet en 2015 soulignant l'intérêt d'un maillage fin de la mesure et d'une comparaison entre capteurs mobiles et capteurs fixes pour assurer une certaine qualité des mesures. PlanetWatch24 a développé cet outil innovant permettant à chaque citoyen de mieux connaître son niveau individuel d'exposition à la pollution extérieure, en fonction de son lieu de résidence, ses déplacements et activités diverses.

2.2. Protocole d'expérimentation

Dans le cadre de ce projet partenarial, 70 véhicules d'ENEDIS ont été équipés de micro-capteur Polutrack. Des mesures mobiles de particules fines PM_{2,5} ont donc été effectuées pendant 1 an et 4 mois, les jours ouvrés de 7h à 21h. L'ensemble des 70 véhicules dépendait des tournées des employés et ne roulait pas en continue sur ce créneau.

5 entrepôts bénéficiaient également en extérieur d'une mesure fixe par micro-capteur. Le micro-capteur étant très sensible à son environnement direct, il convient de s'assurer de son bon fonctionnement grâce à des comparaisons régulières avec son équivalent en mesure fixe. Un process de vérification a donc été mis au point par Pollutrack à chaque fois qu'un véhicule équipé d'un capteur mobile passait à proximité d'un micro-capteur fixe.



En parallèle des mesures par micro-capteurs, une station de référence de l'observatoire d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes équipés d'appareils de mesures connus, étalonnés, et réglementaires a été installé sur l'entrepôt d'Enedis d'Epagny comme mesure de référence.

Résumé du protocole de mesure



70 véhicules
Enedis équipés
de μ capteurs



Mesurant les
PM_{2,5}



Les jours ouverts
de 7h à 21h



Du 07/09/2018
au 31/12/2019



5 entrepôts
équipés de
micro-capteurs



1 remorque
mobile Atmo
Auvergne
Rhône Alpes



2.3. Territoire d'expérimentation

Le territoire d'expérimentation inclue une grande partie de la Haute Savoie, en particulier l'agglomération d'Annecy, la vallée de l'Arve, et la communauté de commune du pays du Mont Blanc.

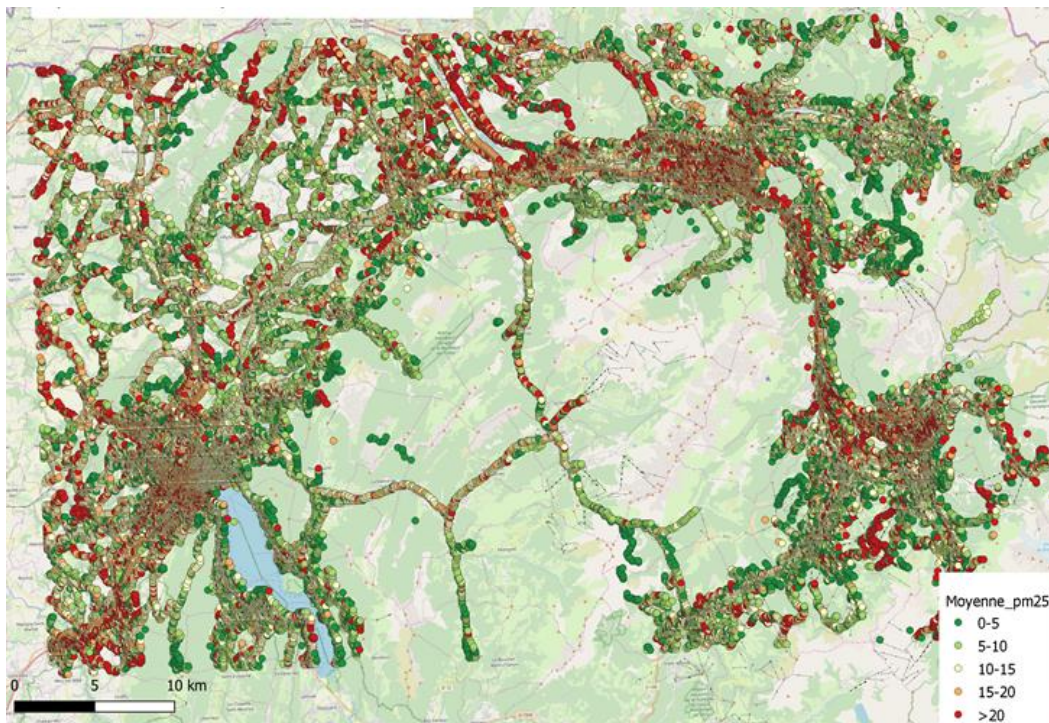


Figure 2: Territoire de l'expérimentation et moyenne de toutes les mesures en mobilité en chaque point

2.4. Rapatriement de la donnée

Une fois la mesure effectuée par le micro-capteur en mobilité, la donnée doit être rapatriée avant de pouvoir être exploitée, et comparée à l'observatoire d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes.

Le processus de rapatriement est multipartenarial et se déroule en 5 étapes décrites ci-dessous.



Zoom sur l'étape d'agrégation des données

Afin d'établir ses cartes de hotspots, et de mettre à disposition une donnée horaire, Planet Watch 24 réalise une agrégation des données dans des mailles carrées de 100m. Les mesures de tous les véhicules équipés de micro-capteurs passant dans une maille durant 1h sont moyennées suivant certaines règles de validation. C'est cette donnée horaire agrégée qui est ensuite communiquée aux partenaires sans information spécifique de représentativité.

Finalement le jeu de données sur la période d'expérimentation contient plus de 3 millions de données :



3. Exploitation et recommandations

L'exploitation par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes des données de cette expérimentation partenariale a permis une première analyse critique et constructive des données de micro-capteurs mesurées en mobilité. L'objectif de cette partie est d'établir une liste non exhaustive de recommandations sur l'utilisation des micro-capteurs en mobilité, en s'appuyant sur le retour d'expérience de cette première phase du projet Sillon'air illustré par des exemples concrets.

3.1. Travailler avec la donnée 10 secondes

Les données mobiles acquises via la flotte de véhicules permettent de connaître en temps quasi réelle la position en un point d'un axe routier. Les mesures micro-capteurs sont ainsi géolocalisées, ce qui permet de connaître les niveaux de polluants très précisément à l'endroit où est mesurée la concentration. Ce type de mesure est un avantage certain en termes de précision de la connaissance des niveaux locaux. En moyennant sur une durée de plusieurs minutes, la perte de la géolocalisation exacte engendre une grande imprécision voire une incohérence du fait de moyennner des coordonnées.

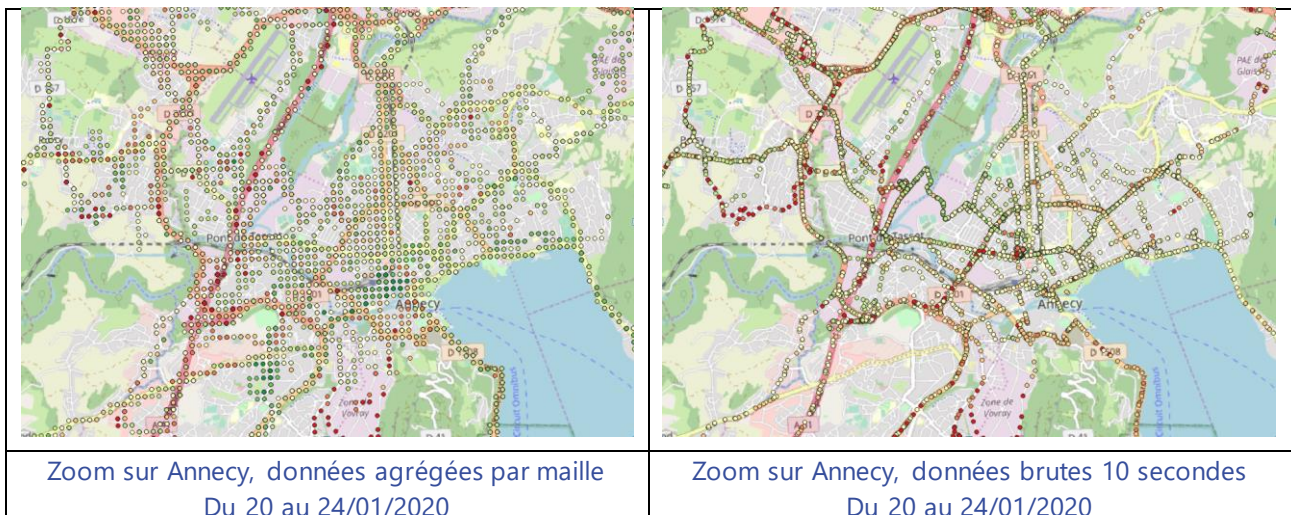


Figure 3 : Exemple sur la même zone d'étude de données moyennées à l'échelle horaire (à gauche) et au pas de temps 10 sec (à droite).

Préconisation

Afin de ne pas induire une perte de cohérence significative, et de préserver l'information sur la géolocalisation, il est indispensable de travailler avec des données géolocalisée 10 secondes et de ne pas moyennner sur un pas de temps plus large que la donnée brute.

3.2. Travailler avec les données brutes

Les micro-capteurs mobiles permettent de multiplier les mesures de polluants et d'obtenir un grand nombre de données sur un territoire. En théorie, avec les 70 véhicules équipées, récoltant des données toutes les 10 secondes sur la période de mesure (7h-21h) il serait possible de récupérer près de 150 000 données par jour.

Avec la solution proposée par PlanetWatch24, environ 6500 données sont disponibles par jour soit 4% de ce que permet effectivement le dispositif. Cette différence peut s'expliquer par les temps réels d'intervention des voitures, les arrêts, les pannes de capteurs. Mais la plus grande perte de représentativité provient de l'agrégation horaire moyennée sur une maille de 100m x 100m. Même si plusieurs véhicules passent par une même maille dans la même heure, une seule donnée moyennée sera disponible alors que celle-ci sera constituée de plusieurs données brutes.

De plus, une concentration horaire estimée au sein d'une maille par le passage d'un seul véhicule va apporter le même niveau d'information qu'une concentration horaire d'une maille estimée par le passage de plusieurs véhicules.

D'un point de vue statistique, cette configuration engendre une perte de représentativité importante, et non souhaitable.



Figure 4 : exemple illustrée d'agrégation horaire avec perte de représentativité.

Préconisation

Afin d'éviter toute perte de représentativité, il est nécessaire de travailler avec les données brutes et de n'agréger les données que de manière cohérente et pertinente avec l'échelle des phénomènes.

3.3. Disposer d'informations sur le suivi de la flotte de micro-capteurs

Le retour d'expérience de la 1^{ère} phase montre un taux de perte non négligeable. Les micro-capteurs possèdent une durée de vie limitée du fait de leur métrologie et de leur méthode de mesure. Ils sont également très sensibles à leur environnement et à leur entretien. Un micro-capteur embarqué sur un véhicule peut facilement tomber en panne, ou par exemple, ne plus être alimenté en électricité.

Il est apparu également dans certain cas un débranchement volontaire par le conducteur. Sur les 70 capteurs installés en début de campagne, 6 ont été dégradés (micro-capteurs volontairement débranchés, carte Sim retirée, etc).

Il est par conséquent nécessaire d'avoir un suivi temps réel des micro-capteurs (quel micro-capteur fonctionne à l'instant t), et de suivre la remontée des données, afin de pouvoir réagir au plus vite en remplaçant le micro-capteur si nécessaire.

1

Il est également nécessaire de connaître la fréquence de maintenances de chaque micro-capteur afin de prévenir une éventuelle dérive de ces derniers.

Préconisation

Atmo doit disposer d'informations complètes sur le suivi des micro-capteurs en fonctionnement : en particulier, la fréquence des maintenances pour chaque capteur et un suivi de fonctionnement des capteurs. Les capteurs ne remontant plus de données au-delà d'une certaine période doivent être vérifiés. La période en question dépend de l'étude et doit être déterminée au moment de l'élaboration du protocole avec les partenaires

3.4. Intercomparer et disposer d'une station fixe de référence sur la zone d'étude

Les micro-capteurs présentent une technique de mesure innovante, une facilité de mise en œuvre et un coût bien moindre qu'un analyseur réglementaire de référence. Ils restent néanmoins une mesure indicative, non étalonnée et non réglementaire.

Afin de valider le fonctionnement des micro-capteurs, il est nécessaire, en amont de la période de mesure, de mettre en place une période d'intercomparaison au cours de laquelle les micro-capteurs sont installés sur le même site et comparés entre eux. L'objectif est de tester leur répétabilité et d'identifier d'éventuels appareils défectueux ou mal paramétrés.

Disposer d'une station fixe sur la zone d'étude permet en plus de se référer à la valeur réglementaire et de corriger les micro-capteur si besoin.

Au cours de notre 1^{ère} phase du projet Sillon'air, une remorque d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes équipée d'appareils homologués et réglementaires a été déployée sur le site d'Epagny. Trois micro-capteurs ont été installés en parallèle de ces mesures de référence. Une intercomparaison entre l'analyseur de référence et 3 micro-capteurs Pollutrack a ainsi pu être réalisée.

Cette intercomparaison montre une bonne répétabilité des micro-capteurs Pollutrack. En effet, les trois micro-capteurs sont très bien corrélés entre eux. Néanmoins, il apparaît un écart significatif entre les mesures de l'appareil réglementaire homologué et les mesures effectuées à l'aide des micro-capteurs.

Une exploitation rapide par les équipes d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes a cependant montré qu'une correction pouvait être envisagée pour ajuster les valeurs.

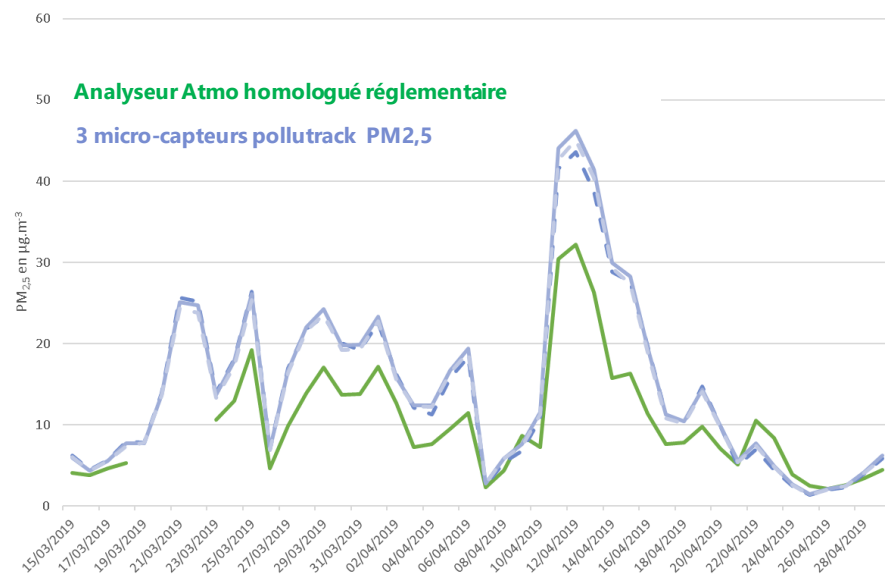


Figure 5 : Intercomparaison entre la mesure réglementaire et 3 micro-capteurs sur le site d'Epagny

Préconisation

Il faut pouvoir comparer et valider la donnée en fonction d'une station fixe de référence équipée d'appareils homologués et réglementaires, à minima au cours d'une intercomparaison de plusieurs jours. Si nécessaire, un ajustement des micro-capteurs peut être appliqué au vue des écarts avec la mesure de référence

3.5. Utiliser une partie des micro-capteurs en site fixe

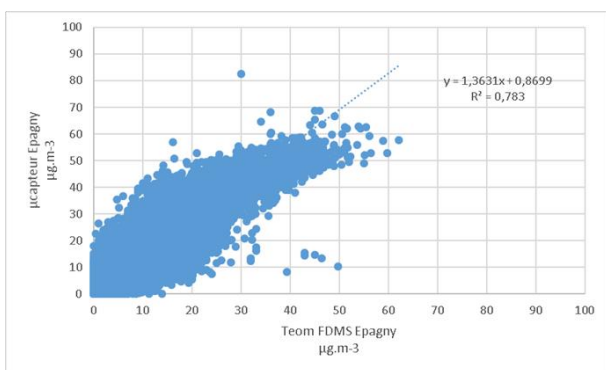
De par leur métrologie, les micro-capteurs ne présentent pas la même précision lorsqu'ils sont utilisés en fixe et en mobilité.

La mesure par micro-capteurs est dépendante de la granulométrie des particules, et au-delà d'une certaine vitesse, les micro-capteurs ne captent plus certaines gammes de particules. Les concentrations ne sont donc plus valides. Les études actuelles évoquent un seuil de 50km/h (voire 30km/h) au-dessus duquel les données micro-capteurs sont à invalider. Les mesures sur autoroute en zone interurbaine ne semblent donc pas être suffisamment fiables pour être intégrées dans ce type d'étude. Cette contrainte est à prendre en compte lors de l'élaboration du protocole et du choix de la zone géographique.

Les micro-capteurs fixes et mobiles de Sillon'air ont pu être comparés à la station fixe d'Atmo Auvergne Rhône Alpes équipée d'appareils de référence homologués et réglementaires.

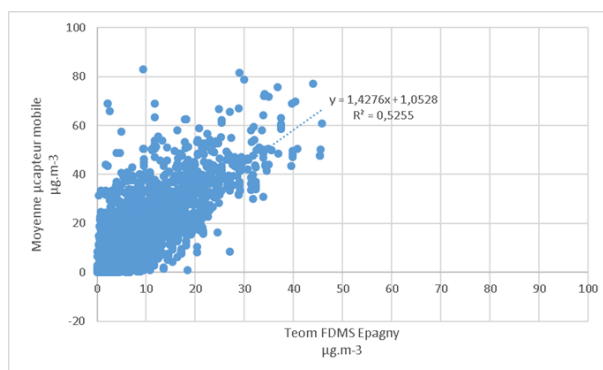
Même à des vitesses plus faibles (voir graphique ci-dessous), le retour d'expérience du projet Sillon'air montre une légère baisse de fiabilité lorsque le micro-capteur est utilisé en mobilité.

Micro-capteurs fixes

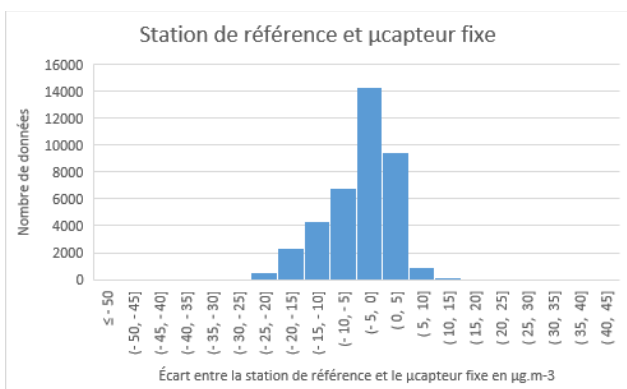


A - Corrélation entre une station de référence et un capteur fixe

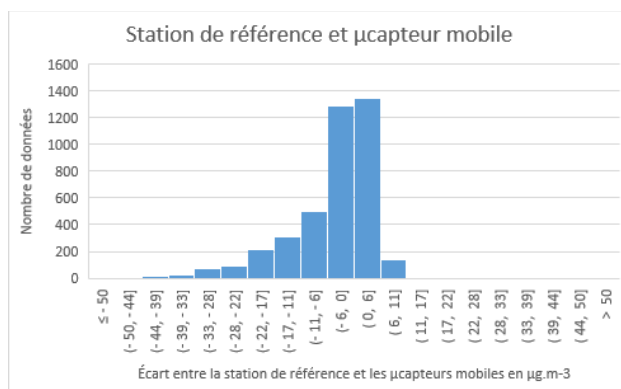
Micro-capteurs en mobilité



B - Corrélation entre une station de référence et un capteur en mobilité



C - Distribution des écarts entre une station de référence et un capteur fixe



D - Distribution des écarts entre une station de référence et un capteur en mobilité

Figure 6 : différence de représentativité entre un micro-capteur fixe et un micro-capteur mobile

Les graphiques A et B montrent une plus grande dispersion des données dans le cas des micro-capteurs mobiles. Dans le cas des micro-capteurs fixes, l'indicateur R^2 est d'ailleurs plus faible avec des données en mobilité qu'avec des données fixes.

Les écarts (majoritairement compris entre $-25 \mu\text{g.m}^3$ à $10 \mu\text{g.m}^3$) pour les micro-capteurs fixes (Graphique C) présentent d'ailleurs une gamme plus réduite que les écarts avec les micro-capteurs mobiles (graphique D) (majoritairement compris entre $-35\mu\text{g.m}^3$ et $10 \mu\text{g.m}^3$).

De manière générale, le micro-capteur a tendance à surestimer les concentrations (points au-dessus de la droite de pente 1). Cette surestimation est amplifiée lorsque le micro-capteur est en mobilité. Le micro-capteur fixe sous-estime les niveaux par rapport à la station de référence réglementaire lorsque les concentrations dépassent $40 \mu\text{g.m}^{-3}$.

Dans un déploiement sur un territoire, il convient donc de disposer de capteurs fixes et mobiles en parallèle afin de valider la donnée en plusieurs position géographique de la zone d'étude.

Préconisation

Les micro-capteurs en mobilité présentent un avantage certain en termes de couverture géographique et d'accessibilité à des zones qui n'avaient jamais été sondées. Néanmoins, la mesure par micro-capteur en mobilité reste encore indicative, et encore moins fiable qu'une donnée micro-capteur fixe. Afin d'assurer une certaine cohérence et validité, il convient de préconiser l'installation de micro-capteurs fixes en certains sites préalablement choisis en parallèle du déploiement sur une flotte mobile. Cela permettra de qualifier la mesure en mobilité voire de la réajuster si besoin.

3.6. Dimensionner correctement le nombre de micro-capteurs au regard de la zone (et inversement)

Les concentrations de polluants présentent des variations journalières, et saisonnières très significatives, avec des profils bien marqués. Au sein d'une même journée, les concentrations peuvent varier du simple au triple en fonction de l'heure de la journée. Il n'est donc pas satisfaisant dans certains cas, d'estimer une concentration journalière à l'aide d'une unique mesure horaire (voire à la minute).

Par exemple, le 20 janvier 2019, les concentrations mesurées par la remorque laboratoire sur le site d'Epagny montrent des concentrations horaires qui varient entre 16 et $52 \mu\text{g.m}^{-3}$ (soit une amplitude journalière de $36 \mu\text{g.m}^{-3}$ pour une moyenne journalière de $29 \mu\text{g.m}^{-3}$). Le biais peut être élevé si une unique donnée horaire permet d'estimer une concentration journalière.

Pour connaître la concentration journalière en un point, il est donc nécessaire de disposer de plusieurs concentrations à un pas de temps plus fin en ce point. Dans le cadre d'élaboration de cartographies, plus les véhicules passeront en un point, plus ce dernier sera représentatif. Inversement si la couverture géographique est trop large, chaque point cartographique journalier risque d'être estimé qu'à partir d'une mesure, et ne sera donc pas représentatif de la réalité journalière.

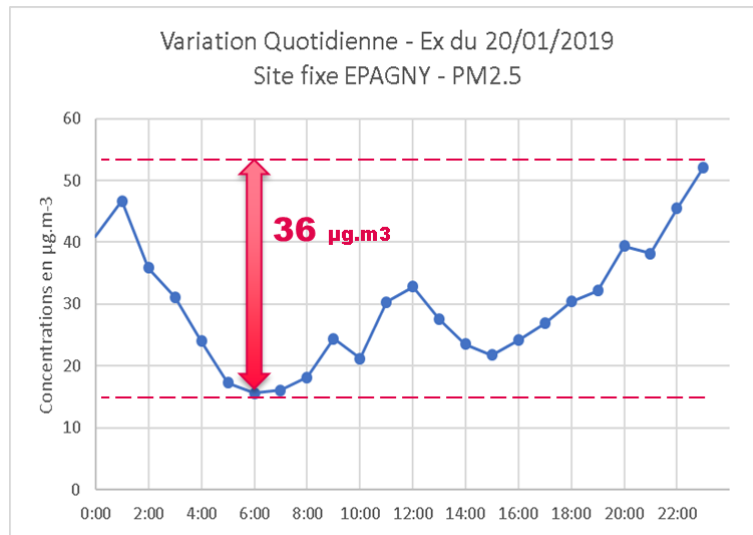


Figure 7: illustration de l'amplitude journalière pour les PM2.5 sur l'analyseur homologué d'Epagny - exemple du 20 janvier 2019

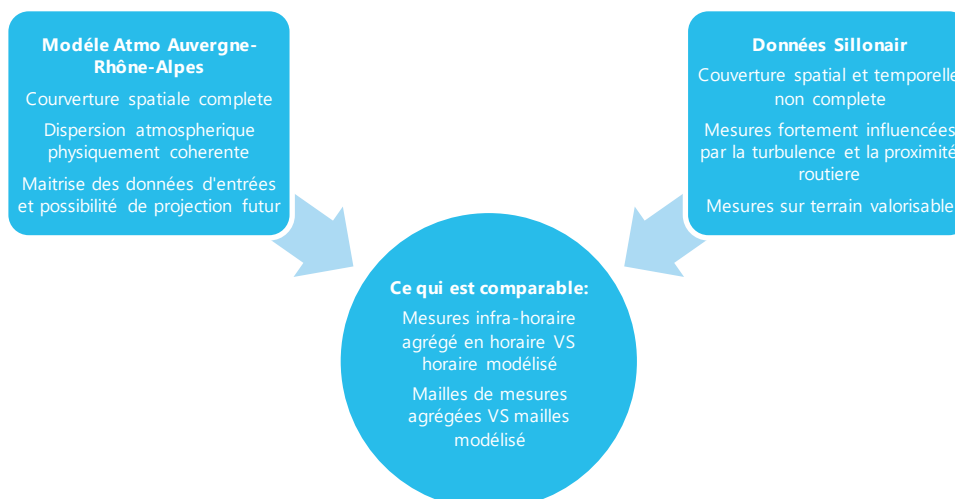
Il est par conséquent important de bien dimensionner la zone d'étude afin de disposer d'un nombre de véhicules et donc de données journalières permettant de réaliser des statistiques robustes afin d'avoir une représentativité correcte.

Préconisation

Afin d'émettre une préconisation sur un nombre optimal de capteurs en fonction de la couverture géographique, le travail doit être poursuivi et une étude statistique poussée devra être menée. En attendant le développement de cet axe académique, le meilleur compromis entre la couverture géographique de l'étude et le nombre de capteurs (et donc le coût) doit être réfléchi en amont avec l'ensemble des acteurs du projet afin de disposer de statistiques robustes et de cartographies représentatives (hot spots, journalières, saisonnières ou annuelles).

3.7. Rester cohérent avec les contraintes de modélisation

Tous les jours Atmo Auvergne-Rhône-Alpes réalise une modélisation fine échelle horaire sur des mailles de 10 m*10 m dans les grandes agglomérations de la région. Une des suites pouvant être donnée à ce projet utilisant des micro-capteurs est la comparaison puis la correction ou l'« affinage » de ces cartes de modélisation.



Les données de la campagne de mesure présentent des écarts plus faibles avec le modèle à partir d'un certain nombre de mesures agrégées par maille de 100m x 100m. Comme le montre la figure suivante, l'écart entre la modélisation et la mesure devient relativement constant lorsque un nombre suffisant (~50 mesures) est moyennée dans la maille.

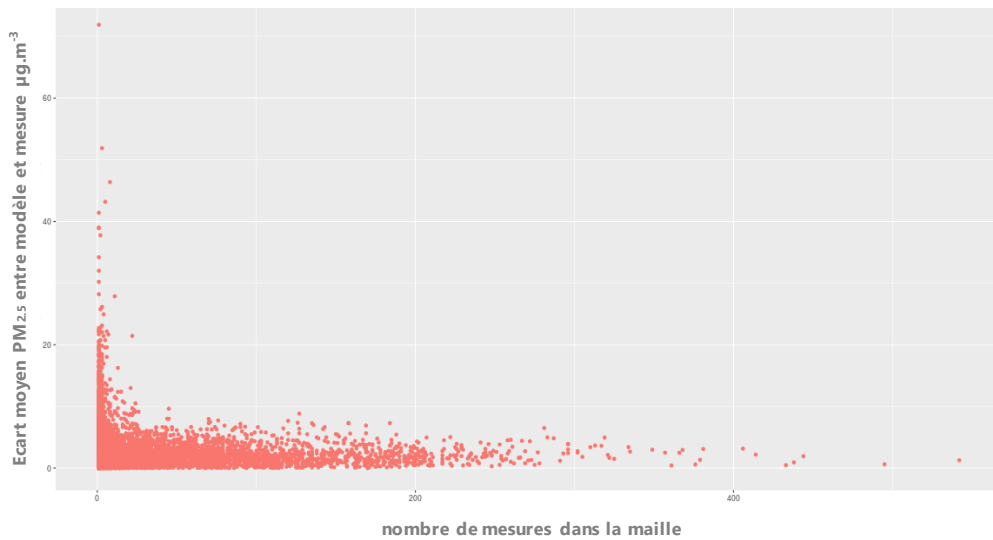


Figure 8 : Ecart entre modélisation et mesures PM_{2,5} en $\mu\text{g.m}^3$ sur une résolution 100m x 100m. Ce graphique a été obtenu en agrégeant temporellement sur un maillage fixe les mesures et les valeurs modélisées

L'effet de la résolution a aussi été testé en agrégeant les mailles modélisées et mesures sur un maillage de plus en plus large. Plus la résolution est grande, plus les biais moyens absolus entre la moyenne modélisée dans la maille et celle de la mesure se réduisent. Le graphique suivant montre en effet que ce biais arrive vite à une forme d'optimum qui devient de plus en plus bruité. A noter que de 10m (résolution native du modèle) à ~100m le signal n'est pas bruité. Le graphique montre aussi que l'agrégation temporelle est aussi importante puisque l'agrégation dite annuelle (sur la période de mesure) permet d'avoir les biais les plus faibles. L'effet du nombre de mesures disponibles dans une maille est sous-jacent à ces résultats et confirme ce qui a été obtenu en calculant les biais en fonction du nombre de mesures par maille disponible.

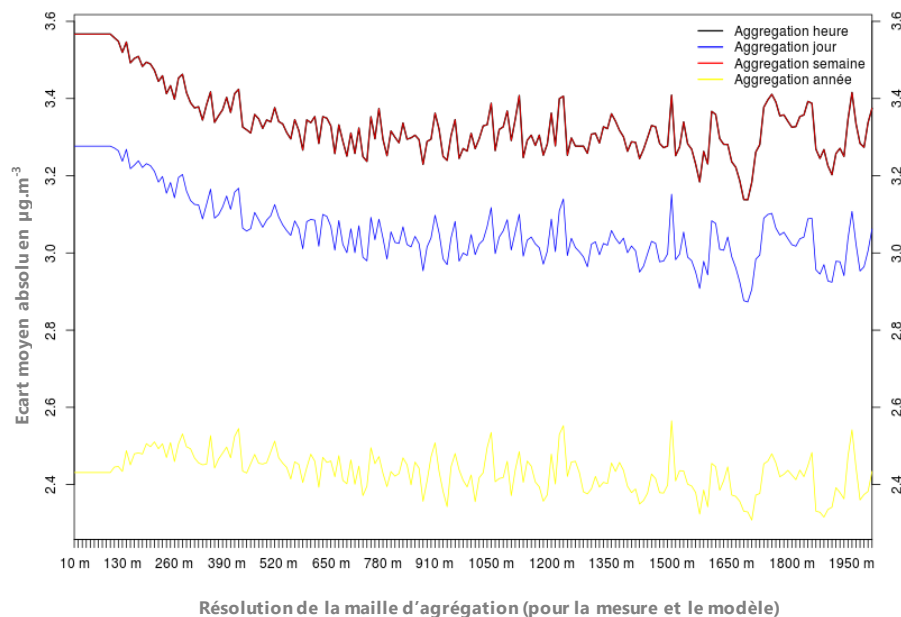


Figure 9 : écart moyen absolu en fonction de la résolution des mailles d'agrégation pour différents pas de temps

D'après ces premiers résultats (qui restent à approfondir sur d'autres critères statistiques comme la corrélation, l'écart type par exemple), les mesures sont les plus proches du modèle et considérées comme

comparables lorsque les échelles de temps d'agrégation sont de l'ordre de la journée et que la résolution reste de l'ordre de 100m. Un minimum de mesure de 50 mesures par maille semble aussi être un critère seuil de comparabilité entre les deux approches.

Préconisation

Dans le cadre d'une étude où les mesures par micro-capteurs ont pour objectif de compléter la surveillance de l'observatoire de référence d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes et d'établir des cartographies, il est nécessaire d'utiliser les échelles de temps et d'espace comparables à la modélisation réalisée par Atmo.

4. Synthèse

Les micro-capteurs présentent une facilité de mise en œuvre et permettent la multiplication des points de mesures. Installés en mobilité sur une flotte de véhicules, ce nouveau type de mesure ouvrent des perspectives intéressantes en termes d'innovation de surveillance de la qualité de l'air.

4.1 Réalité technique

Le retour d'expérience de cette première phase de Sillon'air est encourageant. Il convient néanmoins de noter qu'il faut surmonter certaines contraintes techniques pour profiter de tout le potentiel envisagé par les micro-capteurs embarqués.

Cette première phase permet de dresser une liste non exhaustive de recommandations et préconisations quant à l'utilisation des mesures par micro-capteurs en mobilité.

En particulier, il convient de :

- travailler avec des données brutes et non agrégées à un pas de temps fin (10 secondes par exemple) ;
- disposer de capteurs fixes en plus de micro-capteurs en mobilité ;
- recueillir des informations sur le suivi et la représentativité de la donnée ;
- privilégier les mesures en zone urbaine, avec des vitesses inférieures à 50 km/h.

4.2 Choix de la zone d'étude

Dimensionner la zone d'étude au vu du nombre de micro-capteurs (et donc du coût total) reste un enjeu primordial au moment de l'élaboration du projet et de la conception du protocole de mesure. Disposer de stations de mesures homologuées et réglementaires permettant de paramétrer les micro-capteurs lors d'une période préalable d'intercomparaison est également indispensable.

Au vu de cette première phase, il apparaît donc nécessaire d'ajuster le protocole de mesures du projet Sillon'Air, afin de recentrer la zone d'étude à un périmètre moins étendu. Cette restriction de la couverture géographique permettra en contrepartie d'augmenter la représentativité des données. Dans le cadre de ce projet, l'ensemble des partenaires propose de recentrer la zone d'étude sur le Grand Annecy.

4.3 Pistes d'amélioration

Au-delà du projet partenarial, cette première phase a également permis d'identifier plusieurs pistes d'amélioration pour l'utilisation des micro-capteurs en données en mobilité.

En particulier, il conviendrait de :

- Mettre en place un ajustement des micro-capteurs par rapport à une station de référence ;
- Etudier plus précisément l'impact de la vitesse sur la mesure micro-capteur ;
- Assurer une maintenance réactive des micro-capteurs pour assurer le nombre de données remontant du dispositif.