

# Projet de science collaborative Analyse de qualité d'air à Bruxelles sur la période Février à Avril 2019

Mai 2019

Les chercheurs d'air – Jose GONZALEZ – Pierre DORNIER

## Table des matières

Résumé	3
1. Introduction	4
1.1 <i>Les chercheurs d'air</i>	4
1.2 Objectif de ce rapport	4
2. Filtrage et comparaison entre nos mesures et celles de CELINE	5
2.1 Sélection des capteurs	5
2.2 Comparaison avec CELINE	5
3. Résultats sur l'ensemble de la période Février 2019 à Avril 2019	8
3.1 Valeurs globales	8
3.2 Moyenne par jour de la concentration PM2.5	8
3.3 Concentrations PM2.5 au-dessus de la norme de 25 µg/m <sup>3</sup> pendant plus de 24h	9
3.4 Localisations avec plus forte concentration PM2.5 maximum	11
3.5 Localisations avec plus forte variation de concentration PM2.5 au cours de la journée	12
4. Résultats mensuels	13
4.1 Résultats Février 2019	13
4.1.1 Valeurs globales	13
4.1.2 Evolution de la concentration PM2.5 sur le mois	13
4.1.3 Localisations avec plus forte concentration PM2.5 en moyenne	14
4.1.4 Localisations avec plus forte concentration PM2.5 maximum	15
4.2 Résultats Mars 2019	17
4.2.1 Valeurs globales	17
4.2.2 Evolution de la concentration PM2.5 sur le mois	17
4.2.3 Localisations avec plus forte concentration PM2.5 en moyenne	18
4.2.4 Localisations avec plus forte concentration PM2.5 maximum	20
4.3 Résultats Avril 2019	22
4.3.1 Valeurs globales	22
4.3.2 Evolution de la concentration PM2.5 sur le mois	22
4.3.3 Localisations avec plus forte concentration PM2.5 en moyenne	23
4.3.4 Localisations avec plus forte concentration PM2.5 maximum	24
5. Conclusions	27
6. Annexes	28
6.1 Principe de mesure de qualité de l'air	28
6.2 Analyse d'acceptabilité technique des lectures	28
6.3 Collecte, filtrage et géolocalisation des données	29

## Résumé

*Les chercheurs d'air* est un projet de science collaborative dont l'objectif est de mieux comprendre la pollution de l'air à Bruxelles et, ainsi, de mieux la combattre.

Ce projet est né du constat que la pollution de l'air à Bruxelles n'est pas surveillée de manière assez précise dans le temps et dans l'espace. Il n'y a par exemple que cinq stations qui mesurent la concentration dans l'air en particules fines PM2.5.<sup>1</sup> Pour une ville de 160km<sup>2</sup> et de plus d'un million d'habitants, c'est peu. A cela vient s'ajouter le fait que les stations de mesure ne seraient pas nécessairement situées aux endroits où les concentrations de PM2.5 sont les plus élevées ou les plus représentatives.<sup>2</sup>

Pour pallier à cette situation, le projet *Les chercheurs d'air* distribue aux citoyens, depuis février 2019, des capteurs *Luftdaten*<sup>3</sup> qui mesurent la concentration en PM2.5 et en PM10 dans l'air en temps réel. Les mesures sont collectées et affichées sur une carte en ligne.<sup>4</sup>

Trois mois après le lancement de ce projet nous faisons une première analyse des données concernant les PM2.5. Dans cette analyse, les données sont d'abord comparées avec celles de la Cellule Interrégionale de l'Environnement (CELINE) afin de vérifier leur validité. **La comparaison entre nos mesures et celles de CELINE montre peu d'écart et permet de conclure que nos données sont fiables.**

L'analyse a ensuite été approfondie pour relever différentes métriques liées à la qualité de l'air et a permis de voir que **21 adresses ont connu au moins une fois une concentration en PM2.5 dans l'air de plus de 25 µg/m<sup>3</sup> sur plus de 24 heures** et ont ainsi dépassé la recommandation de l'OMS<sup>5</sup>. Il est aussi intéressant de noter que la concentration moyenne sur les trois mois étudiés dépasse la recommandation de concentration annuelle de l'OMS (10µg/m<sup>3</sup>).

Il ressort aussi qu'il y a une importante disparité géographique et temporelle dans la concentration en PM2.5. **Sur certaines localisations les pics de concentration sont bien plus élevés, dépassant les 100 µg/m<sup>3</sup> et avec des épisodes longs de concentration au-dessus de 25 µg/m<sup>3</sup>**, d'où l'importance d'avoir plus de points de mesure. Sur d'autres localisations, il y a une forte variation de concentration PM2.5 au cours de la journée.

Pour rappel, et comme le précise l'OMS<sup>6</sup>, "même à faible concentration, la pollution aux petites particules a une incidence sanitaire; en effet, on n'a identifié aucun seuil au-dessous duquel elle n'affecte en rien la santé."

En lisant ce rapport il est important de garder à l'esprit qu'il a été fait avec très peu de ressources et grâce au seul travail de bénévoles. Avec plus de moyens, il serait possible d'approfondir davantage la compréhension de la pollution de l'air aux particules fines à Bruxelles.

---

1

<https://environnement.brussels/etat-de-lenvironnement/rapport-2011-2014/air/qualite-de-lair-concentration-en-particules-tres-fines>

2

<https://www.fr.clientearth.org/le-gouvernement-bruxellois-sous-pression-suite-a-lavis-du-conseiller-de-la-cour-de-justice-de-lue/>

3 <https://luftdaten.info/>

4 <https://www.leschercheursdair.be/#carte>

5 [https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

6 [https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

# 1. Introduction

## 1.1 *Les chercheurs d'air*

Rejoint par 400 citoyens bénévoles à ce jour, *Les chercheurs d'air* est un projet de science collaborative qui vise à mieux comprendre la pollution de l'air due aux particules fines (PM2.5 et PM10) à Bruxelles.

Plus précisément les objectifs de ce projet sont de :

- Sensibiliser le grand public à la problématique de la pollution de l'air à Bruxelles
- Mieux comprendre, et ainsi mieux combattre, la pollution de l'air à Bruxelles
- Faire de la pollution de l'air une priorité de l'agenda politique

Le projet *Les chercheurs d'air* distribue des détecteurs de particules fines aux Bruxellois afin de constituer un vaste réseau de mesures de qualité d'air. Ces détecteurs ont été développés par *Luftdaten*<sup>7</sup> en collaboration avec l'université de Stuttgart. Depuis le mois de février 2019 l'installation de ces capteurs a été accélérée et le nombre de mesures est devenu suffisant pour faire une analyse préliminaire.

## 1.2 Objectif de ce rapport

L'objectif de ce rapport est de présenter une première analyse des données sur les concentrations dans l'air en PM2.5 à Bruxelles. Ces données ont été collectées par les capteurs *Luftdaten* pendant les mois de février, mars et avril 2019.

Ce rapport analyse les lectures de concentration PM2.5 du projet *Les chercheurs d'air*, leur comparaison avec des mesures officielles ainsi que leur variation en fonction du temps et de la position des capteurs.

Ce rapport ne cherche pas à expliquer ces différences temporelles et géographiques, ceci devrait faire l'objet d'une autre étude. Des analyses ultérieures seront nécessaires notamment pour comprendre l'origine de la pollution PM2.5 à Bruxelles.

---

<sup>7</sup> <https://luftdaten.info/>

## 2. Filtrage et comparaison entre nos mesures et celles de CELINE

### 2.1 Sélection des capteurs

Il est important de signaler que les données collectées par les capteurs ont subi un filtrage avant utilisation. Les capteurs semblant défectueux, envoyant des données aberrantes, ou fonctionnant en dehors des conditions prescrites par le fabricant du capteur, ont été écartés de l'analyse.

Les détails sur cette étape sont fournis dans les Annexes, section 6.2

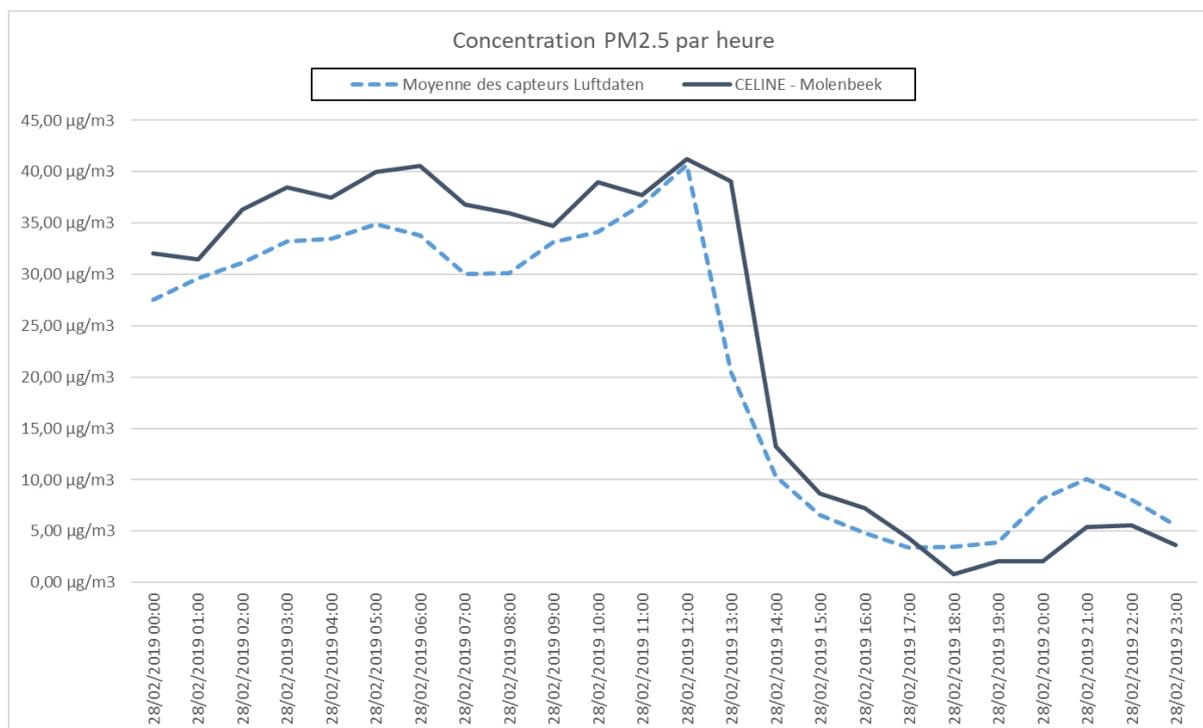
### 2.2 Comparaison avec CELINE

Afin de valider les données mesurées par les capteurs *Luftdaten*, celles-ci sont comparées avec les mesures officielles. La Cellule Interrégionale de l'Environnement dispose de stations de mesure de concentration PM2.5 sur l'ensemble de la Belgique, dont une à Molenbeek<sup>8</sup>.

Les dates du 28/03/2019, 23/03/2019 et 08/04/2019 ont été choisies pour la comparaison entre nos mesures et celles de la station CELINE à Molenbeek. Ces dates correspondent aux pics mensuels observés durant la période de Février à Avril 2019.

Les données de la station du réseau CELINE à Molenbeek pour les dates du 28/03/2019, 23/03/2019 et 08/04/2019 sont illustrées sur les Figure 3, Figure 4 et Figure 5 respectivement, avec les données des capteurs *Luftdaten* correspondantes. Les données CELINE ont été obtenues en utilisant leur service *opendata*<sup>9</sup>.

Les Figure 3, Figure 4 et Figure 5 montrent que les mesures faites avec capteurs *Luftdaten* sont, en moyenne, assez proches des mesures faites par la station CELINE à Molenbeek.



<sup>8</sup> [http://www.irceline.be/fr/qualite-de-lair/mesures/particules-fines/pm25\\_24hmean](http://www.irceline.be/fr/qualite-de-lair/mesures/particules-fines/pm25_24hmean)

<sup>9</sup> <http://www.irceline.be/en/documentation/open-data>

Figure 3 Comparaison mesures Luftdaten et CELINE pour le 28/02/2019

La Figure 3 montre que nos mesures suivent la même tendance que les mesures de la station Molenbeek de CELINE, notamment la diminution abrupte qui a lieu dans l’après-midi de la journée du 28/02/2019.

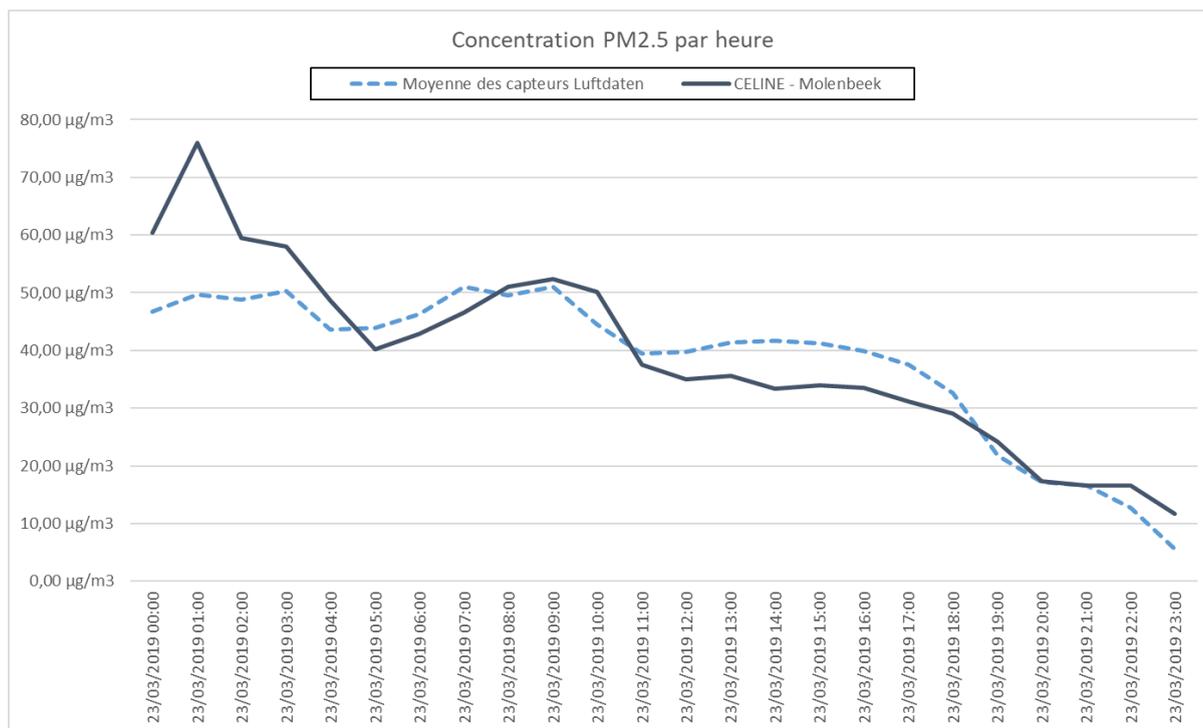


Figure 4 Comparaison mesures Luftdaten et CELINE pour le 23/02/2019

La Figure 4 montre que nos mesures suivent la même tendance sur la journée du 23/03/2019 que les mesures de la station Molenbeek de CELINE, avec une concentration au-dessus de 30 µg/m3 sur pratiquement l’ensemble de la journée. Il faut noter que nos mesures correspondent à la moyenne de nos capteurs sur Bruxelles, de ce fait la courbe de nos mesures est plus lisse.

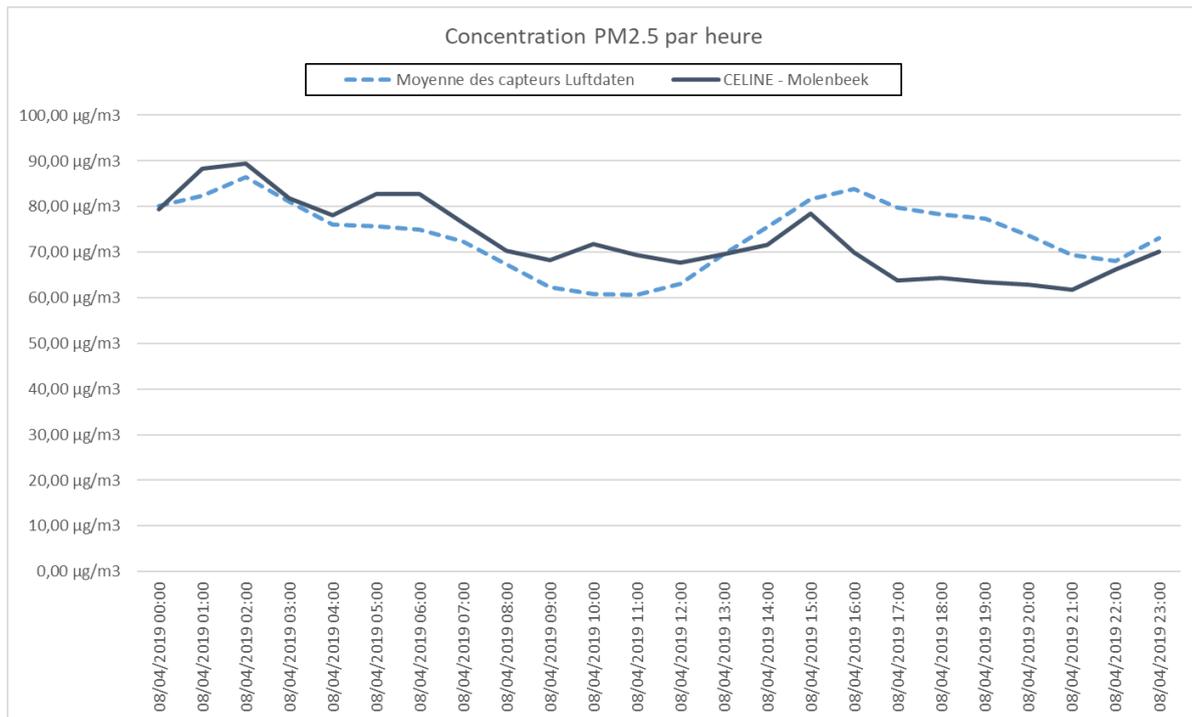


Figure 5 Comparaison mesures Luftdaten et CELINE pour le 08/04/2019

La Figure 5 montre que nos mesures suivent la même tendance sur la journée du 08/04/2019 que les mesures de la station Molenbeek de CELINE, avec une concentration au-dessus de 60 µg/m<sup>3</sup> sur pratiquement l'ensemble de la journée.

Dans le but d'effectuer une comparaison plus globale entre les lectures du réseau CELINE et du réseau *Les chercheurs d'air*, la Figure 6 reprend, sur l'ensemble de la période les données CELINE (station Molenbeek) et nos données. Les deux ensembles de mesures suivent la même tendance, mis à part quelques pics sur nos capteurs début février, tel qu'illustré dans la Figure 6. En moyenne, l'écart entre les mesures est en dessous de 2 µg/m<sup>3</sup>.

Il faut insister sur le fait les données envoyées par les capteurs *Luftdaten* ont subi un filtrage avant utilisation. Les capteurs semblant défectueux, envoyant des données aberrantes, ou fonctionnant en dehors des conditions prescrites par le fabricant du capteur, ont été écartés de l'analyse. Les détails sur cette étape, sont fournis dans les Annexes, section 5.2

Il est donc possible de conclure que les mesures des capteurs *Luftdaten* sont fiables.

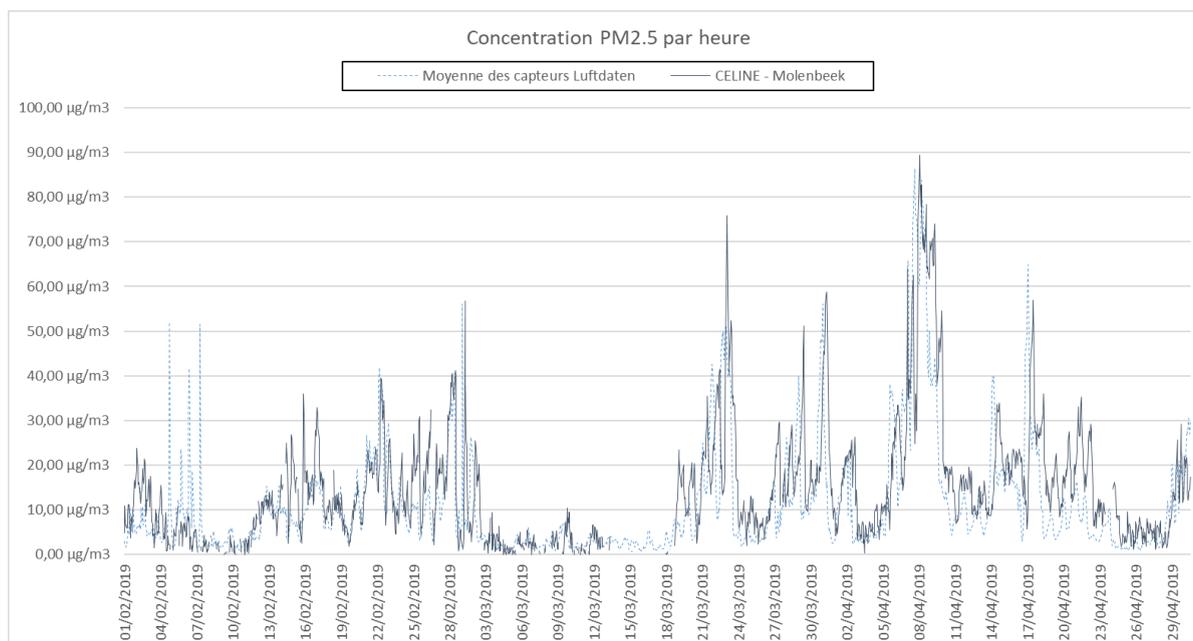


Figure 6 Comparaison mesures Luftdaten et CELINE sur l'ensemble de la période

### 3. Résultats sur l'ensemble de la période Février 2019 à Avril 2019

#### 3.1 Valeurs globales

Sur la période étudiée, la concentration moyenne constatée est de 11,03 µg/m<sup>3</sup>, légèrement au-dessus de la valeur moyenne recommandée par l'Organisation Mondiale de la Santé, qui est de 10µg/m<sup>3</sup> (sur base annuelle)<sup>10</sup>. La moyenne journalière recommandée (25µg/m<sup>3</sup>) a été dépassée une ou deux fois au niveau de 21 capteurs et plusieurs capteurs ont enregistré des concentrations absolues dépassant 100µg/m<sup>3</sup>. Il est à noter qu'il y a un écart entre la moyenne d'un jour en semaine et d'un jour de week-end, la concentration étant plus élevée, en moyenne, les jours de week-end.

Type de jour	PM2.5 maximum µg/m <sup>3</sup>	PM2.5 moyenne µg/m <sup>3</sup>
Semaine	120,10	10,92
Week-end	162,50	11,32
	<b>162,50</b>	<b>11,03</b>

Tableau 1 Concentration PM2.5 maximum et moyenne, par type de jour

#### 3.2 Moyenne par jour de la concentration PM2.5

La Figure 1 montre la concentration moyenne par jour mesurée par les capteurs. Les pics mensuels de février, mars et avril sont mis en évidence. Il faut remarquer que les journées du 28/02/2019 et 08/04/2019 ont fait l'objet d'une alerte pollution sur l'ensemble du pays<sup>11</sup>.

<sup>10</sup> [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

<sup>11</sup> <https://www.lesoir.be/209421/article/2019-02-28/pic-de-pollution-aux-particules-fines-dans-tout-le-pays> et <https://www.lesoir.be/217146/article/2019-04-08/pic-de-pollution-aux-particules-fines-ce-lundi-dans-tout-le-pays>

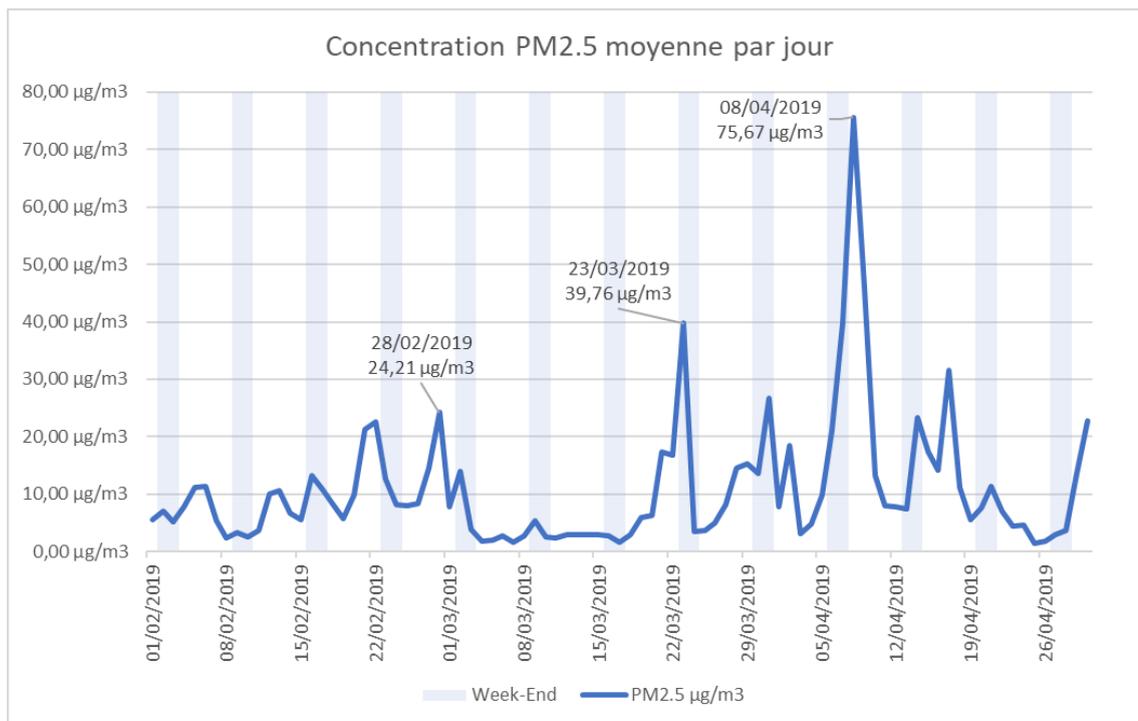


Figure 1 Concentration PM2.5 moyenne par jour

### 3.3 Concentrations PM2.5 au-dessus de la norme de 25 µg/m3 pendant plus de 24h

L'organisation mondiale de la santé (OMS) recommande de ne pas être exposé à des concentrations de PM2.5 supérieures à 25 µg/m3 en moyenne journalière<sup>12</sup>. Sur l'ensemble de la période, certains capteurs ont montré des concentrations PM2.5 supérieures à 25 µg/m3 pendant plus de 24h. Certaines de ces situations ont eu lieu autour du pic de pollution du 08/04/2019.

Le Tableau 2 montre l'ensemble de ces situations, avec le début (moment où la concentration dépasse 25 µg/m3), la fin (moment où la concentration descend en dessous de 25 µg/m3), la durée de l'événement et la localisation du capteur (limitée à la rue pour des raisons de protection des données personnelles)

<sup>12</sup> [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

Début	Fin	Durée (h)	Adresse (Rue)
07/04/2019 19:18	08/04/2019 19:29	24,20	Clos Albert Marinus, 1200 Woluwe-Saint-Lambert
07/04/2019 20:38	08/04/2019 21:33	24,90	Avenue Paul Deschanel, 1030 Schaerbeek
07/04/2019 21:36	08/04/2019 22:40	25,07	Rue Frédéric Pelletier, 1030 Schaerbeek
07/04/2019 19:59	08/04/2019 21:37	25,63	Stokkelsesteenweg, 1200 Sint-Lambrechts-Woluwe
07/04/2019 18:16	08/04/2019 20:22	26,11	Rue de la Vallée, 1000 Bruxelles
07/04/2019 18:49	08/04/2019 21:12	26,40	Avenue du Houx, 1170 Watermael-Boitsfort
07/04/2019 21:26	09/04/2019 00:46	27,33	Elzas-Lotharingenstraat, 1050 Elsene
07/04/2019 18:33	09/04/2019 00:15	29,70	Chaussée de Wavre, 1050 Ixelles
17/04/2019 04:24	18/04/2019 10:26	30,05	Chaussée de Wavre, 1050 Ixelles
17/04/2019 04:30	18/04/2019 11:02	30,54	Lindestraat, 1140 Evere
07/04/2019 18:25	09/04/2019 02:14	31,82	Chaussée de Wavre, 1050 Ixelles
07/04/2019 02:32	08/04/2019 21:26	42,89	Edouard Michielsstraat, 1180 Ukkel
07/04/2019 19:08	09/04/2019 18:46	47,64	Donkerstraat, 1150 Sint-Pieters-Woluwe
07/04/2019 21:26	10/04/2019 00:59	51,54	Poincarélaan, 1070 Anderlecht
07/04/2019 21:29	10/04/2019 01:02	51,55	Artesiëstraat, 1000 Brussel
07/04/2019 21:09	10/04/2019 00:45	51,59	Ernest Renanlaan, 1030 Schaerbeek
07/04/2019 20:57	10/04/2019 00:42	51,74	Avenue Jean Dubrucq, 1080 Molenbeek-Saint-Jean
07/04/2019 20:58	10/04/2019 00:53	51,93	Vanderborghstraat, 1081 Koekelberg
07/04/2019 21:04	10/04/2019 01:09	52,09	Lindestraat, 1140 Evere
07/04/2019 18:09	10/04/2019 01:53	55,73	Defacqzstraat, 1060 Sint-Gillis
07/04/2019 18:45	10/04/2019 02:43	55,97	Avenue François-Bernard Verboven, 1160 Auderghem
07/04/2019 11:32	10/04/2019 01:11	61,64	Diepestraat, 1180 Ukkel
07/04/2019 00:49	10/04/2019 02:18	73,48	Rue Marguerite Bervoets, 1190 Forest

Tableau 2 Situations plus longues de 24h avec concentration PM2.5 au-dessus de 25 µg/m3

### 3.4 Localisations avec plus forte concentration PM2.5 maximum

La Figure 7 reprend l'adresse, limitée à la rue, des 10 capteurs ayant renvoyé la lecture maximum la plus élevée. La localisation de ces capteurs est représentée sur la Figure 8.

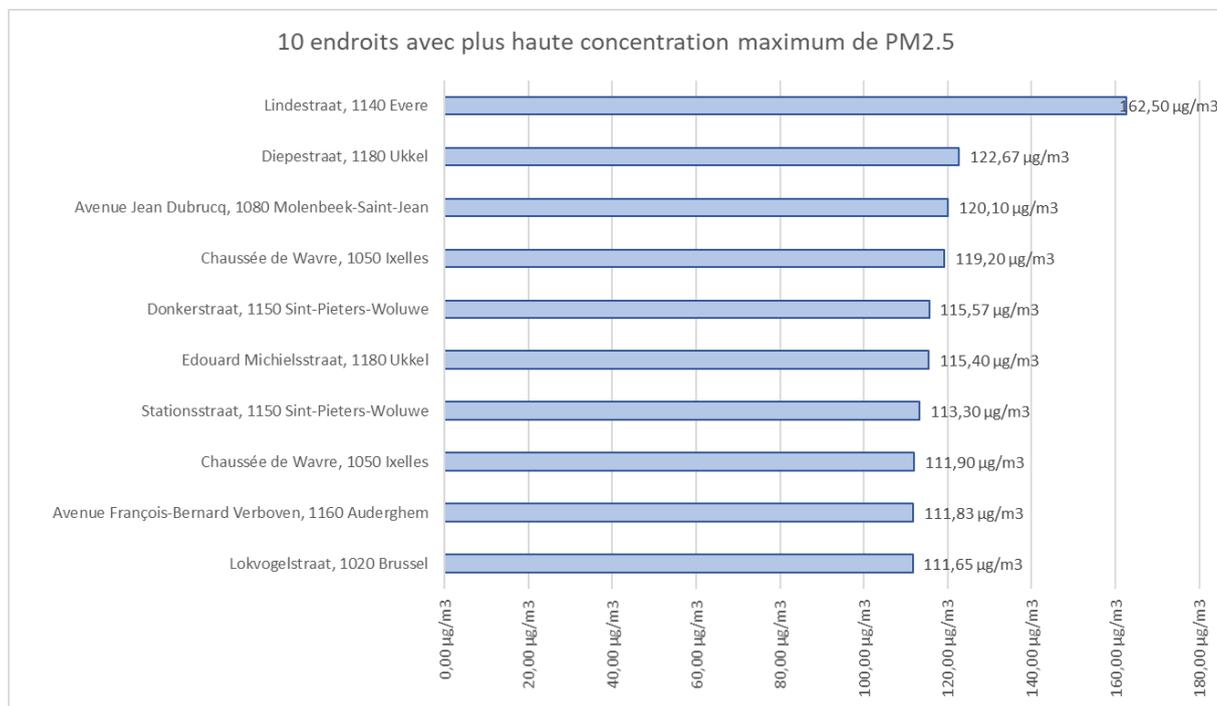


Figure 7 Top 10 des endroits avec concentration PM2.5 maximum - Février à Avril 2019

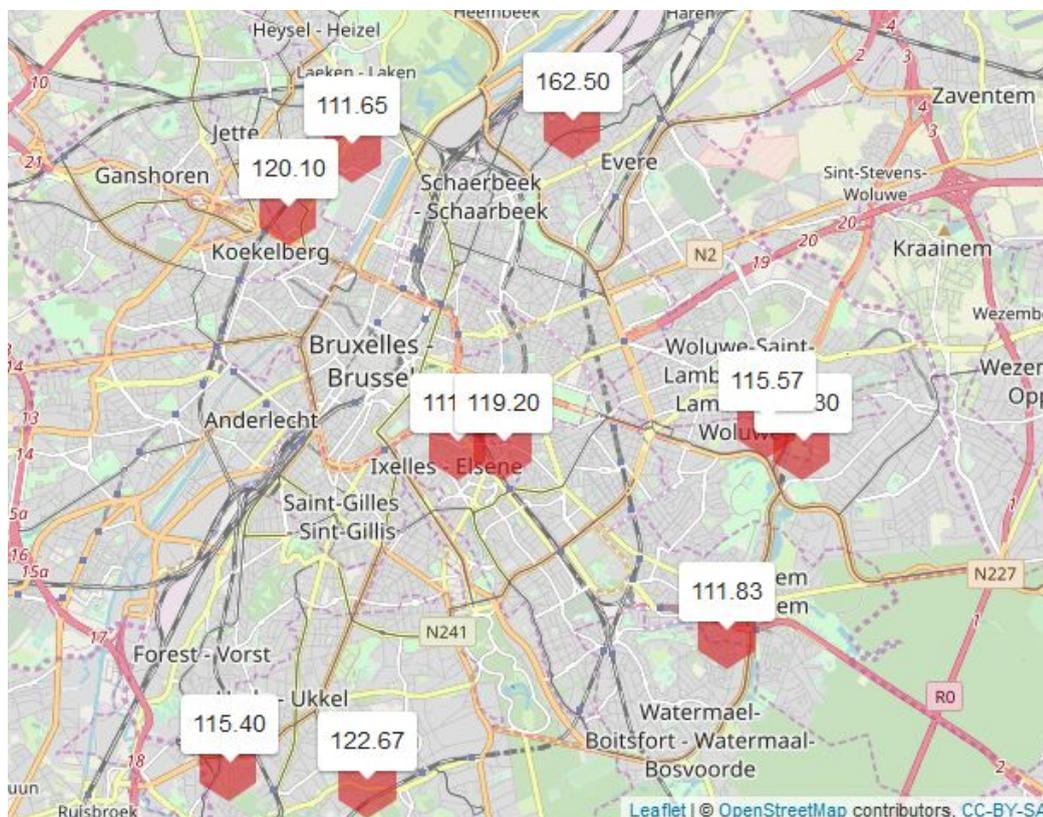


Figure 8 Localisation du top 10 des endroits avec concentration PM2.5 maximum - Février à Avril 2019

Ces figures montrent des maxima au-dessus de 100 µg/m<sup>3</sup>

### 3.5 Localisations avec plus forte variation de concentration PM2.5 au cours de la journée

Il est intéressant de mesurer la variation de la concentration PM2.5 au cours de la journée, cela pourrait donner des indications sur la source de pollution (mobilité, conditions météorologiques, chauffage...)

La variation journalière en concentration PM2.5 a été mesurée comme la différence entre la lecture maximum et la lecture minimum sur une journée. Cette valeur est ensuite agrégée sur le mois en utilisant une moyenne.

La Figure 9 reprend les 10 localisations avec la plus grande variation journalière moyenne sur l'ensemble de la période étudiée. Cette figure montre que pour ces points, la variation est supérieure à 34 µg/m<sup>3</sup>.

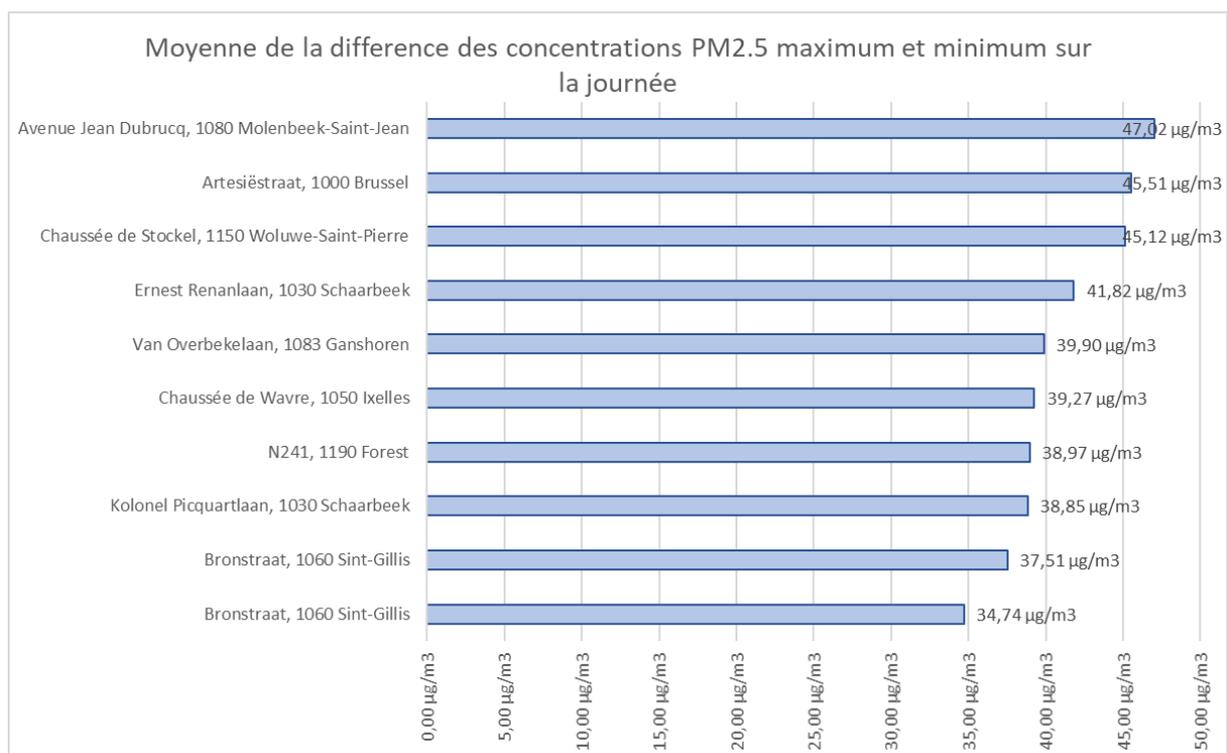


Figure 9 Endroits avec plus forte variation journalière moyenne -- Février à Avril 2019

## 4. Résultats Mensuels

### 4.1 Résultats Février 2019

#### 4.1.1 Valeurs globales

Sur le mois de février, après analyse de l'acceptabilité technique des données, 44 capteurs ont été retenus.

La moyenne de concentration de PM2.5 observée était de 10,23  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  et la valeur maximum était de 111,65  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Nombre de capteurs	44
Concentration PM2.5 moyenne ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	10,23
Concentration PM2.5 maximum ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	111,65

Tableau 3 Résumé mois février 2019

#### 4.1.2 Evolution de la concentration PM2.5 sur le mois

Le graphique suivant montre l'évolution de la moyenne journalière de la concentration de PM2.5. La moyenne journalière maximum est atteinte le dernier jour du mois, le 28/02/2019, avec une valeur de 24,21  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ce jour-là, il y a eu une alerte pic de pollution sur l'ensemble du pays<sup>13</sup>.

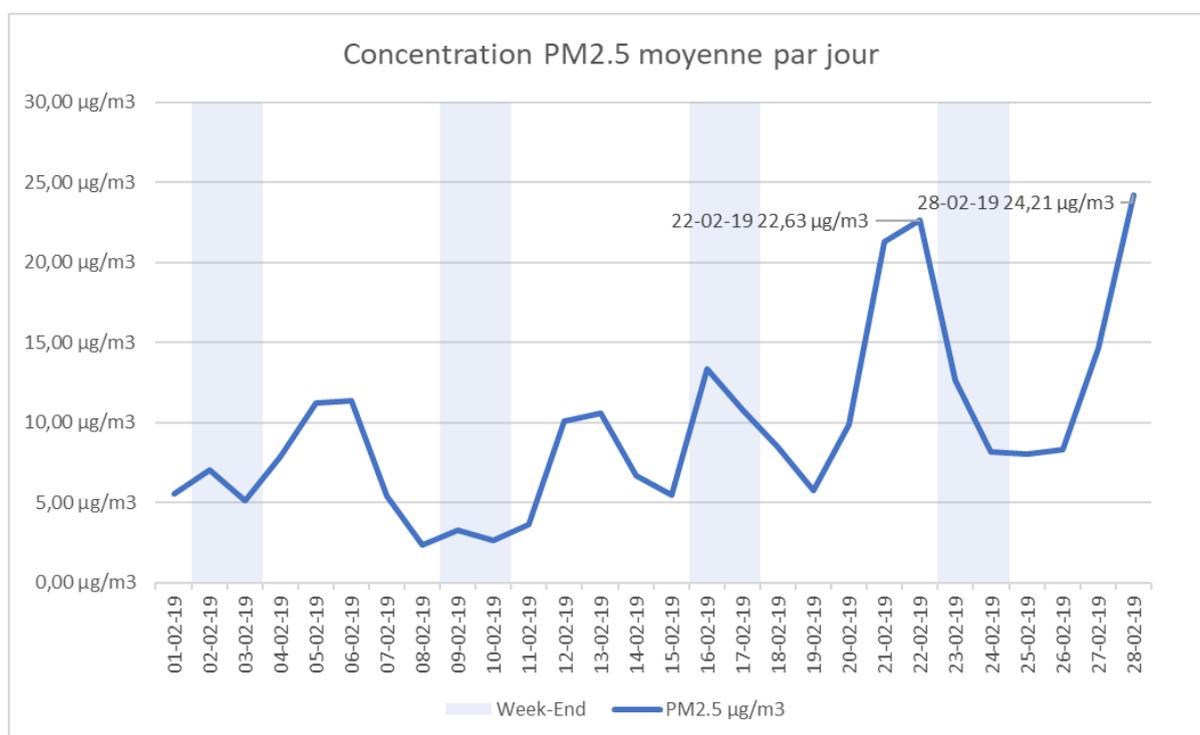


Figure 10 Evolution de la moyenne journalière de concentration PM2.5

La Figure 11 fournit la lecture maximum de PM2.5 par jour au cours du mois, tous capteurs confondus. Le maximum absolu du mois a été obtenu le 24/02, avec 111,65  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

<sup>13</sup> <https://www.lesoir.be/209421/article/2019-02-28/pic-de-pollution-aux-particules-fines-dans-tout-le-pays>

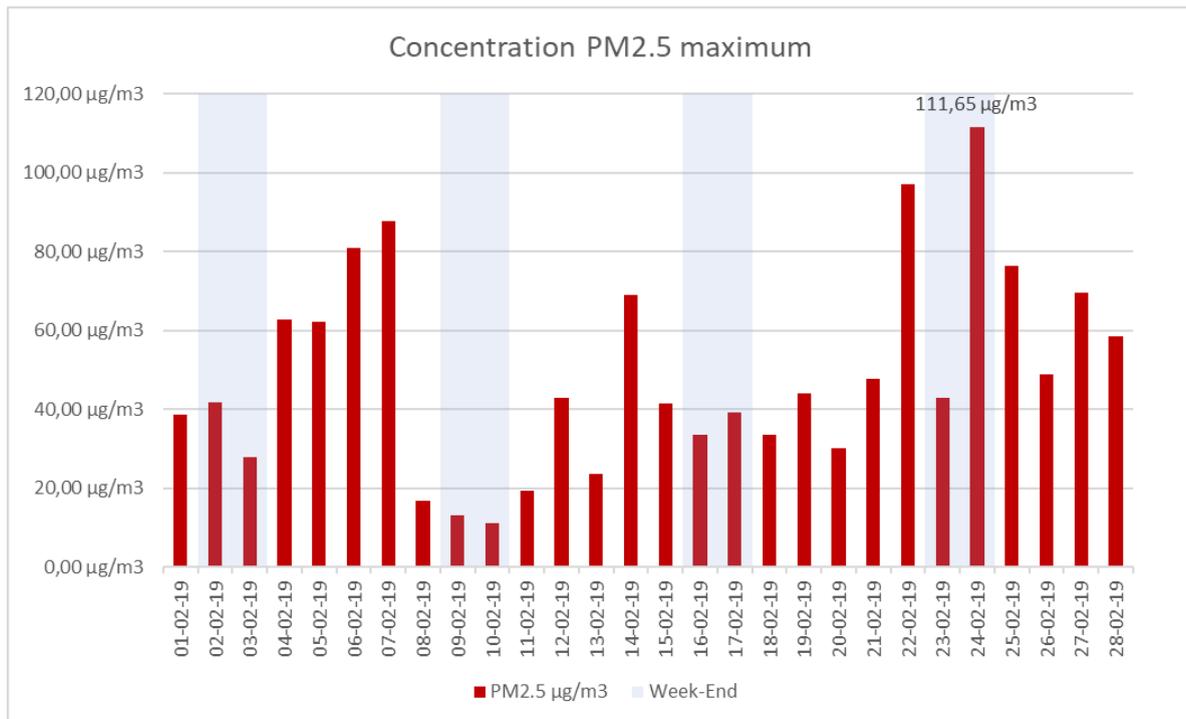


Figure 11 Concentration PM2.5 maximum observée par jour – Février 2019

#### 4.1.3 Localisations avec plus forte concentration PM2.5 en moyenne

La Figure 13 reprend l'adresse, limitée à la rue, des 10 capteurs ayant renvoyé la lecture moyenne la plus élevée. La localisation de ces capteurs est représentée sur la Figure 14.

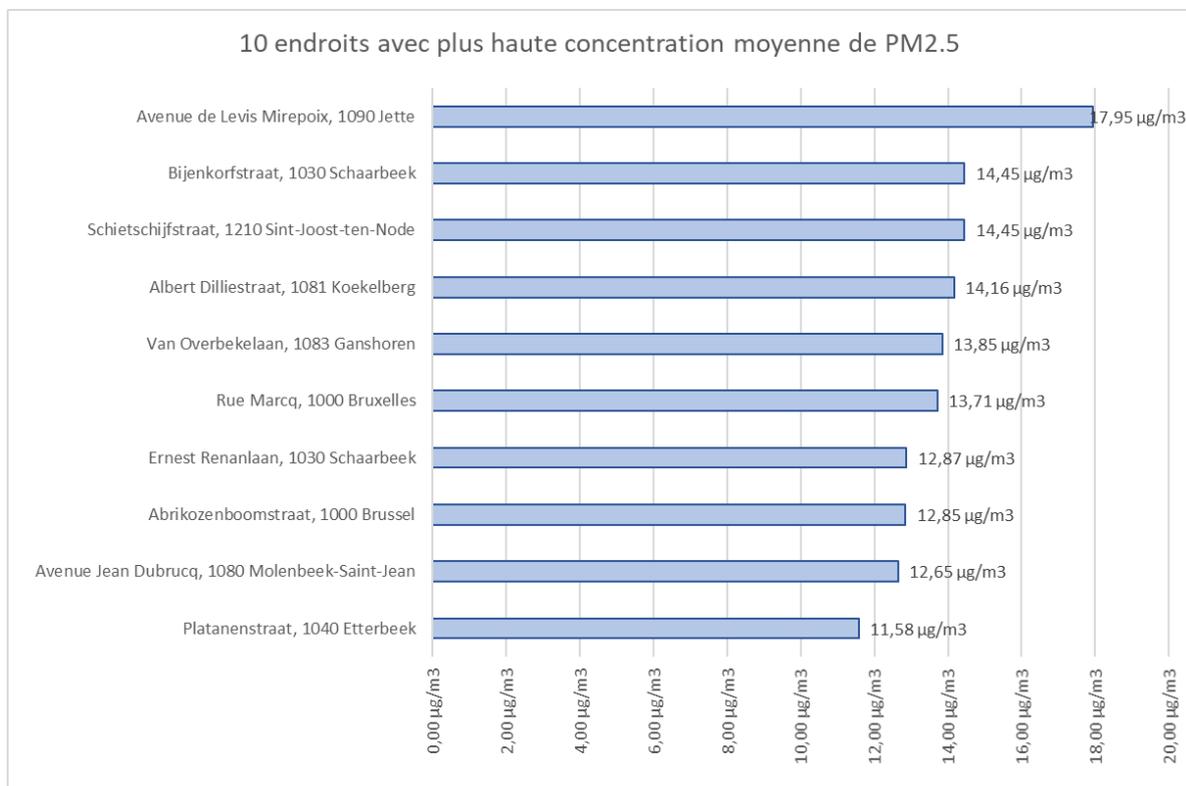


Figure 13 Top 10 des endroits avec concentration PM2.5 moyenne plus élevée - Février 2019

A titre d'indication, la recommandation de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) concernant la limite d'exposition aux PM2.5 est de 10 µg/m3 sur base d'une moyenne annuelle<sup>14</sup>. Les mesures pour les capteurs ci-dessus montrent qu'ils sont tous au-dessus de 10 µg/m3. Il sera nécessaire, une fois que la collecte des données aura été effectuée sur au moins une année, de vérifier si la moyenne annuelle reste au-dessus de 10 µg/m3.

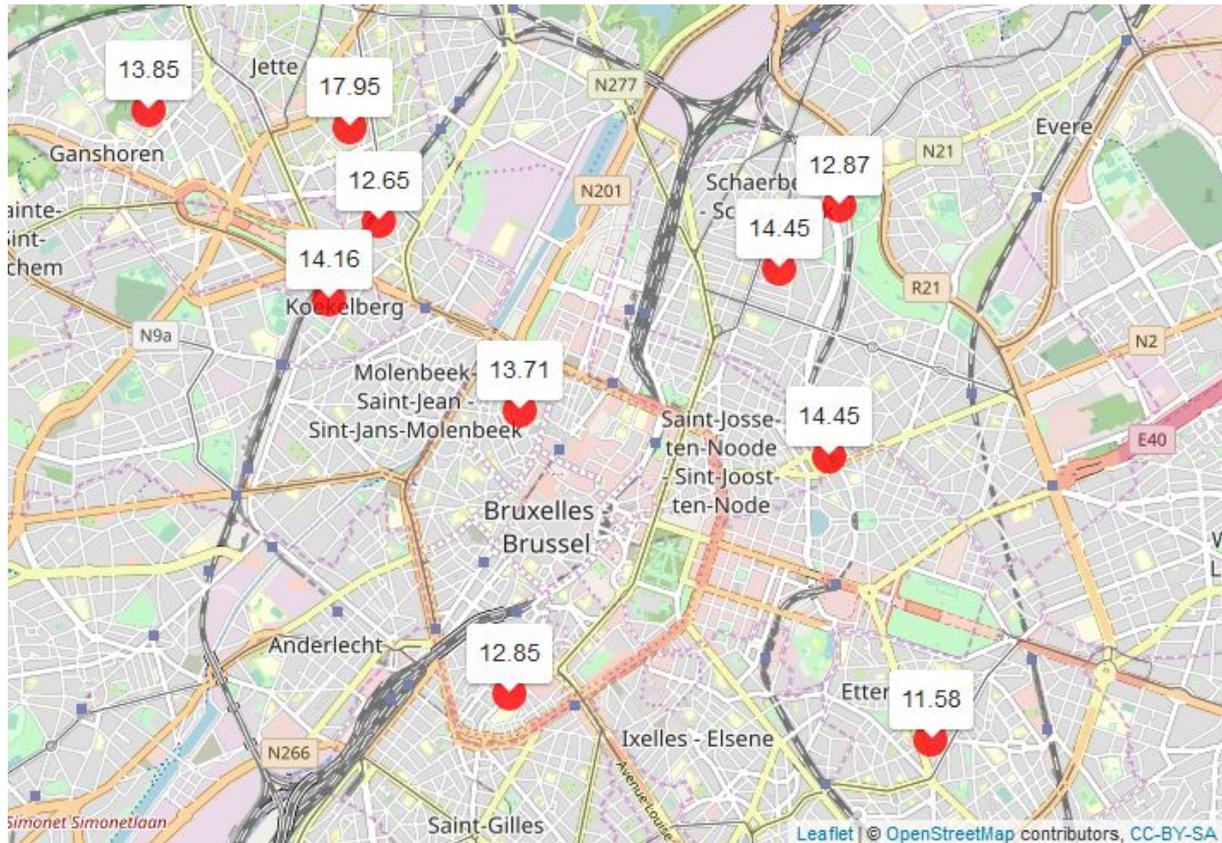


Figure 14 Localisation du top 10 des endroits avec concentration PM2.5 moyenne plus élevée - Février 2019

#### 4.1.4 Localisations avec plus forte concentration PM2.5 maximum

La Figure 15 reprend l'adresse, limitée à la rue, des 10 capteurs ayant renvoyé la lecture maximum la plus élevée. La localisation de ces capteurs est représentée sur la Figure 16.

<sup>14</sup> [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

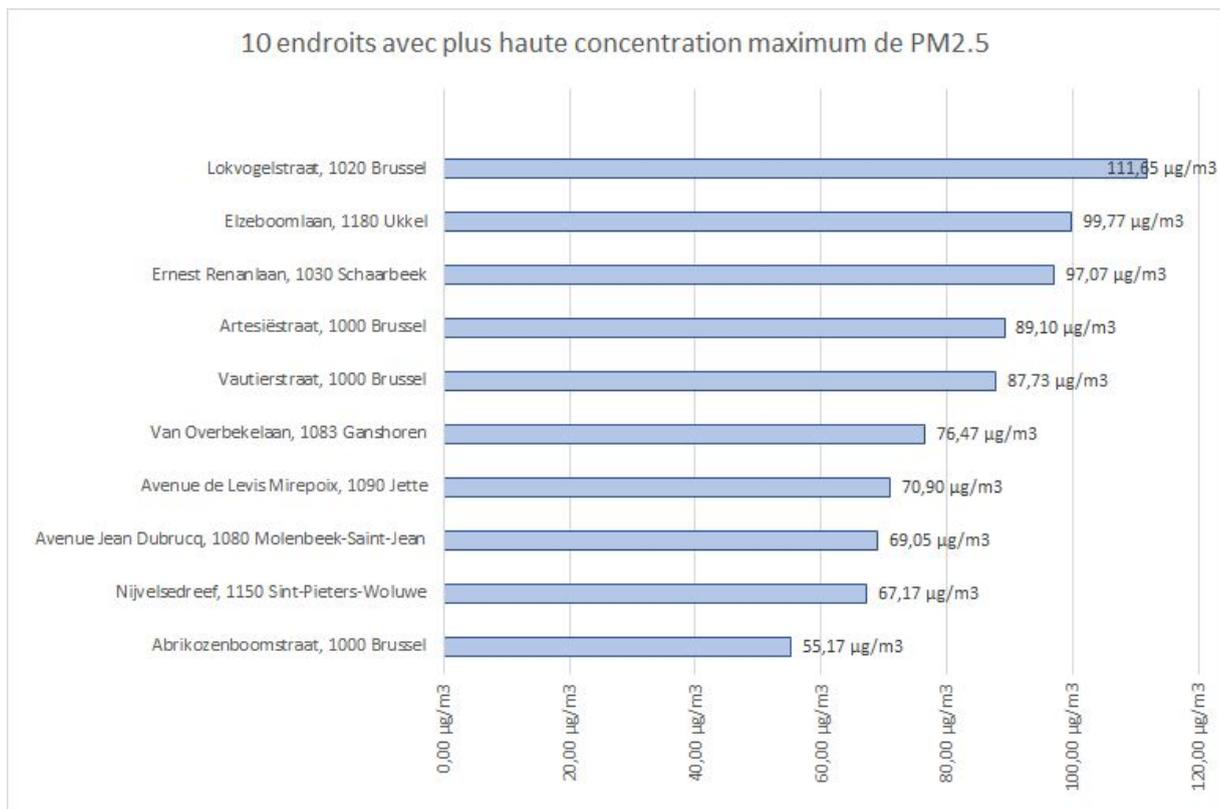


Figure 15 Top 10 des endroits avec concentration PM2.5 maximum - Février 2019

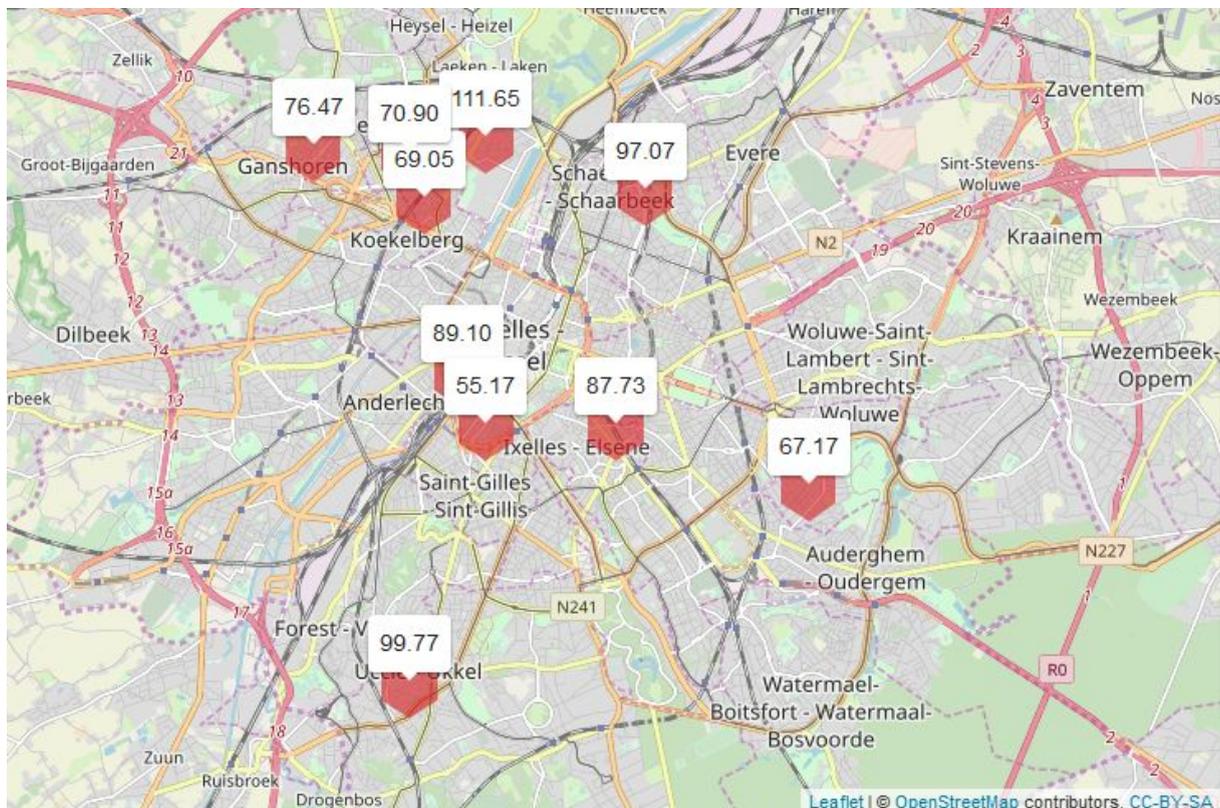


Figure 16 Localisation du top 10 des endroits avec concentration PM2.5 maximum- Février 2019

## 4.2 Résultats Mars 2019

### 4.2.1 Valeurs globales

Sur le mois de mars, après analyse de l'acceptabilité technique des données, 81 capteurs ont été retenus. Il s'agit d'une nette progression par rapport au mois de février en termes de nombre de capteurs.

La moyenne de concentration de PM2.5 observée est de 9,42 µg/m<sup>3</sup> et la valeur maximum est de 106,3 µg/m<sup>3</sup>. Ces valeurs sont légèrement inférieures à celles observées sur le mois de Février 2019 (cf. 3.1.1)

Nombre de capteurs	81
Concentration PM2.5 moyenne (µg/m <sup>3</sup> )	9,42
Concentration PM2.5 maximum (µg/m <sup>3</sup> )	106,3

Tableau 4 Résumé mois Mars 2019

### 4.2.2 Evolution de la concentration PM2.5 sur le mois

Le graphique suivant montre l'évolution de la moyenne journalière de la concentration de PM2.5. La moyenne journalière maximum est atteinte le samedi 23/03/2019, avec une valeur de 39,76 µg/m<sup>3</sup>. Il s'agit d'une valeur particulièrement extrême par rapport aux moyennes sur les autres journées. Sur la dernière journée du mois, la concentration de PM2.5 moyenne relevée est aussi relativement élevée, avec 26,79 µg/m<sup>3</sup>.

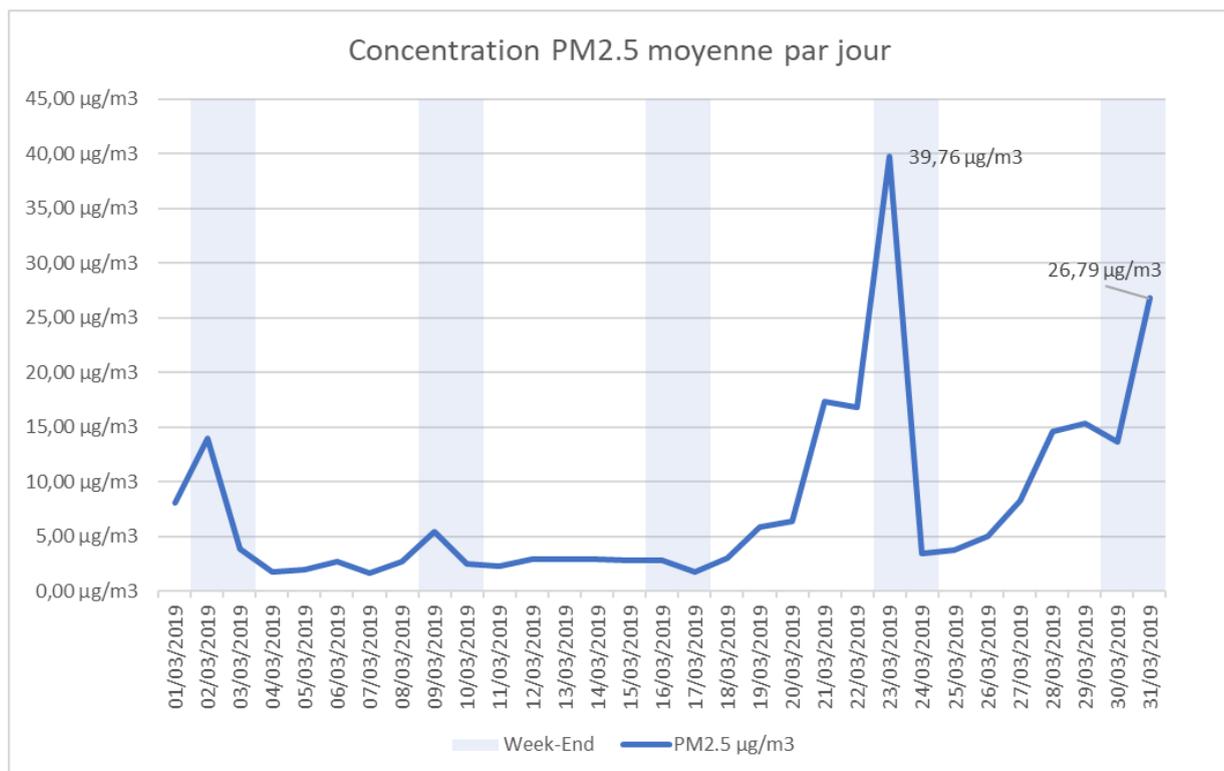


Figure 17 Evolution de la moyenne journalière de concentration PM2.5

La Figure 18 reprend la concentration PM2.5 maximum par jour, le maximum du mois est aussi atteint le 23/03/2019, avec 106,30 µg/m<sup>3</sup>.

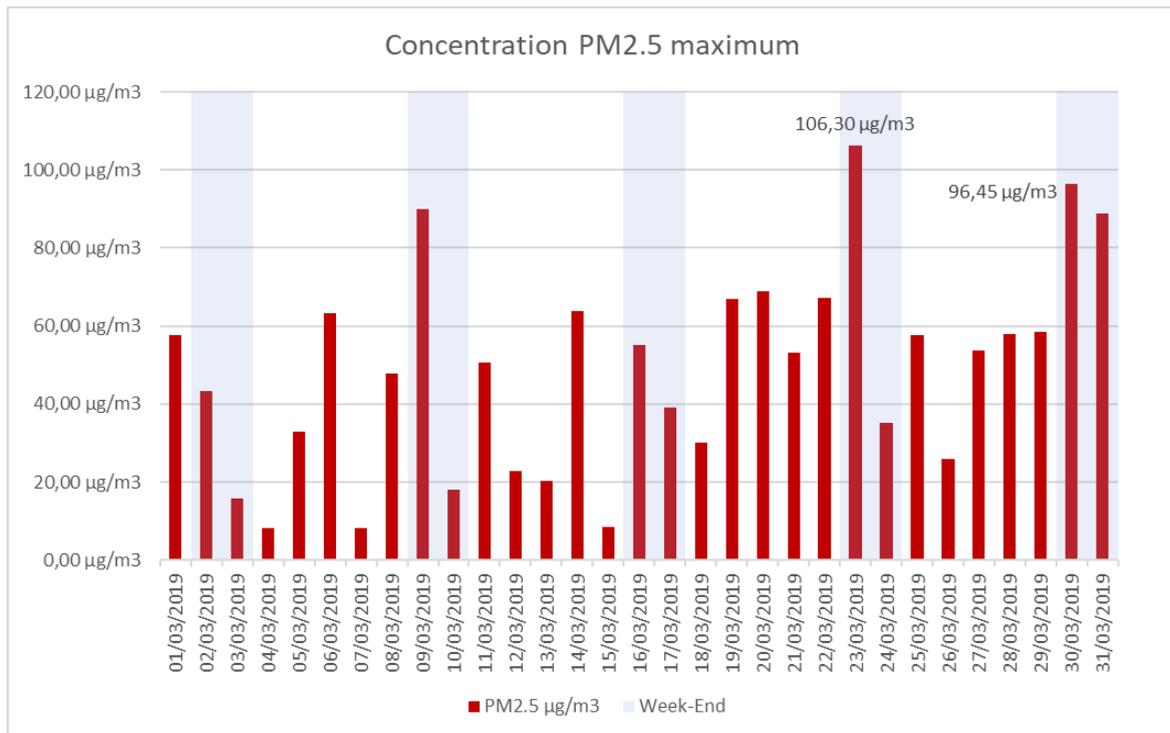


Figure 18 Concentration PM2.5 maximum observée par jour – Mars 2019

Ces figures montrent que sur le mois de Mars, les deux lectures les plus élevées de concentration PM2.5 journalières, que ce soit en moyenne ou maximum, sont atteintes le 23/03/2019 et le 30/03/2019, ces deux journées étant un samedi.

#### 4.2.3 Localisations avec plus forte concentration PM2.5 en moyenne

La Figure 20 reprend l'adresse, limitée à la rue, des 10 capteurs ayant renvoyé la lecture moyenne la plus élevée. La localisation de ces capteurs est représentée sur la Figure 21.

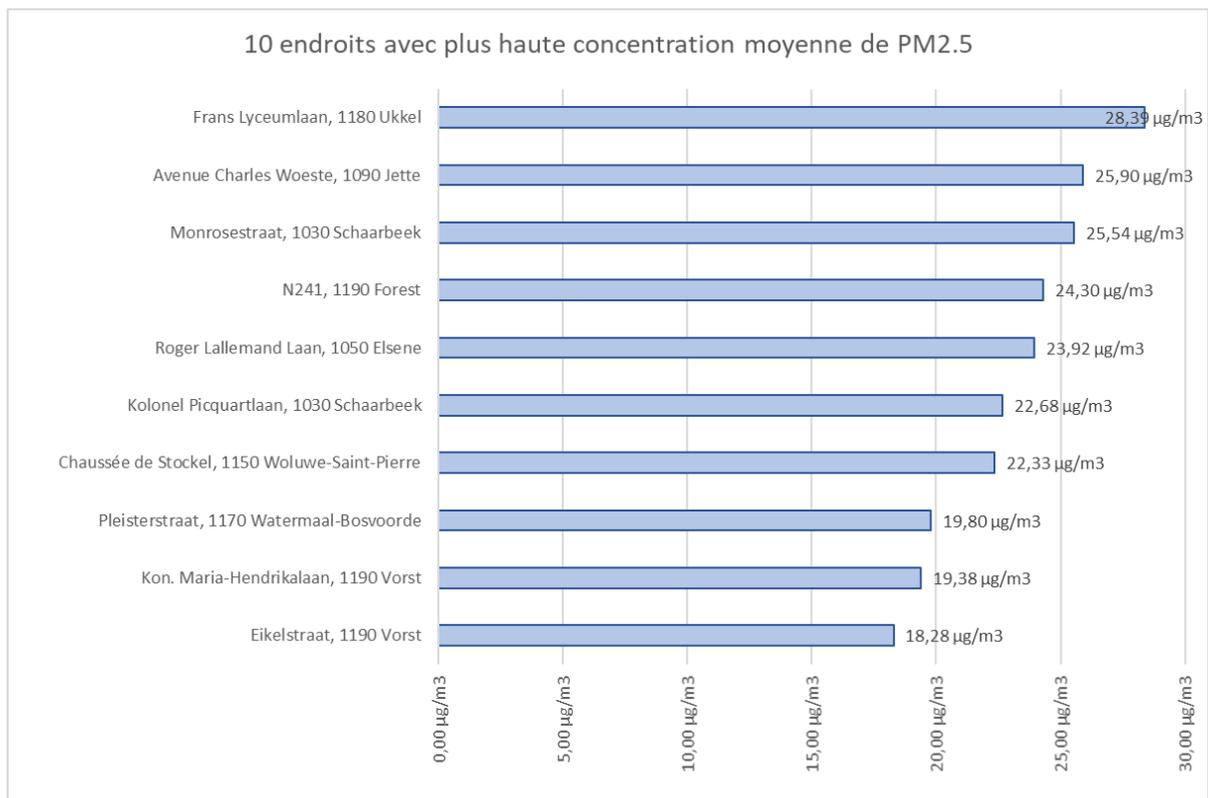


Figure 20 Top 10 des endroits avec concentration PM2.5 moyenne plus élevée - Mars 2019

En comparaison avec les résultats sur le mois de Février 2019 (Figure 13), les valeurs obtenues ici sont plus élevées et restent au-dessus de 10 µg/m3.

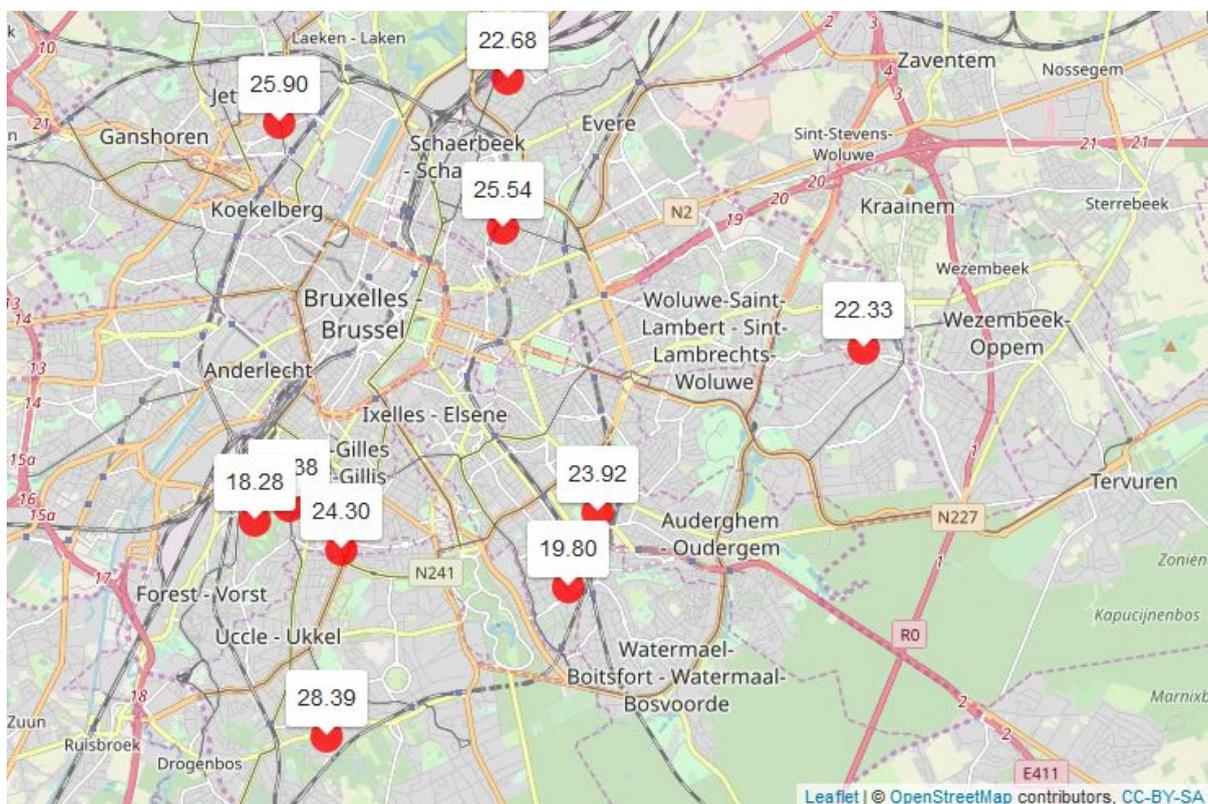


Figure 21 Localisation du top 10 des endroits avec concentration PM2.5 moyenne plus élevée - Mars 2019

#### 4.2.4 Localisations avec plus forte concentration PM2.5 maximum

La Figure 22 reprend l'adresse, limitée à la rue, des 10 capteurs ayant renvoyé la lecture maximum la plus élevée. La localisation de ces capteurs est représentée sur la Figure 23.

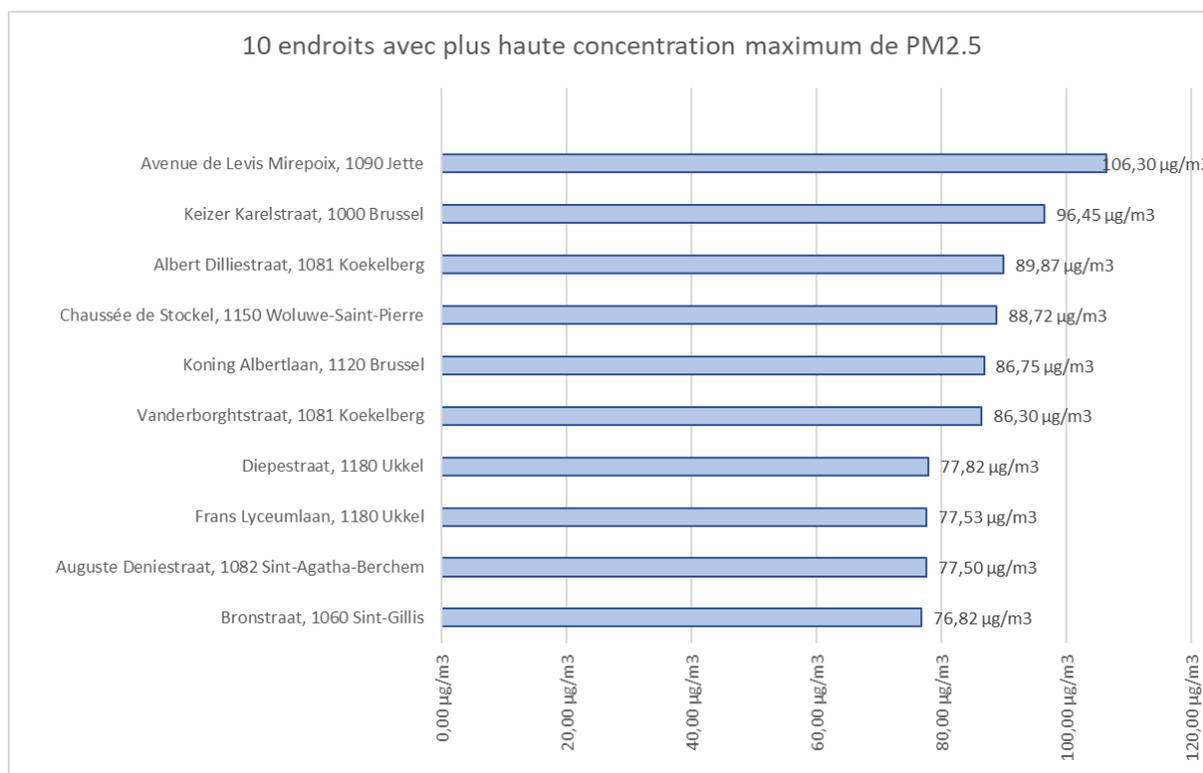


Figure 22 Top 10 des endroits avec concentration PM2.5 moyenne maximum - Mars 2019

La Figure 22 montre que, par rapport au mois de Février 2019 (Figure 15) il y a plus de pics au-dessus de 50 µg/m³, malgré un maximum absolu moins élevé que sur le mois de Février.

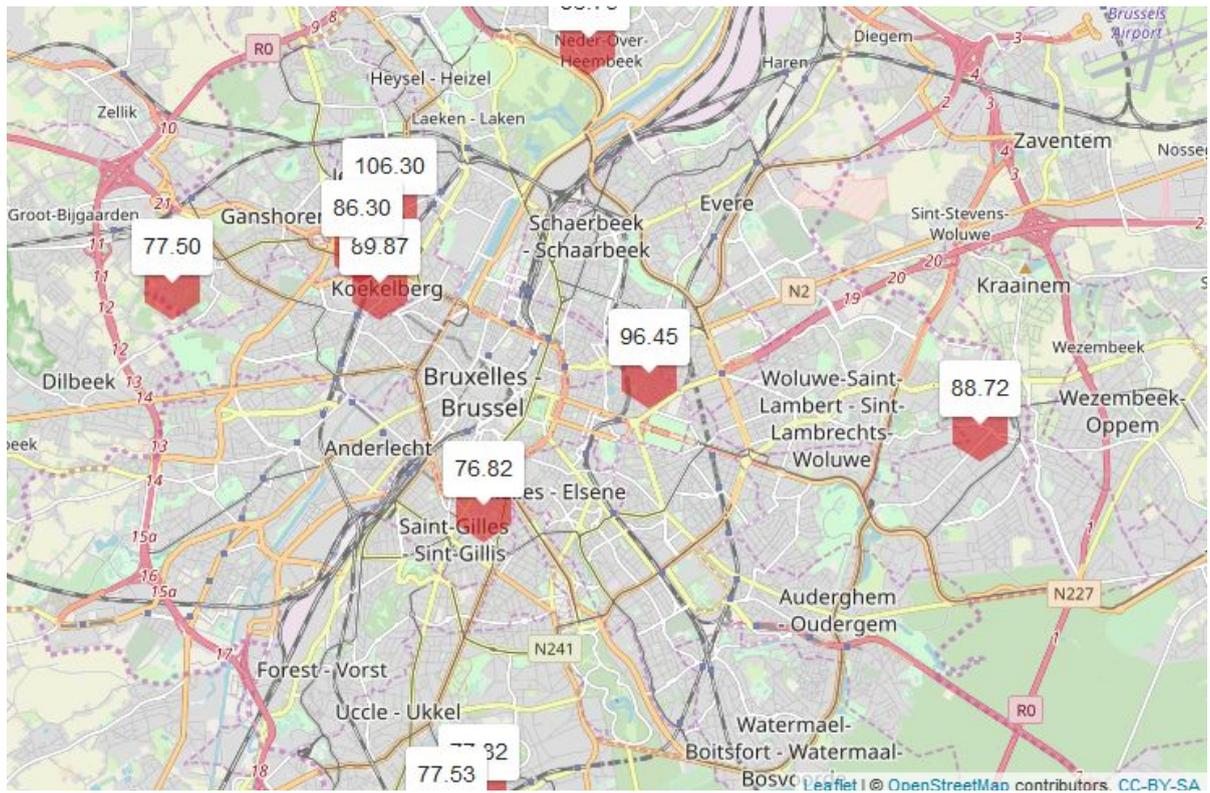


Figure 23 Localisation du top 10 des endroits avec concentration PM2.5 moyenne maximum- Mars 2019

### 4.3 Résultats Avril 2019

#### 4.3.1 Valeurs globales

Sur le mois d'Avril, après analyse de l'acceptabilité technique des données, 84 capteurs ont été retenus. Il s'agit de 3 capteurs supplémentaires par rapport au mois de Mars.

La moyenne de concentration de PM2.5 observée était de 11,64 µg/m<sup>3</sup> et la valeur maximum était de 162,5 µg/m<sup>3</sup>.

Nombre de capteurs	84
Concentration PM2.5 moyenne (µg/m <sup>3</sup> )	11,64
Concentration PM2.5 maximum (µg/m <sup>3</sup> )	162,5
Nombre de capteurs ayant dépassé au moins une fois 25 µg/m <sup>3</sup> de PM2.5 pendant plus de 24h	21

Tableau 5 Résumé mois Avril 2019

#### 4.3.2 Evolution de la concentration PM2.5 sur le mois

Le graphique suivant montre l'évolution de la moyenne journalière de la concentration de PM2.5. La moyenne journalière maximum est atteinte le lundi 08/04/2019, avec une valeur de 75,67 µg/m<sup>3</sup>. Il s'agit d'une valeur particulièrement extrême par rapport aux moyennes sur les autres journées. Le lundi 08/04/2019 il y a eu une alerte pollution sur l'ensemble de la Belgique<sup>15</sup>.

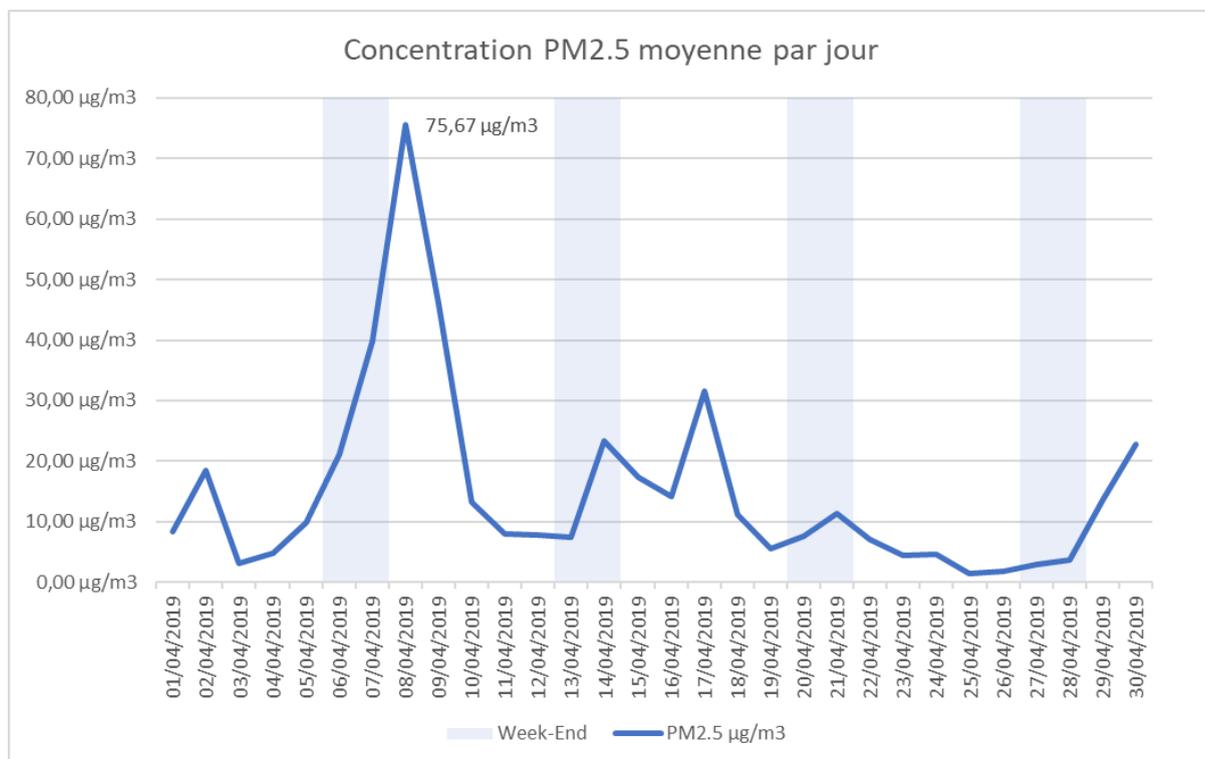


Figure 24 Evolution de la moyenne journalière de concentration PM2.5 – Avril 2019

La Figure 25 reprend la concentration PM2.5 maximum par jour, le maximum du mois est atteint le 07/04/2019, avec 162,50 µg/m<sup>3</sup>.

15

<https://www.lesoir.be/217146/article/2019-04-08/pic-de-pollution-aux-particules-fines-ce-lundi-dans-tout-le-pays>

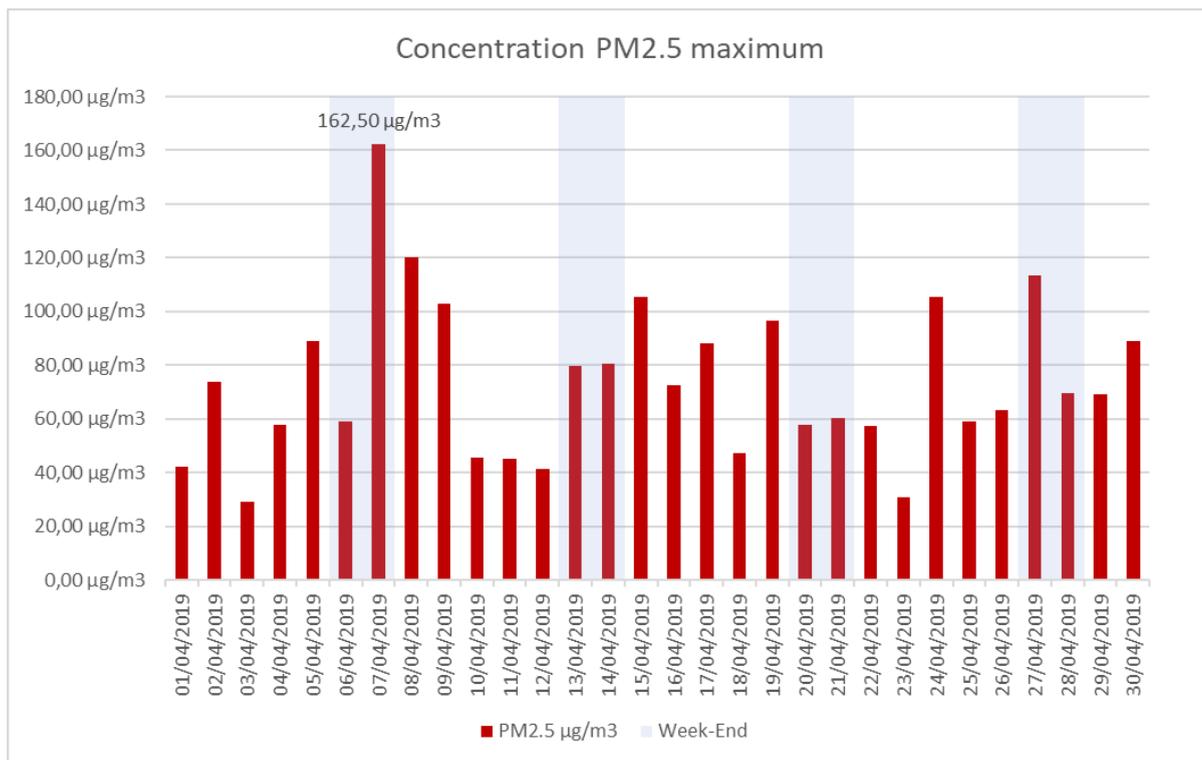


Figure 25 Concentration PM2.5 maximum observée par jour – Avril 2019

#### 4.3.3 Localisations avec plus forte concentration PM2.5 en moyenne

La Figure 27 reprend l'adresse, limitée à la rue, des 10 capteurs ayant renvoyé la lecture moyenne la plus élevée. La localisation de ces capteurs est représentée sur la Figure 28.

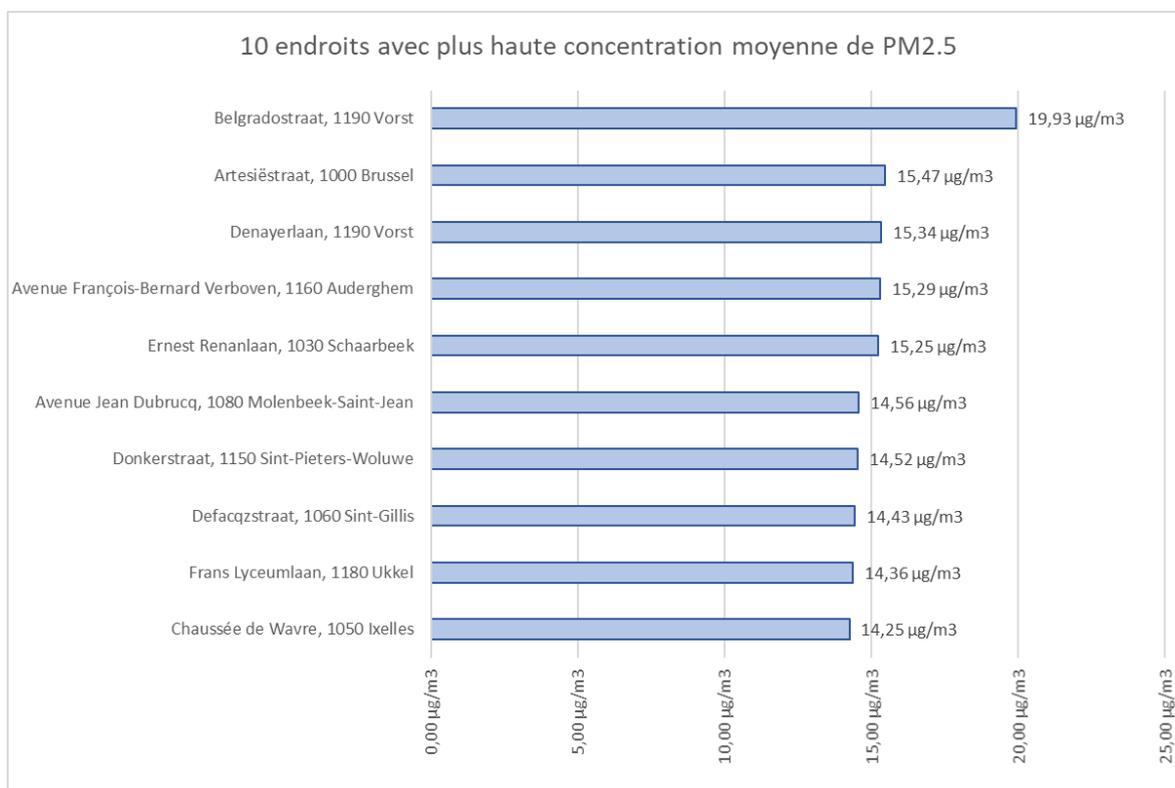


Figure 27 Top 10 des endroits avec concentration PM2.5 moyenne plus élevée - Avril 2019

Ces valeurs moyennes sont similaires à celles obtenues sur de Février 2019 (voir Figure 13).

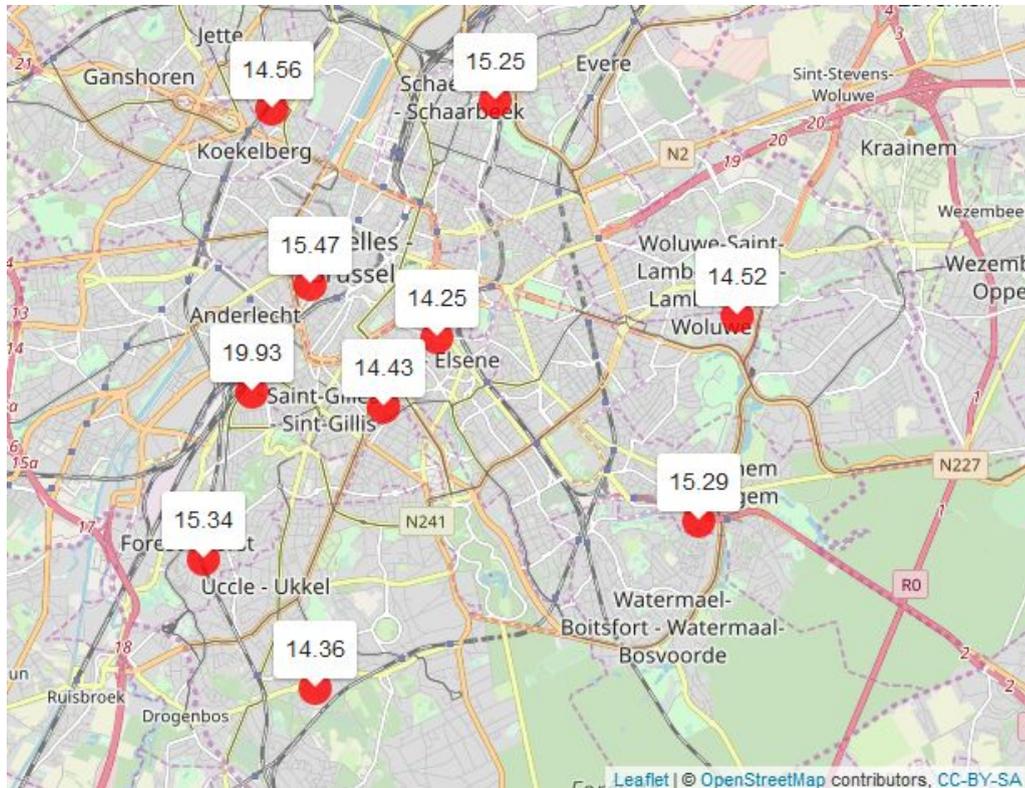


Figure 28 Localisation du top 10 des endroits avec concentration PM2.5 moyenne plus élevée - Avril 2019

#### 4.3.4 Localisations avec plus forte concentration PM2.5 maximum

La Figure 29 reprend l'adresse, limitée à la rue, des 10 capteurs ayant renvoyé la lecture maximum la plus élevée. La localisation de ces capteurs est représentée sur la Figure 30.

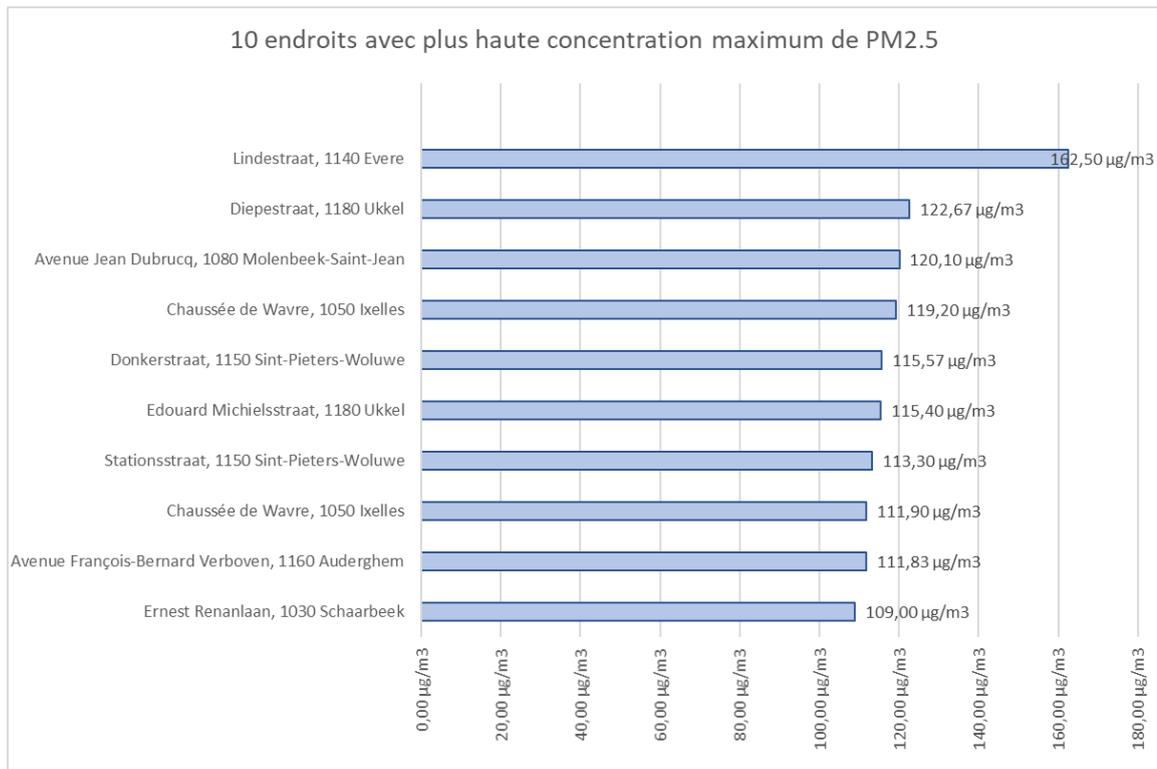


Figure 29 Top 10 des endroits avec concentration PM2.5 moyenne maximum - Avril 2019

La Figure 29 montre que les maximums atteints au mois d'Avril sont plus élevés que ceux des mois de Février et Mars.

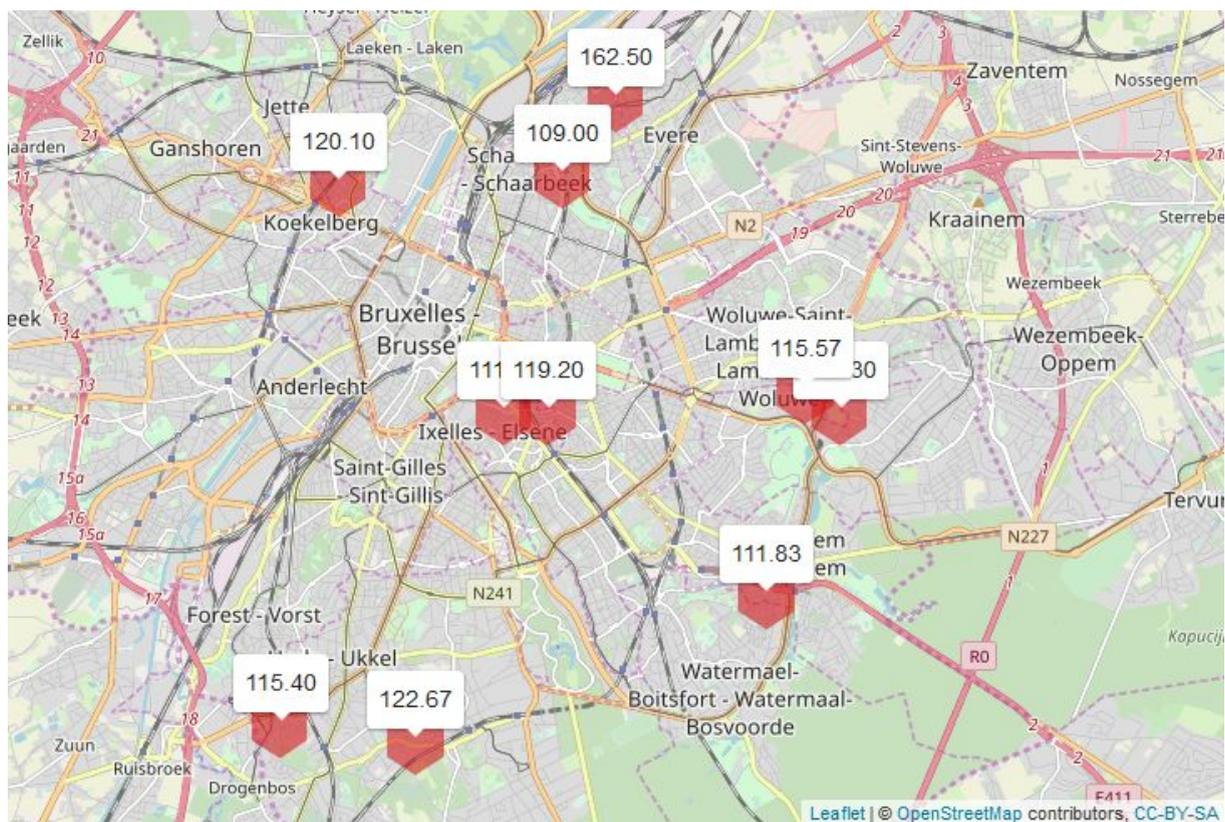


Figure 30 Localisation du top 10 des endroits avec concentration PM2.5 moyenne maximum- Mars 2019

## 5. Conclusions

Ce rapport a couvert différents aspects liés à la qualité de l'air sur base des mesures obtenues avec les capteurs *Luftdaten* utilisés dans le cadre du projet de science collaborative *Les chercheurs d'air*.

Premièrement sur la fiabilité de ces capteurs, la comparaison entre leurs données et celles du réseau CELINE a montré que les capteurs *Luftdaten* peuvent être considérés comme fiables (moyennant le filtrage des capteurs défaillants et des mesures erronées). En effet, sur l'ensemble de la période les mesures des deux réseaux sont assez similaires et les deux relèvent les mêmes pics de concentration PM2.5 sur l'ensemble de la période (voir Figure 6). En plus, les courbes journalières de concentration PM2.5 CELINE et *Les chercheurs d'air* durant les dates des pics de pollution sont très semblables (voir Figure 3, Figure 4 et Figure 5).

Deuxièmement, une fois la validité des données *Luftdaten* confirmée, l'analyse a été approfondie pour relever différentes métriques liées à la qualité de l'air. Le rapport a montré que la concentration moyenne dépasse la recommandation de concentration annuelle de l'OMS (10µg/m<sup>3</sup>) et qu'il y a plusieurs épisodes durant lesquels la moyenne sur 24h est dépassé (25 µg/m<sup>3</sup>).

Troisièmement, l'analyse montre une disparité géographique et temporelle de la concentration PM2.5. Sur certaines localisations les pics de concentration sont bien plus élevés, dépassant les 100 µg/m<sup>3</sup> et avec des épisodes longs de concentration au-dessus de 25 µg/m<sup>3</sup>. Sur d'autres localisations, il y a une forte variation de concentration PM2.5 au cours de la journée.

Ces disparités géographiques et temporelles devraient faire l'objet d'une prochaine étude. Il est nécessaire de comprendre pourquoi à certains endroits il y a une plus forte concentration de PM2.5 ou pourquoi dans d'autres il y a une forte variation en concentration PM2.5 au cours de la journée. La différence de la concentration PM2.5 entre un jour de semaine et un jour de week-end est intéressante et devrait être approfondie. Cette variation dans l'espace et dans le temps pourrait permettre de mieux comprendre la formation de concentration PM2.5.

Il est aussi important de rappeler que les analyses et le rapport ont été réalisés avec peu de moyens. En ayant plus de moyens, il serait possible d'approfondir davantage ces analyses et d'améliorer la compréhension sur la formation de pollution PM2.5 à Bruxelles.

Finalement le constat n'est pas très positif, ces mesures montrent que la qualité de l'air à Bruxelles ne respecte pas les recommandations de l'OMS. Il est donc nécessaire de continuer la recherche en ce sens, pour comprendre la formation de pollution et proposer des mesures pour améliorer la qualité de l'air à Bruxelles.

## 6. Annexes

### 6.1 Principe de mesure de qualité de l'air

Le capteur distribué par *Les chercheurs d'air* a été développé par Luftdaten.info. A l'intérieur de ce capteur, il y a un senseur de particules fines dénommé SDS011<sup>16</sup> conçu par la firme chinoise « Nova Fitness Co., Ltd ». Le principe de mesure de particules fines du capteur SDS011 se base sur la diffusion d'un faisceau laser par les particules fines en suspension.

La référence technique de ce capteur<sup>17</sup> spécifie que celui-ci peut être utilisé à des températures allant de -10°C à +50 °C et pour jusqu'à un taux d'humidité relative allant jusqu'à 70%.

Une étude<sup>18</sup> s'est intéressé à la précision du capteur SDS011 et conclut que ce capteur peut fournir des mesures précises de concentration de PM2.5 sous certaines conditions, notamment en ce qui concerne l'humidité dans l'air.

Dans ce rapport, la section 2.4 a montré que les données des capteurs SDS011 de *Luftdaten* sont similaires à celles des mesures officielles du réseau CELINE. Cette première comparaison montre que l'écart entre les deux n'est pas considérable, mais cette comparaison doit faire l'objet d'un suivi, au cas où l'écart se creuserait avec le temps (dégradation des capteurs)

### 6.2 Analyse d'acceptabilité technique des lectures

Avant toute analyse, les données brutes ont été évalués en termes d'acceptabilité technique. Les données suivantes ont été exclues :

- Capteurs ne disposant pas de mesure d'humidité
- Mesures dont l'humidité au même instant dépasse 70%
- Capteurs ne fournissant pas de données de façon suffisamment régulière
- Capteurs dont la variation de la lecture de PM2.5 entre deux lectures, espacées de moins de 2 minutes, était trop importante.

Etant donné que le fabricant du capteur SDS011 indique que celui-ci ne peut pas être utilisé dans des conditions d'humidité dépassant 70%, les capteurs n'ayant pas de mesure d'humidité ont été exclus, tout comme les lectures effectuées à un moment où le taux d'humidité était au-dessus de 70%.

Pour certains capteurs, nous avons constaté une irrégularité dans la fourniture des données. Dans certains cas ces capteurs fournissaient une mesure toutes les 2-3 minutes, mais avec des interruptions pouvant certaines fois dépasser une heure. Par mesure de prudence, ces capteurs ont été exclus.

Pour d'autres capteurs, nous avons constaté un phénomène où la lecture PM2.5 peut monter vers des valeurs extrêmes, dans certains cas le maximum (999 µg/m3) en moins de 5 min, pour ensuite descendre vers des valeurs normales dans l'espace de quelques minutes. Ce phénomène est illustré dans la Figure 31. Il pourrait être dû au blocage momentané du capteur par de la poussière ou dépôt

---

<sup>16</sup> <http://www.inovafitness.com/en/a/chanpinzhongxin/95.html>

<sup>17</sup> <https://aqicn.org/sensor/sds011/es/>

<sup>18</sup> Budde, Matthias & Müller, Thomas & Laquai, Bernd & Streibl, Norbert & Schwarz, Almuth & Schindler, Gregor & Riedel, Till & Beigl, Michael & Dittler, Achim. (2018). *Suitability of the Low-Cost SDS011 Particle Sensor for Urban PM-Monitoring*.

[https://www.researchgate.net/publication/325416608\\_Suitability\\_of\\_the\\_Low-Cost\\_SDS011\\_Particle\\_Sensor\\_for\\_Urban\\_PM-Monitoring](https://www.researchgate.net/publication/325416608_Suitability_of_the_Low-Cost_SDS011_Particle_Sensor_for_Urban_PM-Monitoring)

de buée. Par mesure de prudence, de telles lectures de concentration PM2.5 ont été exclues de l'analyse ultérieure.

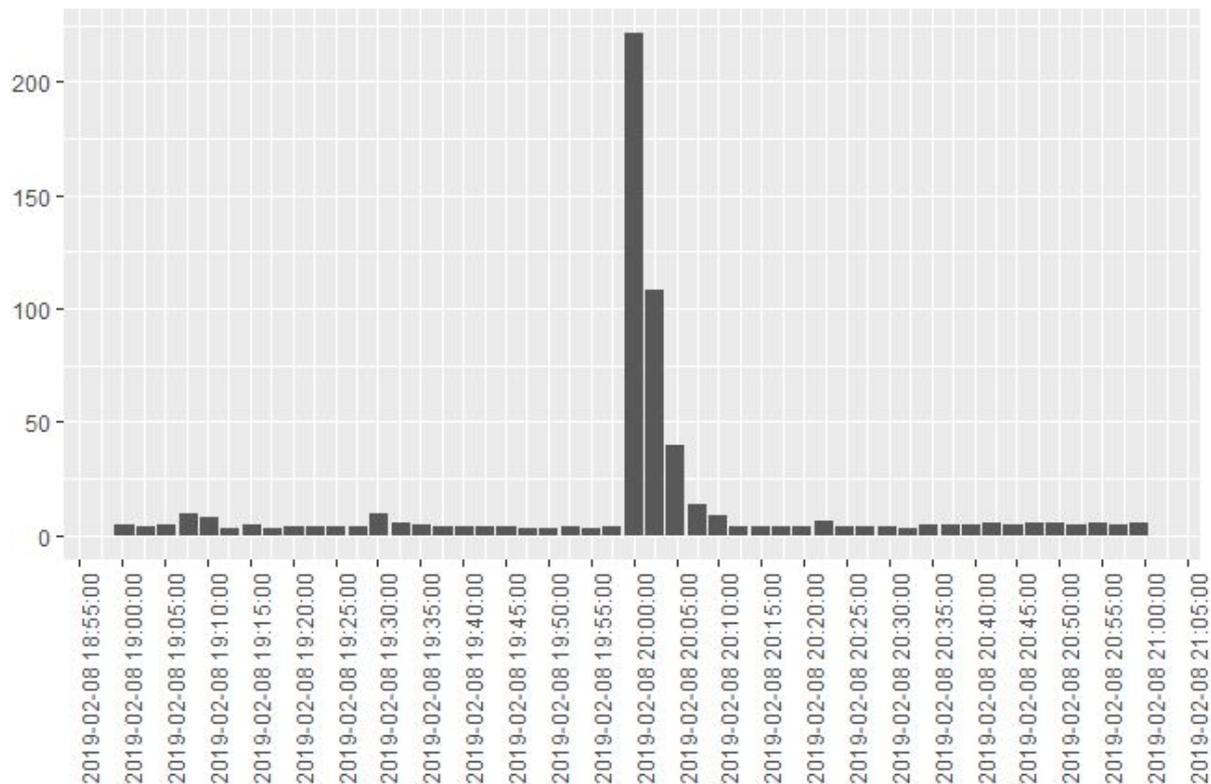


Figure 31 Exemple de phénomène de bouchage du capteur

### 6.3 Collecte, filtrage et géolocalisation des données

Les données sont collectées depuis les archives mensuelles sur luftdate.info. Les données sont fournies en séries temporelles, avec l'identifiant du capteur ainsi que la position du capteur en coordonnées géographiques (latitude et longitude).

Luftdaten.info fournit des données concernant l'ensemble de l'Europe, voir aussi d'autres continents. Un premier filtrage géographique permet de décanter les données et de ne retenir que celles des capteurs se situant dans un rectangle autour de Bruxelles. Ensuite, un deuxième filtrage basé sur la distance permet de limiter les capteurs à ceux situés à moins de 15km du centre de Bruxelles.

Finalement, des services de géolocalisation de Google et Open Street Map sont utilisés pour identifier l'adresse postale correspondant aux coordonnées géographiques des capteurs. Ces services de géolocalisation fournissent l'adresse postale la plus proche des coordonnées géographiques. Dans certains cas, il est possible qu'il y ait plusieurs adresses candidates, comme par exemple lorsque les coordonnées géographiques fournies par l'installateur du capteur sont près d'un mur mitoyen, au milieu d'un jardin ou autre endroit entre plusieurs adresses. Dès lors, l'adresse peut ne pas correspondre à l'adresse exacte d'installation du capteur, mais à une adresse proche.

Une fois l'adresse obtenue, seulement les capteurs ayant une adresse située dans une commune bruxelloise sont retenus. Dans ce rapport, nous avons exclu le numéro de la rue par souci de confidentialité et respect de la vie privée.