

EVALUATION DE LA QUALITÉ DE L'AIR DANS LES PARCS DE LA RÉGION DE BRUXELLES-CAPITALE

**Résultats obtenus dans le cadre de la campagne de
mesures du projet ExpAIR**

AVRIL 2016

B. Heene, P. Declerck, F. Beaujean, T. de Vos, G. Mendes, O. Brasseur

Laboratoire Qualité de l'air

Division qualité de l'environnement et gestion de la nature



LEEFMILIEU BRUSSEL
BIM - BRUSSELS INSTITUUT VOOR MILIEUBEHEER

1. Objectif

L'objectif de ce rapport, qui s'inscrit dans le cadre du projet ExpAIR, est de présenter les résultats des campagnes de mesures mobiles de Black Carbon réalisées par des gardiens de parc de Bruxelles Environnement dans le but (i) d'évaluer la qualité de l'air dans les parcs de la Région de Bruxelles-Capitale, et (ii) de mesurer l'exposition personnelle des gardiens de parc à la pollution urbaine. Les résultats de ce rapport pourront être utilisés à titre indicatif pour d'autres projets ainsi que pour sensibiliser et informer la population bruxelloise.

Pour évaluer la qualité de l'air dans les parcs, il est proposé de mesurer les particules de « Black Carbon ». Il s'agit de particules de très petite taille, généralement comprises en 10 et 500 nanomètres, émises par les processus de combustion. En Région bruxelloise, les principaux émetteurs de Black Carbon sont le trafic et, dans une moindre mesure, les systèmes de chauffage (en fonction de la saison). Ce polluant constitue ainsi un excellent traceur de la pollution automobile, et en particulier des véhicules diesel. Le Black Carbon présente par ailleurs des risques pour la santé (affections cardio-respiratoires, cancer, etc) car il pénètre profondément dans les poumons et dans le sang à cause de la très petite taille de ses particules (diamètre 100 fois plus petit que celui d'un cheveu).

Concrètement, ce rapport a pour buts de :

- comparer les niveaux moyens de Black Carbon dans les différents parcs de la Région de Bruxelles-Capitale;
- objectiver l'évolution de ces niveaux moyens en fonction de l'intensité du trafic;
- cartographier les niveaux de pollution dans les différents parcs;
- évaluer l'exposition personnelle des gardiens de parc.

2. Introduction

Même si les teneurs de certains polluants ont fortement diminué au cours des 20 dernières années dans les pays de l'ouest de l'Europe, la pollution de l'air reste un problème préoccupant pour la santé des citoyens. En effet, de nombreuses études révèlent que l'exposition aux polluants présents dans l'atmosphère peut réduire l'espérance de vie de plusieurs mois (« Health risks of particulate matter from long-range transboundary air pollution », OMS, 2006).

Ce phénomène est d'autant plus important dans les grandes villes, comme Bruxelles, où les habitants sont confrontés à deux types de pollution :

- la pollution de l'air extérieur, émise principalement par les véhicules circulant sur un réseau urbain très dense et par les installations de chauffage ;
- la pollution de l'air intérieur, présente au sein des habitations.

Les substances nocives dans l'air qui résultent des activités humaines sont nombreuses. On peut citer : les particules fines (incluant le Black Carbon), le monoxyde de carbone (CO), l'ozone (O₃), les oxydes d'azote (NO_x), les composés organiques volatils (COV), etc.



Dans le cadre de cette étude, le polluant de référence retenu est le « Black Carbon ». Ce polluant est un très bon indicateur des polluants émis par le trafic routier.

3. Black Carbon

Le Black Carbon se présente sous forme de particules dont le diamètre est compris entre 10 et 150 nm lors de l'émission. Il se situe donc partiellement dans la classe des particules ultrafines (moins de 100 nm). Dans les diamètres au-delà de 150 nm, le Black Carbon se présente plutôt sous forme agrégée avec d'autres polluants. En effet les particules de Black Carbon ont notamment tendance à coaguler et à réagir avec d'autres composés présents dans l'atmosphère, tels que le carbone organique et le sulfate.

Le Black Carbon est issu de la combustion incomplète des combustibles fossiles tels que le diesel, le charbon, le mazout, l'essence, le gaz naturel, etc., ainsi que de la combustion incomplète du bois.

En Région bruxelloise, les principaux secteurs d'émission de Black Carbon sont :

- le secteur du transport, principalement les moteurs diesel;
- le secteur résidentiel : chauffage des bâtiments.

Dans les autres Régions du pays, le secteur industriel contribue également aux émissions de Black Carbon, notamment à travers la production d'énergie, la production d'électricité et les processus de combustion en général.

Les études tendent à prouver que les particules de Black Carbon présentent des risques importants pour la santé (cancer, affections cardio-vasculaires, etc.), car elles pénètrent profondément dans les poumons et dans le sang à cause de leur très petite taille.

4. Appareillage de mesure

L'appareil utilisé dans le cadre de cette étude pour mesurer les concentrations de Black Carbon présentes dans l'air ambiant était l'aethalomètre portable « microAeth® Model AE51 » de la firme Magee Scientific (figure 1) (AethLabs, 2011). Dans le cadre de la présente étude, le Black Carbon a été mesuré à la résolution temporelle d'une minute.



Figure 1 : aethalomètre portable (microAeth® Model AE51).

5. Organisation de la campagne de mesures

Les campagnes de mesures se sont réalisées avec la participation de 13 gardiens de parc de Bruxelles Environnement. Sur le plan pratique, ces derniers ont circulé pendant 5 jours consécutifs pendant leurs heures de travail dans les parcs avec l'instrumentation portative qui comprend :

- un aethalomètre portable pour mesurer les concentrations de Black Carbon;
- un GPS pour géolocaliser les mesures du polluant.

Les campagnes de mesures ont eu lieu en août et septembre 2014 ainsi qu'en février, mars et mai 2015.

5.1 Localisation des lieux de mesures

Les parcs concernés par des mesures de Black Carbon (figure 2) sont :

- le parc de la Porte de Hal;
- le parc du Botanique;
- le parc Gaucheret;
- le parc Elisabeth;
- le parc Roi Baudouin;
- le parc Duden;
- le parc du Cinquantenaire;
- le parc Tenbosch;
- le parc de la Rosée;
- le square du Petit Sablon;
- le parc Scheutbos;
- le parc Keyenbempt.



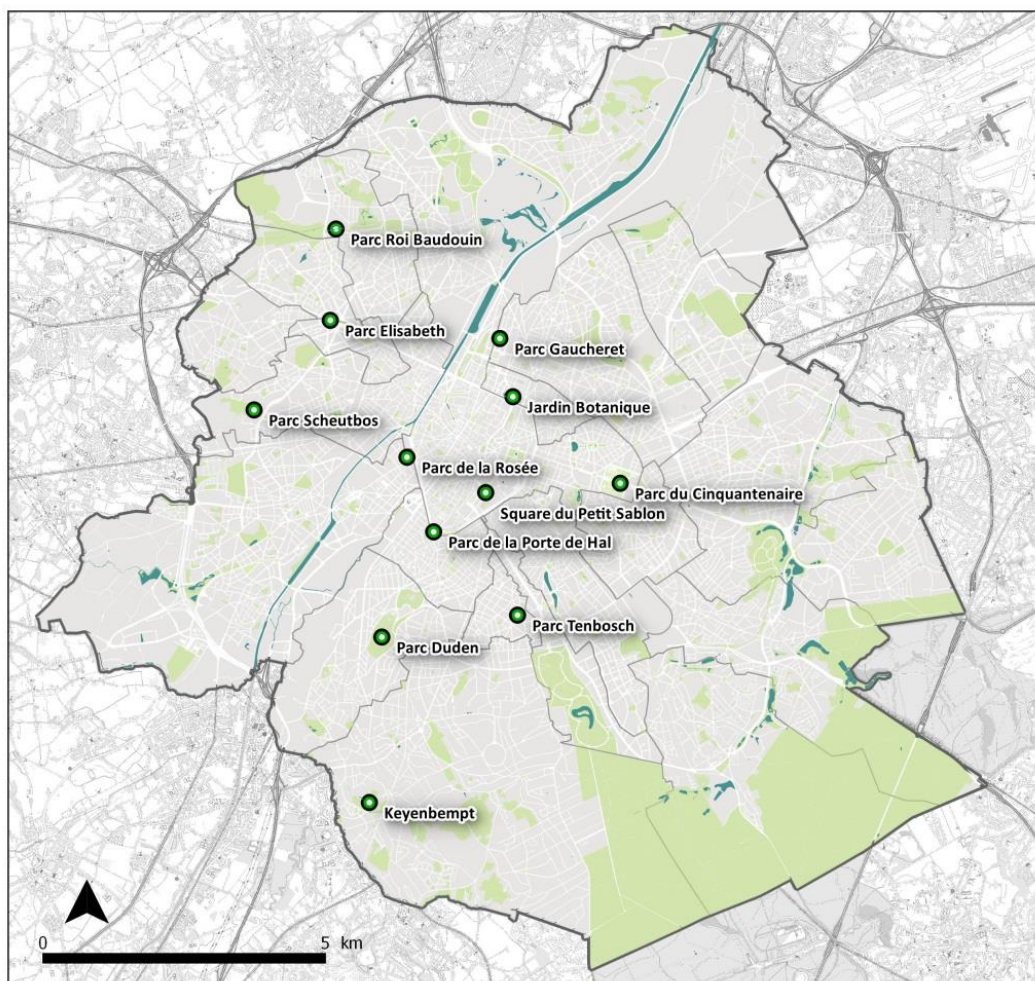


Figure 2 : Localisation des parcs ayant fait l'objet d'une campagne de mesures.

6. Analyse de la campagne de mesures

6.1 Introduction

La concentration en Black Carbon en un point donné dépend d'une part des « concentrations de fond », soit les concentrations mesurées loin des sources, et d'autre part de la contribution des sources locales. Les concentrations de fond de Black Carbon sont généralement plus basses loin des grandes villes ou en tous cas loin du centre des grandes villes. Ceci est également le cas pour le NO_2 , les particules fines $\text{PM}_{2.5}$ et PM_{10} .

À côté de cela, les sources locales sont également déterminantes pour les concentrations de Black Carbon et de NO_2 . A contrario, des polluants tels que les PM_{10} et $\text{PM}_{2.5}$, possèdent une contribution locale proportionnellement moins importante. Ces derniers polluants sont moins fortement liés aux sources et sont plus étendus spatialement.

Loin du trafic routier (principalement les grands axes), les concentrations de Black Carbon et de NO_2 sont généralement plus basses.

Leurs concentrations décroissent en effet rapidement lorsque l'on s'éloigne des routes, et leur influence au-delà de 500m est généralement réduite, bien que l'impact local du NO₂ puisse se propager jusqu'à 3000m [*Estimation de l'impact des émissions du Ring (RO) sur la qualité de l'air en Région bruxelloise*, CELINE, 2011].

Ainsi, les concentrations de polluants peuvent varier du tout au tout sur quelques dizaines de mètres.

En prenant tous ces éléments en compte, les quartiers résidentiels bruxellois situés loin du trafic, tels qu'on en trouve dans les communes d'Uccle, Auderghem, Woluwe, etc. sont donc, de manière générale, moins exposés au Black Carbon et au NO₂.

6.2 Prétraitement des mesures de Black Carbon

6.2.1 Traitement des valeurs négatives

Les aethalomètres utilisés pour la présente étude analysent la concentration en Black Carbon par la méthode d'absorption d'un rayonnement infrarouge. À la résolution temporelle d'une minute, cette méthode d'analyse peut donner, à certains moments, des concentrations négatives qui peuvent être compensées, aux instants suivants, par des valeurs positives du même ordre de grandeur en valeur absolue. Du point de vue du traitement des données, les concentrations négatives enregistrées par les aethalomètres portables ont été incluses dans l'analyse des données.

6.2.2 Représentativité statistique des séries temporelles

Comme le nombre de données N n'est pas équivalent d'un parc à l'autre, c'est-à-dire que 6 parcs ont entre 1193 et 2669 données et 6 autres parcs ont entre 126 et 549 données, la représentativité statistique des séries temporelles n'est pas identique d'un parc à l'autre, mais le nombre de données est déjà suffisant pour obtenir des résultats intéressants et pour pouvoir comparer les résultats entre parcs.

6.2.3 Estimation de la contribution locale des concentrations de Black Carbon

Comme mentionnée dans le point 6.1. (Introduction), les concentrations de Black Carbon mesurées sont décomposées en deux contributions principales :

- **la contribution urbaine de fond (soit la concentration loin des sources) ;**
- **la contribution locale due principalement aux émissions du trafic.**

La contribution urbaine de fond est estimée à l'aide des mesures de Black Carbon provenant du réseau télémétrique bruxellois. Les stations de références prises en compte pour estimer cette contribution sont les stations d'Uccle et de Woluwe-St-Lambert. La station d'Uccle est située sur le plateau de l'Institut royal météorologique, dans un environnement à l'écart des sources directes d'émission. La station de Woluwe-St-Lambert se trouve dans un environnement résidentiel, à proximité d'un axe autoroutier dense aux heures de pointe. Parmi les cinq stations fixes qui mesurent le Black Carbon à Bruxelles, les stations d'Uccle et de Woluwe-St-Lambert sont les moins exposées aux émissions directes du trafic. Compte tenu de son environnement le plus à l'écart des sources de polluants, la station d'Uccle est choisie prioritairement pour estimer la contribution urbaine de fond.



Pour les situations où la station de Woluwe-St-Lambert présente des concentrations plus faibles qu'à Uccle, ce sont les concentrations de Woluwe-St-Lambert qui sont prises en compte pour la contribution urbaine de fond.

La contribution due à la pollution locale à l'échelle de la rue est obtenue par différence entre les concentrations totales mesurées en rue avec les aethalomètres et la contribution urbaine de fond estimée à partir des stations d'Uccle et de Woluwe-St-Lambert :

Concentration totale = concentration urbaine de fond + contribution locale.

La contribution locale met en évidence le rôle des sources locales de Black Carbon, et de façon relativement indépendante de la météo (en tout cas, plus que pour les concentrations totales). Par contre, elle ne reflète pas l'exposition réelle, puisqu'il manque la contribution de fond.

6.3 Analyse des concentrations de Black Carbon : contribution de fond et contribution locale liée au trafic

Le tableau 1 reprend en détail les valeurs moyennes, les valeurs médianes, les déviations standards (DS), les 25^{ème} centiles (P25) et les 75^{ème} centiles (P75) de la contribution de fond et de la contribution locale par parc. La figure 3 présente les concentrations moyennes de Black Carbon mesurées par parc et dans les transports par type de contribution. La figure 4 présente la part relative moyenne de la contribution locale liée au trafic dans les concentrations totales de Black Carbon (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) mesurées dans les 12 parcs.

L'analyse de ces figures et du tableau 1 met en lumière les constats suivants :

- **Sur l'ensemble des parcs, la contribution de fond** vaut en moyenne $0,69 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et a des valeurs comprises entre $0,36$ (Parc Elisabeth) et $1,11$ (Parc de la Porte de Hal) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (tableau 1). Elle **représente en moyenne 49% des concentrations totales de Black Carbon** mesurées sur l'ensemble des parcs. La déviation standard de la contribution de fond vaut en moyenne de $0,37 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Elle est faible en comparaison de la déviation standard de la contribution locale (qui est en moyenne de $1,48 \mu\text{g}/\text{m}^3$). On peut donc dire qu'il y a plus ou moins la même contribution de fond dans les différents parcs. De plus, la moyenne ($0,69$) et la médiane ($0,62$) de la contribution de fond sur l'ensemble des parcs sont très proches l'une de l'autre (tableau 1). La moyenne est seulement 1,1 fois plus élevée que la médiane.
- **La contribution locale représente quant à elle en moyenne 51% des concentrations totales de Black Carbon.** Elle vaut en moyenne $0,73 \mu\text{g}/\text{m}^3$, et est caractérisée par une variabilité légèrement plus grande des concentrations de Black Carbon avec des valeurs comprises entre 0 (Parc Scheutbos) et $2,23$ (Parc de la Porte de Hal) $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Comme la déviation standard est en moyenne plus élevée, la moyenne et la médiane sont moins proches. En effet, la moyenne est 1,4 fois plus élevée que la médiane.
- La contribution locale de Black Carbon liée au trafic est en moyenne très faible dans le parc Scheutbos (entre 0 et 20%). La contribution locale de Black Carbon liée au trafic est en moyenne faible dans le parc Duden, le parc Rosée et le parc Tenbosch (entre 25 et 35%). Dans le parc Keyenbempt, le parc Roi Baudouin et le parc Gaucheret, la contribution locale



liée au trafic routier est en moyenne entre 40 et 45%. Enfin, le parc de la Porte de Hal, le parc Elisabeth, le parc du Botanique, le square du Petit Sablon et le parc du Cinquantenaire présentent des moyennes de contributions locales liées au trafic élevées (supérieures à 55%) (figure 4).

Tableau 1 : Moyenne (Déviation Standard - DS) et Médiane (P25-P75) de la contribution locale et de la contribution de fond par parc. Les valeurs négatives de la moyenne et la médiane de la contribution locale pour le parc Scheutbos résultent du fait que la moyenne et la médiane de la concentration totale mesurée dans ce parc sont inférieures à la concentration de fond mesurée à Uccle.

Nom du parc	Moyenne (DS)		Médiane (P25-P75)	
	Contribution locale (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Contribution de fond (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Contribution locale (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Contribution de fond (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Porte de Hal	2,30 (3,24)	1,11 (0,87)	1,54 (0,67 – 3,18)	0,86 (0,55 – 1,36)
Botanique	1,72 (2,41)	0,93 (0,65)	1,13 (0,53 – 2,24)	0,72 (0,43 – 1,28)
Gaucheret	0,64 (1,59)	0,87 (0,51)	0,52 (0,21 – 0,93)	0,84 (0,53 – 1,09)
Sablon	0,59 (2,08)	0,41 (0,15)	0,35 (0,14 – 0,59)	0,40 (0,30 – 0,50)
Cinquantenaire	0,53 (1,69)	0,41 (0,45)	0,38 (0,08 – 0,76)	0,31 (0,17 – 0,49)
Rosée	0,19 (1,12)	0,46 (0,31)	0,17 (-0,16 – 0,44)	0,42 (0,27 – 0,60)
Tenbosch	0,22 (0,48)	0,46 (0,22)	0,23 (0,06 – 0,39)	0,45 (0,28 – 0,64)
Elisabeth	1,16 (1,39)	0,36 (0,16)	0,80 (0,30 – 1,43)	0,34 (0,24 – 0,64)
Scheutbos	-0,04 (0,66)	0,69 (0,33)	-0,03 (-0,33 – 0,29)	0,64 (0,43 – 0,47)
Keyenbempt	0,61 (1,74)	0,76 (0,27)	0,37 (0,06 – 0,77)	0,77 (0,60 – 0,94)
Baudouin	0,51 (0,84)	0,74 (0,17)	0,44 (0,11 – 0,70)	0,73 (0,68 – 0,83)
Duden	0,36 (0,52)	1,04 (0,30)	0,31 (0,05 – 0,55)	0,95 (0,82 – 1,28)
Total (parcs)	0,73 (1,48)	0,69 (0,37)	0,52 (0,14 – 1,02)	0,62 (0,44 – 0,87)
Transport	2,76 (5,35)	1,03 (0,16)	1,39 (0,34 – 3,62)	1,1 (0,76 – 1,3)



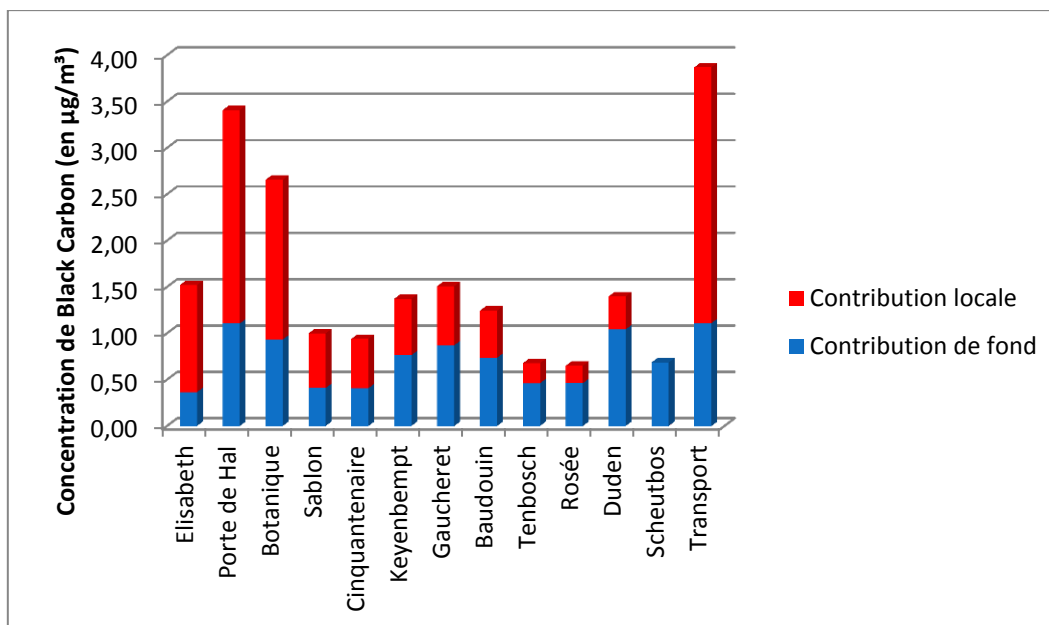


Figure 3 : Concentrations moyennes de Black Carbon (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) mesurées par parc. Les bâtonnets bleus correspondent à la contribution de fond, les bâtonnets rouges à l'apport local principalement dû aux émissions du trafic routier.

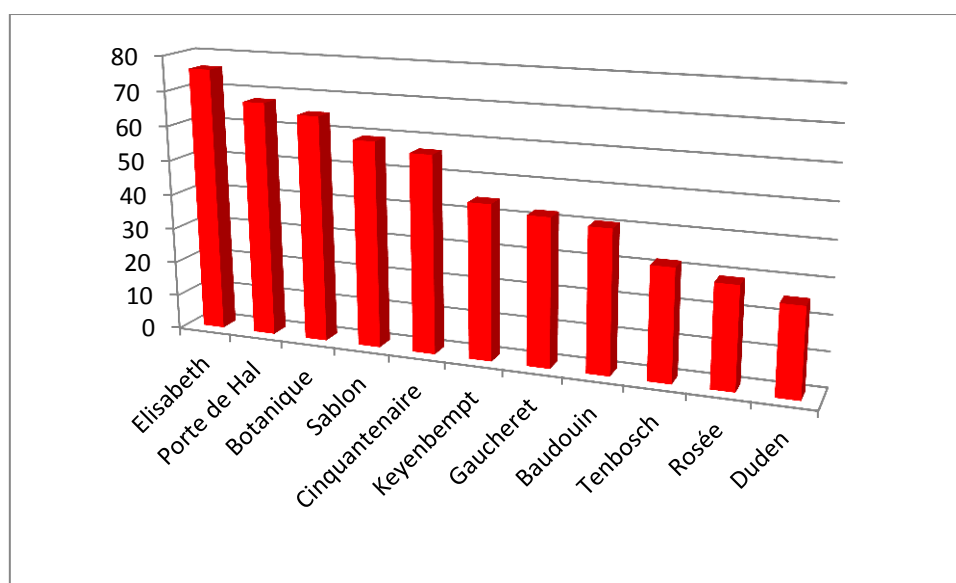


Figure 4 : Part relative de la contribution locale liée au trafic dans les concentrations totales de Black Carbon (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) mesurées dans les 12 parcs, à l'exception du parc Scheutbos, en tant qu'indicateur des émissions locales du trafic.

En retirant la contribution de fond, le parc de la Porte de Hal est le parc le plus exposé aux émissions du trafic routier (concentration moyenne de $2,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Le parc du Botanique est également fortement exposé aux émissions du trafic routier avec une concentration moyenne de $1,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, et le parc Elisabeth dans une moindre mesure avec une concentration moyenne de $1,16 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Les parcs Tenbosch, Gaucheret, Roi Baudouin, Cinquantenaire, Rosée, Duden, Keyenbempt, Square du Petit Sablon présentent des concentrations très proches de celles mesurées à Uccle (contribution locale en moyenne inférieure ou égale à $0,64 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Quant à la concentration totale mesurée dans le parc de Scheutbos situé à Molenbeek-Saint-Jean à proximité du boulevard Louis Mettewie, elle est en moyenne légèrement inférieure à la concentration moyenne mesurée à Uccle (différence de $-0,04 \mu\text{g}/\text{m}^3$, tableau 1).

Les contributions locales mesurées dans les parcs de Bruxelles restent en moyenne inférieures à la contribution moyenne locale mesurée dans les transports ($2,76 \mu\text{g}/\text{m}^3$, figure 3). Cependant, le parc de la Porte de Hal présente des niveaux de concentrations en Black Carbon proches de ceux mesurés dans les transports (contribution moyenne locale de $2,23 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Les parcs Tenbosch, Duden, Gaucheret, Keyenbempt, Roi Baudouin et Scheutbos ont des concentrations moyennes comparables ou même inférieures aux concentrations moyennes mesurées dans les habitations et autres lieux intérieurs.

Dans l'ensemble, les parcs sont donc des zones moins exposées aux particules de Black Carbon que les axes routiers et des endroits plus exposés que les lieux intérieurs.

6.3.1 Facteurs explicatifs des concentrations de Black Carbon : contribution de fond et contribution locale

Les facteurs d'influence des concentrations de Black Carbon dans les parcs, et de manière générale, sont les suivants :

- la proximité ou l'éloignement des axes routiers par rapport aux parcs ;
- l'intensité des émissions de Black Carbon du trafic sur les axes routiers ;
- le positionnement des bâtiments et la topographie, qui jouent également un grand rôle sur les concentrations, (i) en empêchant la dispersion des polluants ou en créant des effets de recirculation complexes (comme dans les rues canyon) ou (ii) au contraire, en agissant comme « rempart » contre la pollution. Par exemple, le long des trottoirs de la rue de la Loi, les concentrations de NO_2 sont très élevées en raison de la proximité du trafic, alors que derrière les bâtiments de cette même rue, les concentrations sont proches de celles d'une zone résidentielle au trafic peu dense ;
- les conditions météorologiques locales qui restent un facteur déterminant pour les niveaux de concentrations de polluants au jour le jour : de bonnes conditions de dispersion (vent, etc) ou de la pluie favorisent toujours la qualité de l'air ;
- la pollution urbaine de fond, qui s'ajoute à la pollution locale à l'échelle de la rue. La station fixe à Uccle est utilisée pour caractériser ce niveau de fond. En l'absence de données valides à la station d'Uccle, le niveau de fond est estimé dans ce cas à partir des concentrations de Black Carbon mesurées à Woluwe-St-Lambert.

Analyse

L'influence des conditions météorologiques (vitesse du vent, condition instable ou stable de la couche limite de surface, etc) sur les concentrations de Black Carbon n'a pas été mise en évidence dans le cadre de cette étude. Les coefficients de détermination R^2 des courbes d'ajustement linéaire et polynomiale de la concentration de Black Carbon en fonction de la vitesse du vent ou en fonction de la différence de température mesurée à 3 m et à 30 m sont très faibles (de l'ordre de 0,2 à 0,4).



Il est à noter que durant la campagne de mesures, les vitesses de vent par jour de mesure sont comprises entre 1,6 et 6,1 m/s à Molenbeek-St-Jean, à 30 m au-dessus du sol.

Ainsi, les **parcs de la Porte de Hal et du Botanique** (figures 5 et 6) sont situés dans des espaces ouverts (pas de bâtiments entourant les parcs qui pourraient faire écran à la pollution) et sont longés directement par des axes routiers importants. Ces parcs sont donc plus exposés aux émissions de Black Carbon du trafic routier et des concentrations de Black Carbon plus élevées y sont observées. Les concentrations plus élevées dans le parc de la Porte de Hal que dans le parc du Botanique pourraient être aussi expliquées par le fait que la distance moyenne par rapport aux axes routiers dans le parc de la Porte de Hal est de 14 m et beaucoup plus faible que la distance moyenne par rapport aux axes routiers dans le parc Botanique (30 m).

Le **parc de la Rosée** (figure 7) est peu exposé aux émissions de Black Carbon du trafic routier car il est entouré par de nombreux bâtiments qui le séparent du boulevard Poincaré et de la chaussée de Mons qui sont deux axes à trafic dense et qui donnent seulement accès à deux entrées distinctes et peu larges du parc. Les bâtiments constituent un rempart par rapport aux émissions de Black Carbon émises par le trafic routier de ces deux rues adjacentes. La seule rue qui pourrait influencer les concentrations en Black Carbon dans le parc est la rue de la Poterie (rue locale) qui donne sur le boulevard Poincaré. Cependant, comme le trafic est moins dense dans cette rue, les concentrations en Black Carbon dans ce parc restent faibles.



Figure 5 : Localisation du parc de la Porte de Hal [ArcGIS, OpenArcstreetMapLayer, 2015].

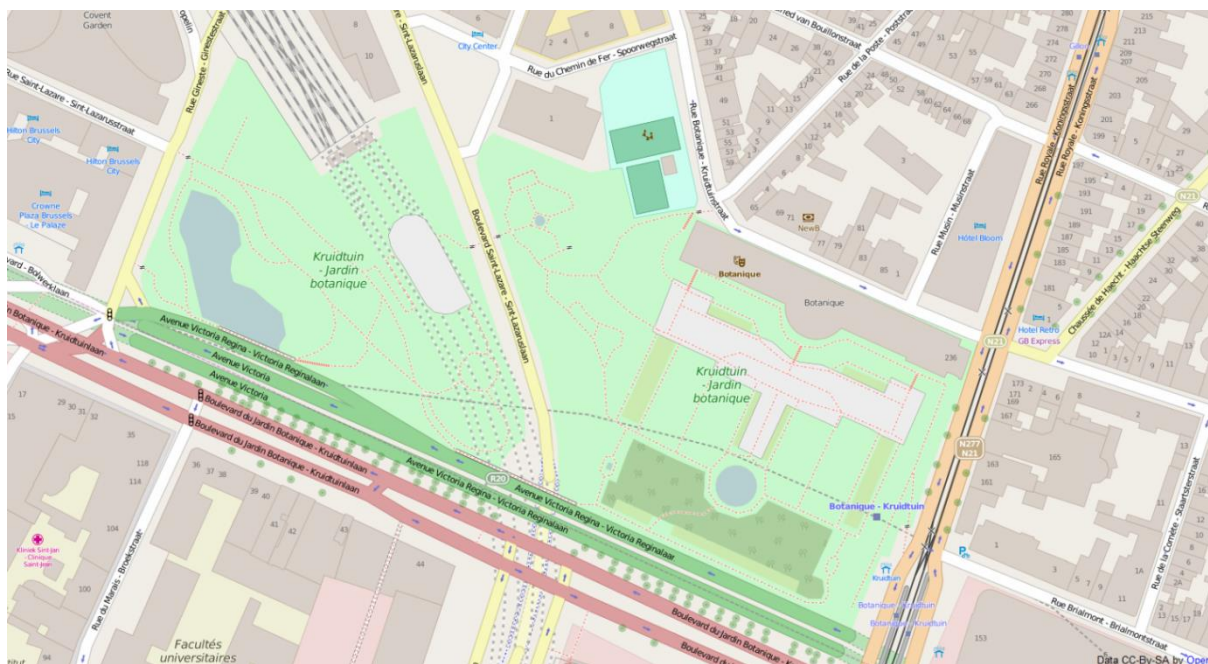


Figure 6 : Localisation du parc du Botanique [ArcGIS, OpenArcstreetMapLayer, 2015].

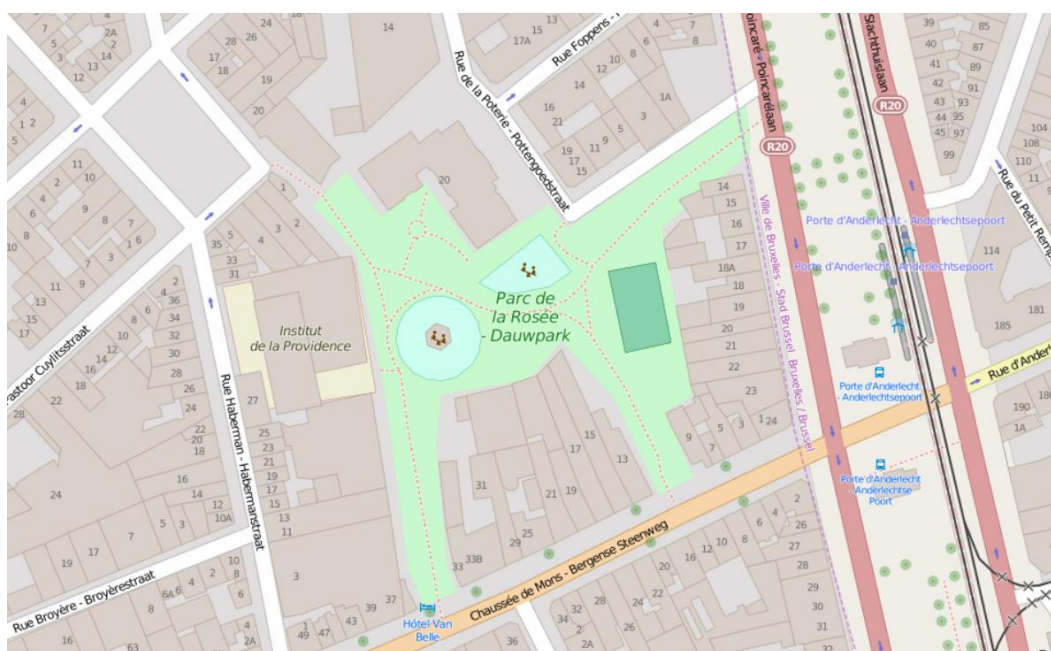


Figure 7 : Localisation du Parc de la Rosée [ArcGIS, OpenArcstreetMapLayer, 2015].

Les concentrations plus faibles en Black Carbon mesurées dans le **parc Gaucheret** (figure 8), bien qu'il soit situé près de la Gare du Nord, dans le centre-ville sont sans doute dues à (i) des effets d'écran joués par les bâtiments qui l'entourent, (ii) un trafic peu dense autour du parc, et (iii) des courants d'air locaux entre les bâtiments à proximité du parc.





Figure 8 : Localisation du parc Gaucheret [ArcGIS, OpenArcstreetMapLayer, 2015].

Les concentrations faibles de Black Carbon mesurées dans le **parc Tenbosch** sont dues à (i) la présence de bâtiments qui entourent le parc qui ont un effet d'écran (figure 9), mais également dues à (ii) un trafic peu dense dans la rue des Mélèzes et la rue Hector Denis, qui longent toutes les deux le parc. Les émissions de Black Carbon issues du trafic dense dans la chaussée de Waterloo, autre axe à proximité du parc, n'ont probablement pas beaucoup d'influence sur les concentrations dans le parc Tenbosch car la chaussée de Waterloo donne seulement accès à deux entrées distinctes et peu larges du parc.



Figure 9 : Localisation du parc Tenbosch [ArcGIS, OpenArcstreetMapLayer, 2015].



En ce qui concerne les **parcs de Keyenbempt, Duden et Roi Baudouin**, ils ont des concentrations moyennes similaires car ils sont situés à proximité d'axes à trafic peu dense et éloignés d'axes à trafic dense. Les comptages routiers qui seront prochainement fournis par Bruxelles-Mobilité devraient confirmer cette analyse.

6.4 Évolution temporelle des concentrations de Black Carbon dans les parcs

Les concentrations en Black Carbon mesurées dans les parcs varient au cours des heures de la journée (figures 10 et 11). Les variations de concentrations moyennes au cours de la journée sont dues aux variations du trafic routier et aux changements des conditions météorologiques (plus de turbulence) à proximité des parcs.

On observe peu de variation au cours de la journée des concentrations en Black Carbon dans le parc du Botanique par rapport aux concentrations en Black Carbon mesurées dans le parc de la Porte de Hal (figures 10 et 11). En retirant la contribution de fond, l'écart entre la valeur moyenne maximale et la valeur moyenne minimale au niveau horaire est de $3,31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le parc de la Porte de Hal et de $2,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le parc du Botanique. Les variations de concentrations en Black Carbon plus faibles dans le parc du Botanique peuvent être expliquées par le fait que le trafic sur les axes routiers aux abords du parc du Botanique semble dense en permanence en comparaison du trafic sur les axes routiers aux abords du parc de la Porte de Hal. Aux abords du parc de la Porte de Hal, il semble y avoir plus de trafic routier aux heures de pointes en fin de journée que le matin entre 8h et 11h.

Le parc de la Rosée, le parc du Cinquantaire, le parc du Sablon et le parc Gaucheret présentent des concentrations plus faibles et inférieures à $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lors de la journée, à l'exception du parc du Sablon entre 17h et 18h (concentration moyenne $\sim 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et à l'exception du parc Gaucheret entre 9h et 10h (concentration moyenne $\sim 1,36 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et entre 18h et 19h (concentration moyenne $\sim 1,62 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Ces niveaux de concentration plus élevées sont mesurés aux heures de pointes.

Ces résultats devraient être encore confirmés avec de nouvelles campagnes de mesure car le nombre de données n'est pas équivalent d'une heure à l'autre.



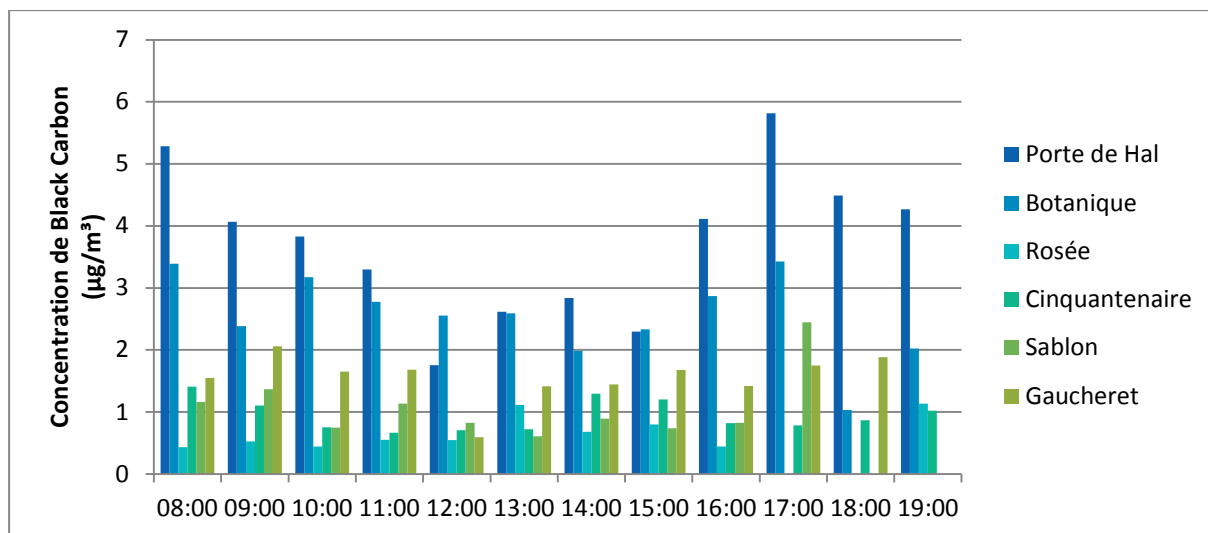


Figure 10 : Concentrations moyennes de Black Carbon (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) mesurées par parc en fonction de l'heure. Les données sont présentées avec la contribution de fond.

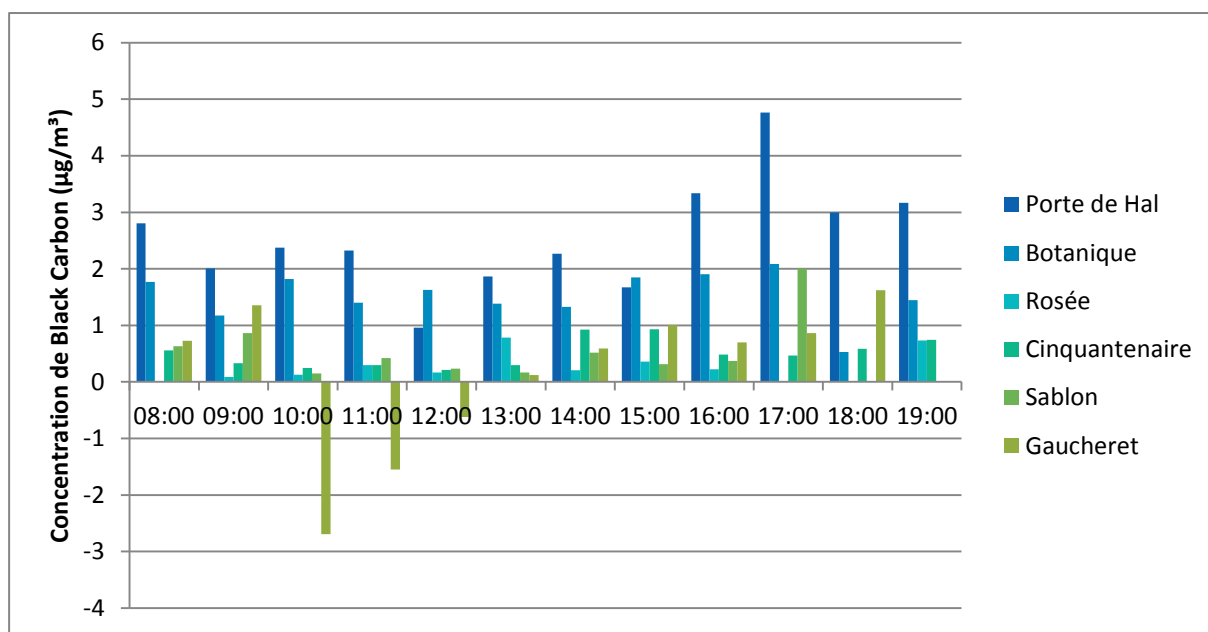


Figure 11 : Concentrations moyennes de Black Carbon (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) mesurées par parc en fonction de l'heure. Les données sont présentées sans la contribution de fond.

6.5 Distribution spatiale des concentrations moyennes totales de Black Carbon et de la contribution locale de Black Carbon

6.5.1 Parc Botanique

La figure 12 présente les concentrations totales de Black Carbon mesurées et géolocalisées dans et à proximité du parc du Botanique. Les concentrations totales correspondent à l'exposition réelle. Elles sont dépendantes des conditions météorologiques, ce qui peut rendre l'interprétation des effets locaux plus difficile si l'échantillon est limité. À l'inverse, la contribution locale met en évidence le rôle des sources locales de Black Carbon, et de façon relativement indépendante de la météo (en tout cas, plus que pour les concentrations totales). Par contre, elle ne reflète pas l'exposition réelle, puisqu'il manque la contribution de fond. C'est une raison pour laquelle on préférera analyser les distributions spatiales de la contribution locale de Black Carbon si l'on s'intéresse à mettre en évidence les sources locales de Black Carbon.

Les concentrations totales de Black Carbon ainsi que la contribution locale de Black Carbon géolocalisée(s) sont catégorisées en 4 classes de concentrations sur les figure 12 à 17. Les points en vert indiquent des concentrations (totales ou locales suivant les figures) de Black Carbon comprises entre 0 et 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Les points en jaune désignent des concentrations de Black Carbon comprises entre 2 et 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Les points en orange montrent des concentrations de Black Carbon comprises entre 5 et 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Les points en rouge indiquent des concentrations de Black Carbon supérieures à 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

La figure 12 montre que les concentrations totales de Black Carbon sont plus élevées sur les axes routiers à trafic dense tels que le Boulevard du Jardin Botanique et la rue Royale (voiries métropolitaines) que dans les rues locales de quartier à trafic moins dense.

Le parc du Botanique présente principalement des concentrations totales de Black Carbon entre 0 et 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (figure 12). Ce qui est faible en comparaison des concentrations totales mesurées sur les axes routiers. Toutefois, on remarque que l'autre moitié des points (en jaune et en orange) au niveau du parc du Botanique correspond à des valeurs de concentrations de Black Carbon entre 2 et 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ces mesures de concentrations plus élevées sont peut-être dues à l'influence des émissions de Black Carbon des rues adjacentes au niveau du parc ou sont causées par une contribution de fond plus élevée au moment des mesures. Pour mieux évaluer l'influence des sources proches, il est avantageux d'étudier uniquement la contribution locale. Ainsi, si on étudie la contribution locale (figure 13), on note que la contribution locale de Black Carbon comprise entre 0 et 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ n'a qu'un peu augmenté par rapport aux valeurs des concentrations totales (figure 12) et que la contribution locale de Black Carbon comprise entre 2 et 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (points en jaune et en orange) a un peu diminué par rapport aux valeurs des concentrations totales (figure 12). Il y a donc principalement l'influence du trafic routier au niveau de ce parc (et peu d'influence de la contribution de fond), mais comme la contribution locale est relativement faible (comprise entre 0 et 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), l'influence du trafic routier au niveau du parc demeure limitée.



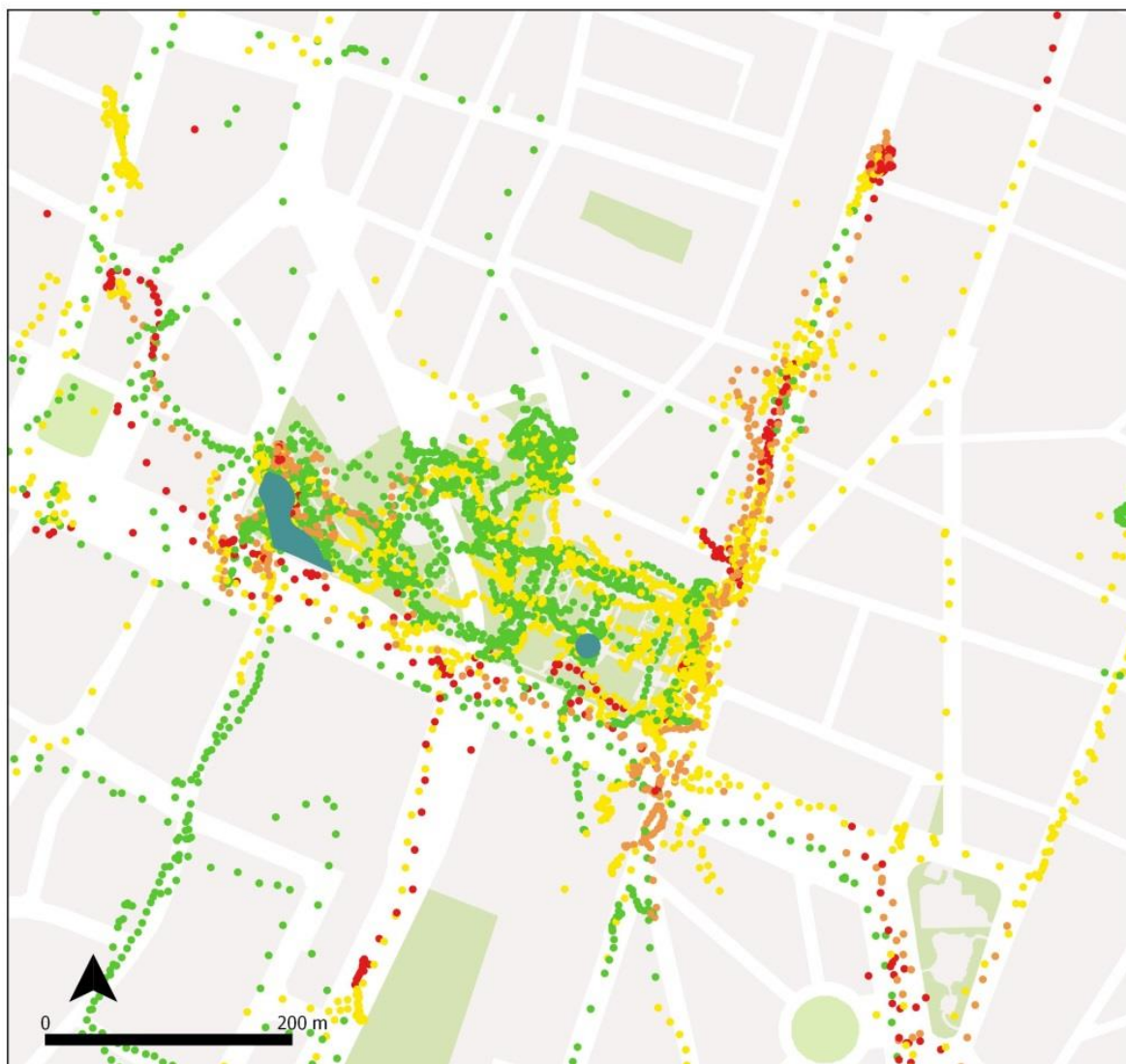


Figure 12 : Concentrations totales de Black Carbon (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) mesurées dans et dans le quartier du parc du Botanique. Points en vert : concentrations comprises entre 0 et 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en jaune : concentrations comprises entre 2 et 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en orange : concentrations comprises entre 5 et 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en rouge : concentrations supérieures à 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.





Figure 13 : Contribution locale liée au trafic sur les concentrations totales de Black Carbon (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) mesurées dans le parc du Botanique et à proximité de ce parc. Points en vert : contribution locale comprise entre 0 et 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en jaune : contribution locale comprise entre 2 et 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en orange : contribution locale comprise entre 5 et 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en rouge : contribution locale supérieure à 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

6.5.2 Parc Tenbosch

La figure 14 montre que les concentrations totales de Black Carbon dans le parc Tenbosch sont majoritairement comprises entre 0 et 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ce parc est, comme mentionné précédemment, peu exposé au trafic routier grâce aux nombreux bâtiments qui entourent et une distance moyenne à la rue de 49 m. Les concentrations totales de Black Carbon sont beaucoup plus élevées dans les rues adjacentes fortement fréquentées par le trafic routier telles que la rue Vleurgat et l'avenue Louise. La figure 15 qui présente la contribution locale de Black Carbon montre des résultats et des conclusions similaires au niveau du parc Tenbosch et dans les rues adjacentes.



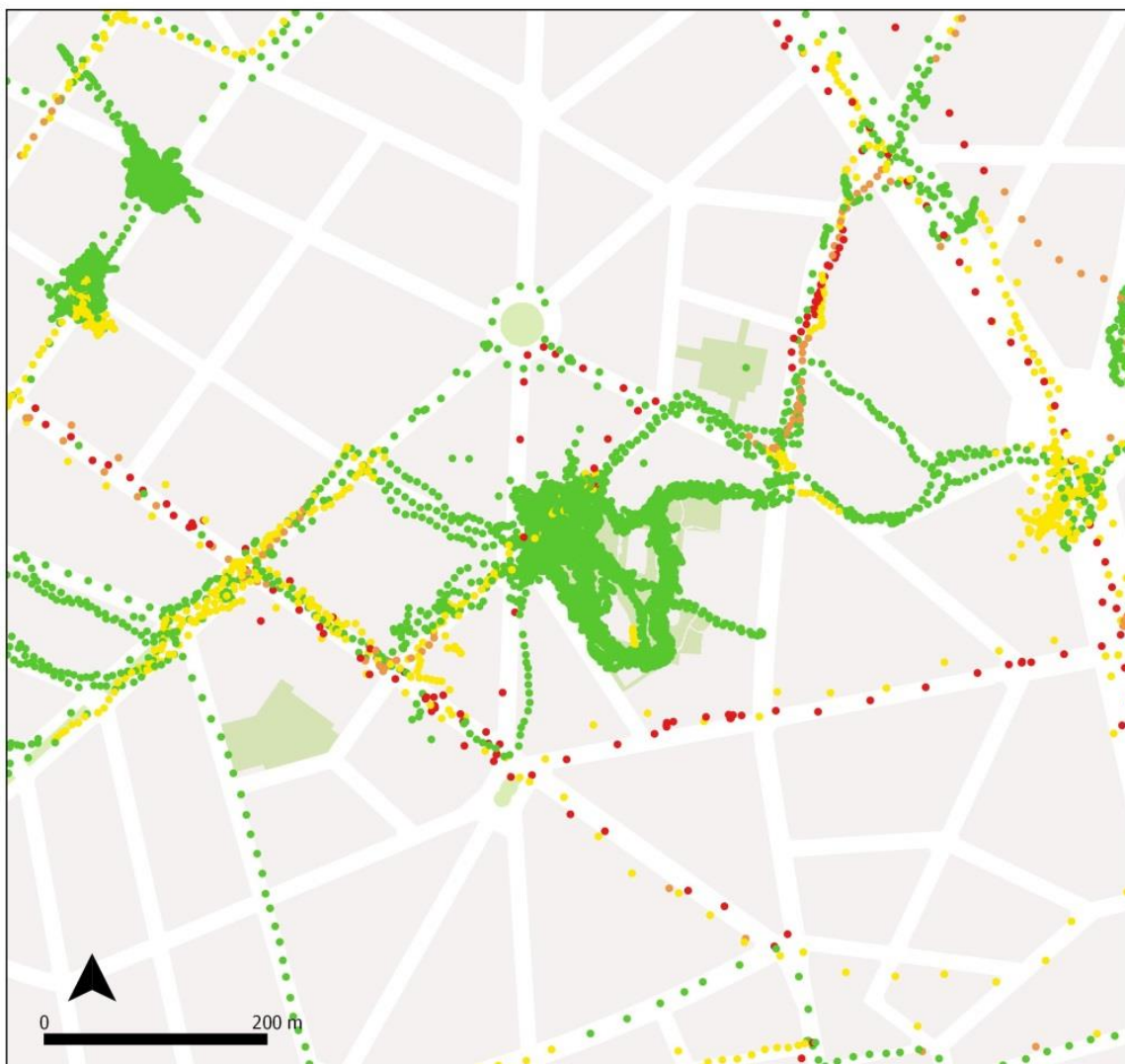


Figure 14 : Concentrations totales de Black Carbon (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) mesurées dans et dans le quartier du parc Tenbosch. Points en vert : concentrations comprises entre 0 et 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en jaune : concentrations comprises entre 2 et 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en orange : concentrations comprises entre 5 et 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en rouge : concentrations supérieures à 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



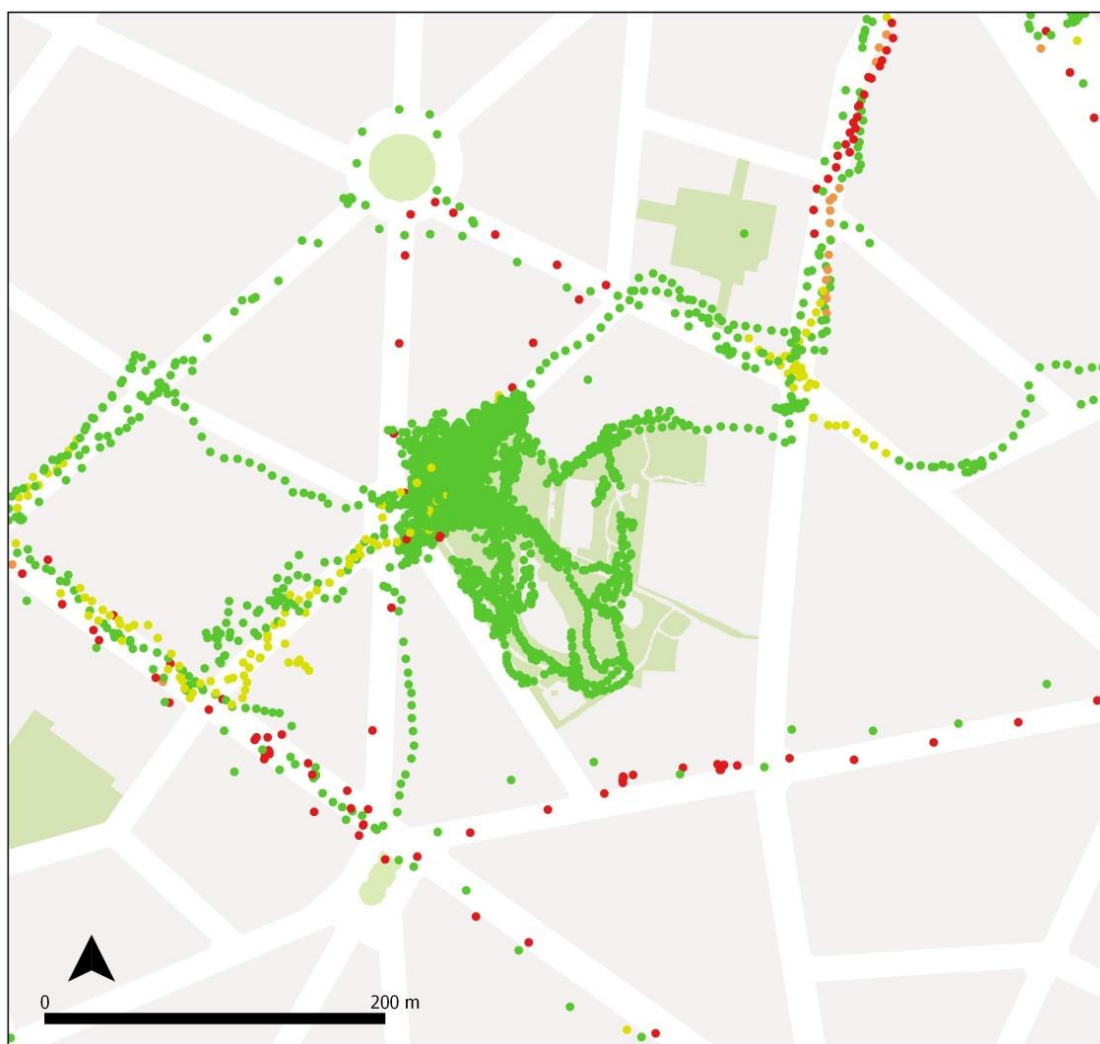


Figure 15 : Contribution locale liée au trafic sur les concentrations totales de Black Carbon (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) mesurées dans le parc Tenbosch et à proximité de ce parc. Points en vert : contribution locale comprise entre 0 et 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en jaune : contribution locale comprise entre 2 et 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en orange : contribution locale comprises entre 5 et 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en rouge : contribution locale supérieure à 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

6.5.3 Parc Duden

La figure 16 montre que les concentrations totales de Black Carbon dans le parc Duden sont majoritairement comprises entre 0 et 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ce parc est, comme mentionné précédemment, peu exposé au trafic routier grâce à une distance moyenne à la rue de 78,5 m. Les concentrations totales de Black Carbon sont beaucoup plus élevées dans les rues adjacentes fort fréquemment par le trafic routier telles que l'avenue du Parc, l'avenue Wielemans Ceuppens et l'avenue Gabrielle Fauré.

Si on étudie la contribution locale de Black Carbon (principalement due au trafic routier) (figure 17), on remarque au niveau du parc que la contribution locale est relativement faible et comprise entre 0 et 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Il n'y a donc quasiment pas d'influence du trafic routier dans ce parc.



Au niveau de la chaussée d'Alsemberg entre la place Albert et la rue Vanderkindere, ainsi qu'au niveau de l'avenue Van Volxem, la contribution de fond était plus élevée au moment des mesures car la contribution locale est principalement comprise entre 0 et 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ alors qu'en tenant compte de cette contribution, l'exposition réelle est principalement comprise entre 2 et 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Figure 16 : Concentrations totales de Black Carbon (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) mesurées dans et dans le quartier du parc Duden. Points en vert : concentrations comprises entre 0 et 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en jaune : concentrations comprises entre 2 et 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en orange : concentrations comprises entre 5 et 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en rouge : concentrations supérieures à 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.





Figure 17 : Contribution locale liée au trafic sur les concentrations totales de Black Carbon (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) mesurées dans le parc Duden et à proximité de ce parc. Points en vert : contribution locale comprise entre 0 et 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en jaune : contribution locale comprise entre 2 et 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en orange : contribution locale comprise entre 5 et 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en rouge : contribution locale supérieure à 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Les figures des concentrations totales de Black Carbon (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) pour les autres parcs sont présentées dans l'annexe A. Il n'y a pas de résultat cartographié pour le square du Petit Sablon et le parc Gaucheret en raison d'une mauvaise représentation des localisations des gps au niveau de ces parcs. Peu de données ont également été géolocalisés au niveau du parc de la Porte de Hal.



6.6 Classification des différents parcs à l'aide d'un outil statistique

La mise en œuvre d'une analyse en composante principales (ACP) ainsi qu'une classification hiérarchique ascendante réalisée sur les 12 parcs à l'aide des données de polluants de NOx et de BC mesurées à proximité et/ou dans les parcs permet de confirmer quelques précédentes explications des niveaux de concentration variables dans les parcs de la Région de Bruxelles Capitale et de regrouper ensemble les parcs similaires en terme des concentrations des polluants en NOx et BC.

Les données utilisées dans cette ACP sont :

- les émissions moyennes de NOx (kg) mesurées sur les axes routiers situés à proximité des parcs dans un périmètre de 50 m,
- les mesures moyennes des concentrations de Black Carbon totales (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) sur les axes routiers situés à proximité des parcs dans un périmètre de 50 m autour du parc,
- les valeurs moyennes des concentrations totales de Black Carbon (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) mesurées à l'intérieur des parcs.

La classification hiérarchique ascendante effectuée sur l'analyse en composantes principales crée 4 groupes de parcs qui sont formés en fonction de leur ressemblance et de leur dissemblance des données mentionnées précédemment. Pour chaque groupe de parcs formés, une ou maximum trois données particulières ont permis de regrouper les parcs dans ce groupe.

Un premier groupe comprend le parc de la Porte de Hal et le parc du Botanique (« cluster » 4 en bleu dans la figure 18). Ces deux parcs sont regroupés ensemble car la valeur moyenne de concentration totale de Black Carbon associée à ce groupe est beaucoup plus élevée que la valeur moyenne de concentration totale de Black Carbon sur l'ensemble des parcs (3,04 au lieu de 1,42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Or, précédemment, ces deux parcs étaient aussi considérés comme des parcs avec des concentrations proches en Black Carbon.

Un deuxième groupe comprend le parc Elisabeth et le parc du Cinquantenaire regroupés ensemble car ils ont les émissions de NOx sur les axes routiers à proximité les plus élevées (« cluster » 3 en vert dans la figure 18). D'autre part, les concentrations moyennes de Black Carbon des axes routiers entourant ces parcs sont proches, mais par contre les concentrations moyennes à l'intérieur des parcs sont différents (tableau 2).

Un troisième groupe comprend le parc Roi Baudouin, le parc Gaucheret, le parc Scheutbos, le parc Tenbosch, le parc Keyenbempt et le parc Duden (« cluster » 1 dans la figure 1.18).

Les parcs de la Rosée et du Sablon forment un quatrième groupe et sont regroupés ensemble car ils ont des concentrations de Black Carbon mesurées sur les axes routiers à proximité similaires (« cluster » 2 dans la figure 18).

Les groupes de parcs formés à l'aide de la classification hiérarchique ascendante sont donc plus ou moins en accord avec une grande partie des précédentes conclusions.



Un calcul statistique montre également que la partition en 4 groupes des concentrations de Black Carbon exprime 60,82% de la variabilité totale des 12 parcs. Autrement dit, si on considère les 4 groupes au lieu de l'ensemble des 12 individus, 60,82% de la variabilité des données est représentée. D'autres variables devraient être ajoutées pour expliquer les 40% restant de la variabilité des données.

Tableau 2: Caractéristiques des différents parcs.

Identifiant du parc (figure 18)	Nom du parc	NOx (kg)	Concentration moyenne de BC à proximité du parc ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentration moyenne de BC dans le parc ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	N° du groupe déterminé par classification hiérarchique sur l'ACP
9	Baudouin	13490	2,19	1,25	1
3	Botanique	54568	5,20	2,66	4
5	Cinquantenaire	64155	2,38	0,94	3
6	Duden	15123	2,85	1,4	1
7	Elisabeth	73994	2,46	1,52	3
8	Gaucheret	592	NaN	1,50	1
2	Keyenbempt	10672	1,01	1,37	1
1	Porte de Hal	54113	3,52	3,41	4
4	Rosée	1995	5,89	0,65	2
12	Petit Sablon	4133	5,04	1	2
10	Scheutbos	4931	2,15	0,65	1
11	Tenbosch	7629	1,27	0,68	1



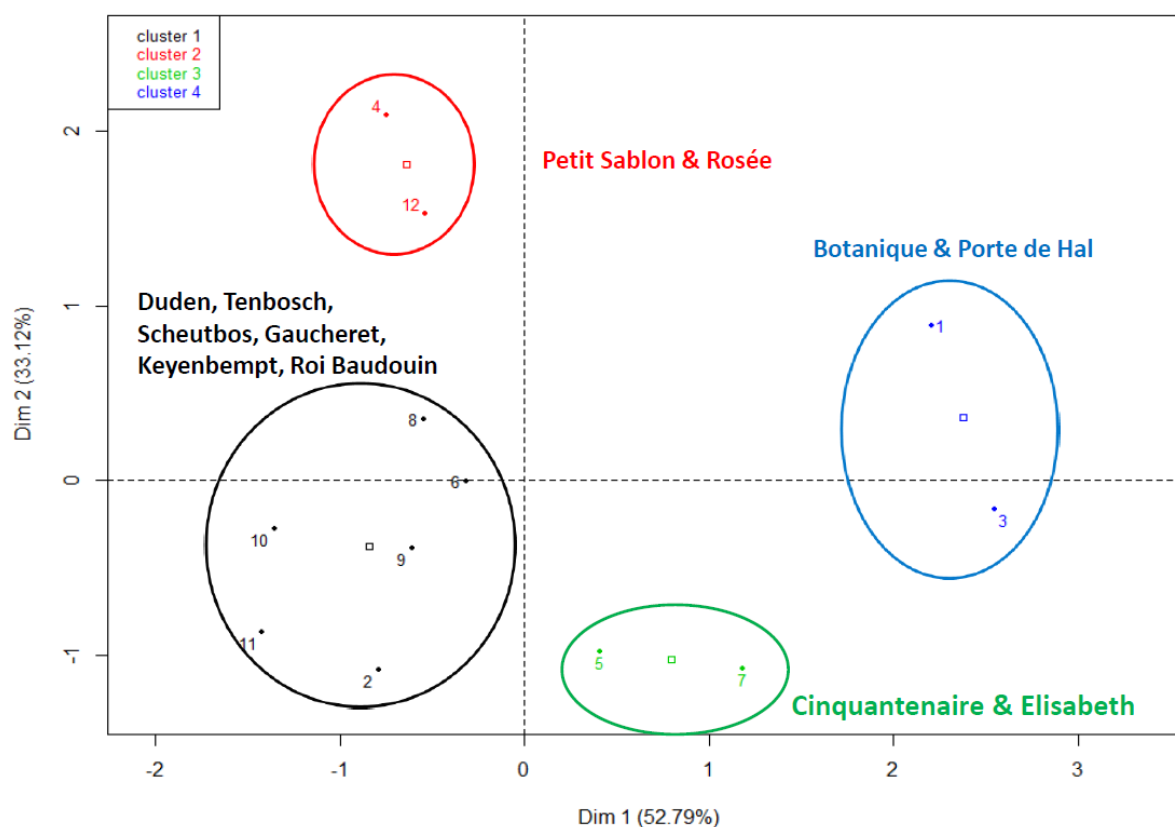


Figure 18 : Représentation des individus dans le plan factoriel formé par les 2 premières composantes principales de l'ACP (Dim 1 et Dim 2).



7. Exposition personnelle des gardiens de parc au Black Carbon

Les deux facteurs principaux qui expliquent l'exposition personnelle au Black Carbon sont:

- le niveau de concentration moyen, qui varie d'un environnement à l'autre,
- le temps passé par type d'environnement.

Si l'on compare les expositions personnelles aux particules de Black Carbon de plusieurs gardiens de parc et d'un travailleur dans un bureau, on remarque que leurs expositions au Black Carbon sont très différentes (tableau 3). Dans cet exemple, on suppose que par jour, la personne qui travaille 9 heures dans un bureau tandis que les gardiens de parc travaillent chacun 7 heures dans un parc des suivants : parc de la Porte de Hal, parc du Botanique ou parc de la Rosée en plus de 2 heures dans un lieu intérieur. On considère également que les 4 travailleurs passent le même temps (environ 1 heure) dans les transports en commun.

Sur une durée totale de 10 heures, le gardien qui travaille dans le parc de la Porte de Hal est le plus exposé aux particules de Black Carbon. Il est 1,23 fois plus exposé aux concentrations de Black Carbon que le gardien qui travaille dans le parc du Botanique, 3 fois plus exposé aux concentrations de Black Carbon que le gardien qui travaille dans le parc de la Rosée et 2,54 fois plus exposé aux concentrations de Black Carbon que la personne qui travaille dans un bureau.

Tableau 3 : Comparaison du temps passé (en heure) par type d'environnement et des concentrations moyennes de Black Carbon (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) mesurées pendant le temps passé par type d'environnement.

Professions		Transport	Parc de la Porte de Hal	Parc du Botanique	Parc de la Rosée	Lieux intérieurs	Total
Gardien 1	Temps (heure)	1	7	0	0	2	10
	Concentration moyenne (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	3,43	2,1	0	0	0,98	6,51
Gardien 2	Temps (heure)	1	0	7	0	2	10
	Concentration moyenne (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	3,43	0	11,76	0	0,98	16,17
Gardien 3	Temps (heure)	1	0	0	7	2	10
	Concentration moyenne (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	3,43	0	0	15,54	0,98	19,95
Travailleur dans bureau	Temps (heure)	1	0	0	0	9	10
	Concentration moyenne (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	3,43	0	0	0	4,41	7,84



8. Conclusions

La présente étude vise à évaluer la qualité de l'air dans les parcs de la Région de Bruxelles-Capitale. L'impact sur la qualité de l'air est estimé à travers la mesure des particules de Black Carbon principalement émises par le trafic et, dans une moindre mesure, par les systèmes de chauffage (en fonction de la saison). Ce polluant constitue ainsi un excellent traceur de la pollution automobile, et en particulier des véhicules diesel.

L'étude présente les résultats des campagnes de mesure réalisées à l'aide de 13 gardiens de parc dans 12 parcs de la RBC.

L'évaluation de la qualité de l'air est réalisée sur base de la dissociation des concentrations de Black Carbon en deux composantes :

- la *contribution de fond* qui est défini comme étant la concentration de Black Carbon à l'écart des sources locales, et représente la nappe de pollution présente sur l'ensemble de la Région bruxelloise ;
- la *contribution locale* qui provient des sources locales et, dans le cas du Black Carbon, est principalement influencée par les émissions du trafic. Cette contribution dépend aussi de la configuration du site (effet d'écran lié à la présence de bâtiments) et des conditions météorologiques locales.

Les campagnes de mesures effectuées dans les parcs ont permis d'aboutir aux constats suivants :

- La contribution de fond représente en moyenne 49% des concentrations totales de Black Carbon et évolue typiquement entre 0,36 et 1,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
- La contribution locale représente en moyenne 51% des concentrations totales de Black Carbon et évolue entre 0 et 2,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
- La contribution locale de Black Carbon liée au trafic est :
 - très faible dans le parc Scheutbos (entre 0 et 20% des concentrations totales),
 - faible dans le parc Duden, le parc Rosée et le parc Tenbosch (entre 25 et 35%),
 - moyenne dans le parc Keyenbempt, le parc Roi Baudouin et le parc Gaucheret (entre 40-45%),
 - élevée dans le parc de la Porte de Hal, le parc Elisabeth, le parc du Botanique, le square du Petit Sablon et le parc du Cinquantenaire (supérieures à 55%).
- Les contributions locales liées au trafic mesurées dans les parcs restent en moyenne inférieures à la moyenne de la contribution locale mesurée dans les transports, à l'exception du parc de la Porte de Hal qui présente des niveaux de concentrations en Black Carbon proches de ceux mesurés dans les transports. Les contributions locales sont aussi en moyenne



comparables ou même inférieures aux contributions moyennes locales mesurées dans les habitations et autres lieux intérieurs.

- Les parcs à proximité de rue à trafic moins dense (parc Duden, parc Tenbosch, parc Gaucheret, parc de la Rosée) présentent des concentrations en Black Carbon plus faibles que les parcs à proximité de rue à trafic dense (parc de la Porte de Hal, parc du Botanique, parc Elisabeth), mais ces hypothèses devraient être confirmées avec les comptages routiers qui seront prochainement fournis par Bruxelles-Mobilité.
- La circulation de l'air dans les parcs et entre les rues qui entourent les parcs favorise le transport de polluants tel que le Black Carbon. Toutefois, en dépit de cet apport extérieur en polluants, la dispersion du Black Carbon dans l'air ambiant contribue à abaisser les concentrations à mesure que l'on s'éloigne des sources (trafic), de sorte que l'air dans les parcs s'avère bien moins pollué que l'air à proximité immédiate du trafic.
- Le positionnement des bâtiments joue également un grand rôle sur les concentrations de Black Carbon en agissant comme « rempart » contre la pollution provenant des rues environnantes, comme c'est le cas dans le parc de la Rosée et dans le parc Tenbosch.
- Les conditions météorologiques locales qui restent un facteur déterminant pour les niveaux de concentrations de polluants au jour le jour : de bonnes conditions de dispersion (vent, etc.) ou de la pluie favorisent toujours la qualité de l'air.
- L'analyse des distributions spatiales des concentrations confirme les constats susmentionnés.
- L'exposition personnelle dépend non seulement de la concentration de Black Carbon mesurée dans les différents types d'environnement rencontrés, mais aussi de la durée passée dans ces différents lieux.



9. Annexes : Distribution spatiale des concentrations locales de Black Carbon

Parc de Keyenbempt

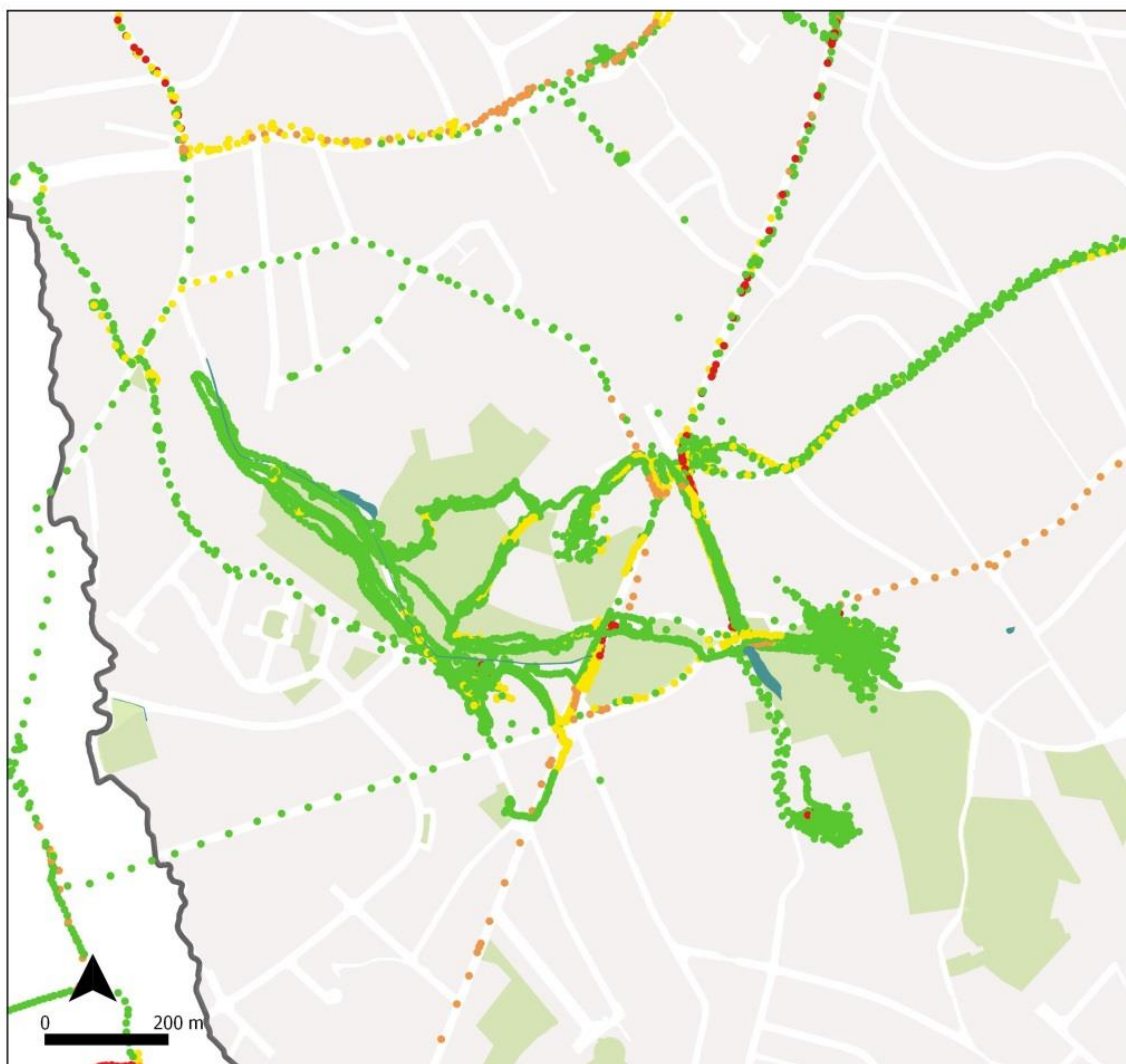


Figure 19 : Concentrations totales de Black Carbon (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) mesurées dans le parc Keyenbempt et dans le quartier de ce parc. Points en vert : concentrations comprises entre 0 et 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en jaune : concentrations comprises entre 2 et 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en orange : concentrations comprises entre 5 et 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en rouge : concentrations supérieures à 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.





Figure 20 : Contribution locale liée au trafic sur les concentrations totales de Black Carbon (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) mesurées dans le parc Keyenbempt et dans le quartier de ce parc. Points en vert : contribution locale comprise entre 0 et 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en jaune : contribution locale comprise entre 2 et 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en orange : contribution locale comprise entre 5 et 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en rouge : contribution locale supérieure à 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Parc Scheutbos



Figure 21 : Concentrations totales de Black Carbon (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) mesurées dans et dans le quartier du parc Scheutbos. Points en vert : concentrations comprises entre 0 et 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en jaune : concentrations comprises entre 2 et 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en orange : concentrations comprises entre 5 et 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en rouge : concentrations supérieures à 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.





Figure 22 : Contribution locale liée au trafic sur les concentrations totales de Black Carbon (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) mesurées dans le parc Scheutbos et dans le quartier de ce parc. Points en vert : contribution locale comprise entre 0 et 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en jaune : contribution locale comprise entre 2 et 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en orange : contribution locale comprise entre 5 et 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en rouge : contribution locale supérieure à 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Parc du Cinquantaire



Figure 23 : Concentrations totales de Black Carbon (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) mesurées dans et dans le quartier du parc du Cinquantaire. Points en vert : concentrations comprises entre 0 et 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en jaune : concentrations comprises entre 2 et 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en orange : concentrations comprises entre 5 et 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en rouge : concentrations supérieures à 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



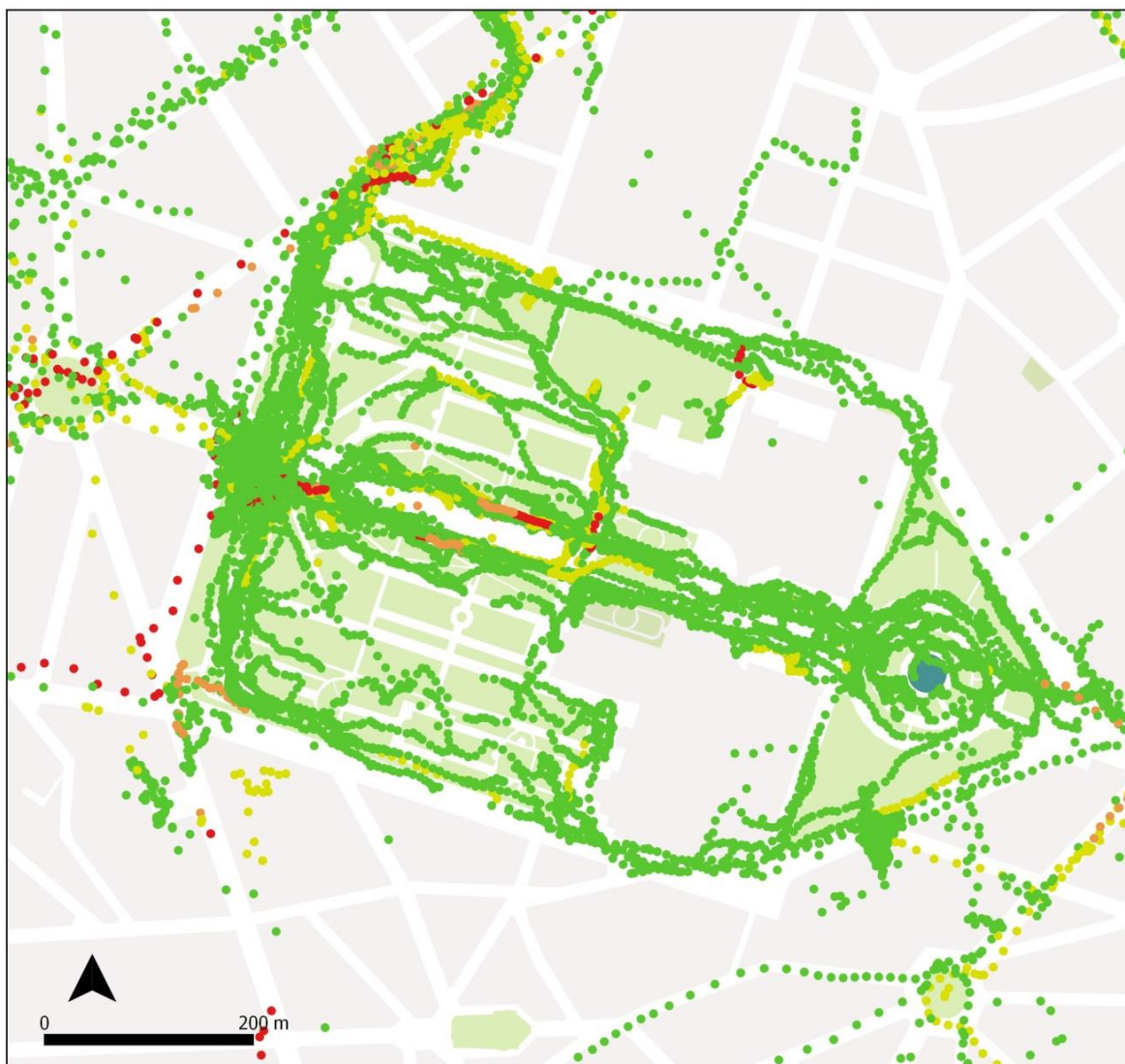


Figure 24 : Contribution locale liée au trafic sur les concentrations totales de Black Carbon (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) mesurées dans le parc Cinquantenaire et dans le quartier de ce parc. Points en vert : contribution locale comprise entre 0 et 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en jaune : contribution locale comprise entre 2 et 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en orange : contribution locale comprise entre 5 et 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en rouge : contribution locale supérieure à 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Parc Roi Baudouin

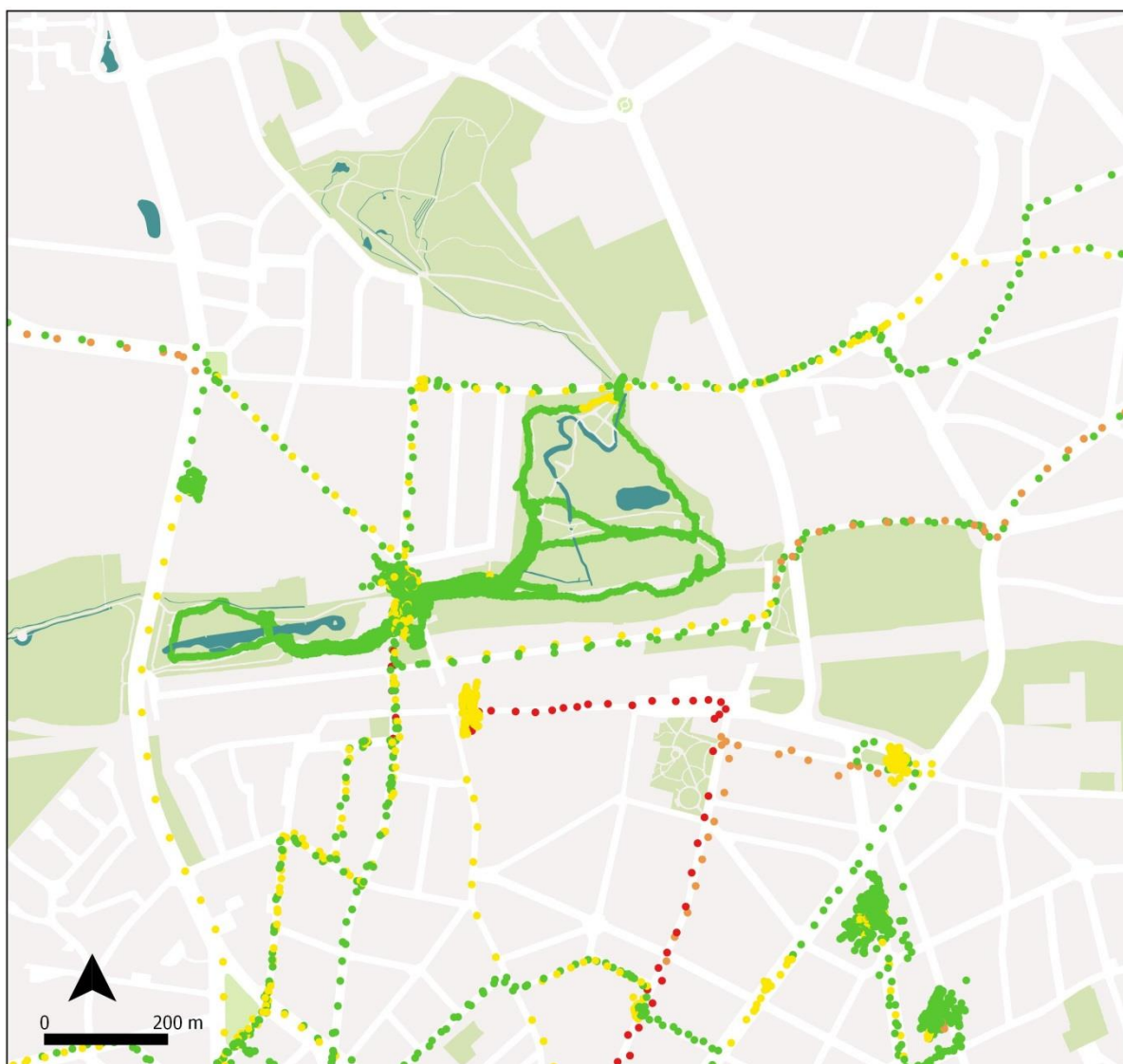


Figure 25 : Concentrations totales de Black Carbon (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) mesurées dans et dans le quartier du parc du Roi Baudouin. Points en vert : concentrations comprises entre 0 et 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en jaune : concentrations comprises entre 2 et 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en orange : concentrations comprises entre 5 et 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en rouge : concentrations supérieures à 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.





Figure 26 : Contribution locale liée au trafic sur les concentrations totales de Black Carbon (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) mesurées dans le parc Roi Baudouin et dans le quartier de ce parc. Points en vert : contribution locale comprise entre 0 et 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en jaune : contribution locale comprise entre 2 et 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en orange : contribution locale comprise entre 5 et 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en rouge : contribution locale supérieure à 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Parc Elisabeth



Figure 27 : Concentrations totales de Black Carbon (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) mesurées dans le parc Elisabeth et dans le quartier de ce parc. Points en vert : concentrations comprises entre 0 et 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en jaune : concentrations comprises entre 2 et 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en orange : concentrations comprises entre 5 et 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en rouge : concentrations supérieures à 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.





Figure 28 : Contribution locale liée au trafic sur les concentrations totales de Black Carbon (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) mesurées dans le parc Elisabeth et dans le quartier de ce parc. Points en vert : contribution locale comprise entre 0 et 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en jaune : contribution locale comprise entre 2 et 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en orange : contribution locale comprise entre 5 et 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en rouge : contribution locale supérieure à 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Parc de la Porte de Hal





Figure 29 : Concentrations totales de Black Carbon (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) mesurées dans le parc de la Porte de Hal et dans le quartier de ce parc. Points en vert : concentrations comprises entre 0 et 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en jaune : concentrations comprises entre 2 et 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en orange : concentrations comprises entre 5 et 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en rouge : concentrations supérieures à 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.





Figure 30 : Contribution locale liée au trafic sur les concentrations totales de Black Carbon (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) mesurées dans le parc de la Porte de Hal et dans le quartier de ce parc. Points en vert : contribution locale comprise entre 0 et 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en jaune : contribution locale comprise entre 2 et 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en orange : contribution locale comprise entre 5 et 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Points en rouge : contribution locale supérieure à 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

