

RÉGION DE BRUXELLES-CAPITALE (BEB10A)

Problème technique sur la ligne d'échantillonnage de la station de mesure d'Ixelles (41R002) en 2018 : impact sur les concentrations de NO₂



FEVRIER 2020

Table des matières

1. Introduction	4
2. Analyse des données	5
2.1. Influence de la ligne d'échantillonnage	5
2.1.1. Inter-comparaison sans dévissage.....	5
2.1.2. Inter-comparaison avec dévissage.....	6
2.1.3. Conclusions	7
2.2. Période d'invalidation des mesures.....	7
2.2.1. Choix de la station de référence.....	7
2.2.2. Comparaison entre Ixelles et X_MEAN	8
3. Conclusions	11

1. Introduction

Le réseau de surveillance télémétrique de la qualité de l'air de la Région de Bruxelles-Capitale (RBC) est constitué de neuf stations de mesure (Figure 1).

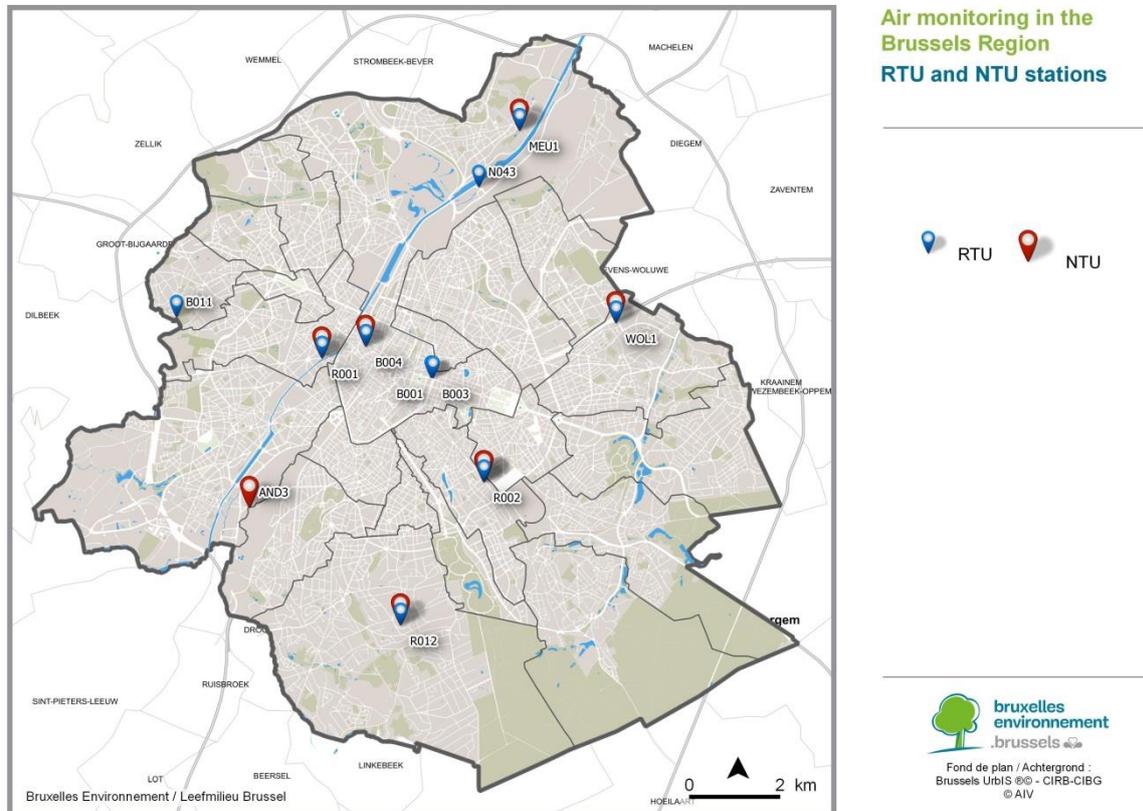


Figure 1 : Réseau de surveillance de la qualité de l'air en Région de Bruxelles-Capitale. Le réseau télémétrique (RTU) est indiqué en bleu et le réseau non-télémétrique (NTU) en rouge (juin 2019).

En novembre 2018, un problème technique a été constaté à la station 41R002 (Ixelles) : une connectique de la ligne d'échantillonnage, bien qu'étant toujours raccordée, était dévissée à l'intérieur du local de mesure.

Ceci compromet les conditions d'échantillonnage. En effet, d'après la directive européenne 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe, les exigences de micro-implantation du point de prélèvement n'étaient plus respectées. Suite à ce dévissage, l'air aspiré était alors un mélange d'air extérieur dilué dans une proportion inconnue avec de l'air intérieur - et plus uniquement de l'air extérieur.

Cette altération des conditions d'échantillonnage est susceptible d'influencer la mesure des concentrations en polluants et, par extension, leur moyenne annuelle. Suite au constat de ce problème, une analyse des données à cette station a été réalisée et détaillée dans les chapitres suivants.

2. Analyse des données

2.1. Influence de la ligne d'échantillonnage

Un test a été réalisé in situ en août et septembre 2019 en reproduisant le desserrage de la ligne d'échantillonnage afin d'évaluer l'impact potentiel d'une telle altération des conditions de mesure sur les concentrations de NO₂.

Un deuxième analyseur NO_x (appelé par la suite **analyseur test**, en opposition avec l'analyseur initial appelé **analyseur principal**) de la marque ThermoFisher 42i, étalonné au banc d'étalonnage de Bruxelles Environnement, a donc été installé en parallèle à l'analyseur principal (de même modèle) dans la station d'Ixelles. Tout comme pour l'analyseur principal, des calibrages ont eu lieu tous les 3 jours afin de garantir le maintien de l'appareil dans les conditions requises de bon fonctionnement.

Une ligne d'échantillonnage propre à l'analyseur test a été installée - l'objectif étant de conserver un analyseur de référence lorsque la ligne d'échantillonnage de l'analyseur principal serait desserrée.

Une inter-comparaison des séries de mesures a été faite pendant 1 mois :

- Du 30 juillet 2019 à 10:00 UTC au 21 août 2019 à 12:00 UTC sans dévissage des lignes d'échantillonnage ;
- Du 21 août 2019 à 13:00 UTC au 02 septembre 2019 à 09:00 UTC avec dévissage de la ligne d'échantillonnage (associée à l'analyseur principal) similaire à celui constaté en novembre 2018.

2.1.1. Inter-comparaison sans dévissage

Les coefficients de corrélation (*r*) entre les concentrations semi-horaires obtenues par les deux analyseurs sans dévissage de la ligne d'échantillonnage sont de 0.996 pour le NO, de 0.989 pour le NO₂ et de 0.996 pour le NO_x. Les deux analyseurs mesurent donc la même évolution des concentrations de polluants.

De plus, la reproductibilité entre les deux analyseurs telle qu'exprimée dans la norme NBN EN 15267-3 (2008) est de 3.80 µg/m³, bien que ceux-ci soient connectés à deux lignes d'échantillonnage séparées et que la période de comparaison soit inférieure à 3 mois. Cela signifie que 95% des différences de concentrations de NO₂ mesurées par les deux analyseurs seront inférieures ou égales à 3.80 µg/m³ pour une gamme de valeurs comprises entre 0.5 et 69 µg/m³.

L'analyse des écarts de concentrations entre les analyseurs pour le NO₂ (Figure 2) montre que les concentrations obtenues par l'analyseur principal ont tendance à être (en moyenne) sous-estimées d'environ 8% : la régression linéaire (en bleu) correspondant au cas sans dévissage de la ligne d'échantillonnage possède en effet un coefficient inférieur à 1 (voir équation ci-dessous).

$$\text{NO}_2^{\text{princ}} = 0.920 \text{NO}_2^{\text{test}} - 0.96 \quad (r = 0.989)$$

où NO₂^{princ} (respectivement NO₂^{test}) désigne l'estimation de la concentration en NO₂ par l'analyseur principal (respectivement l'analyseur test).

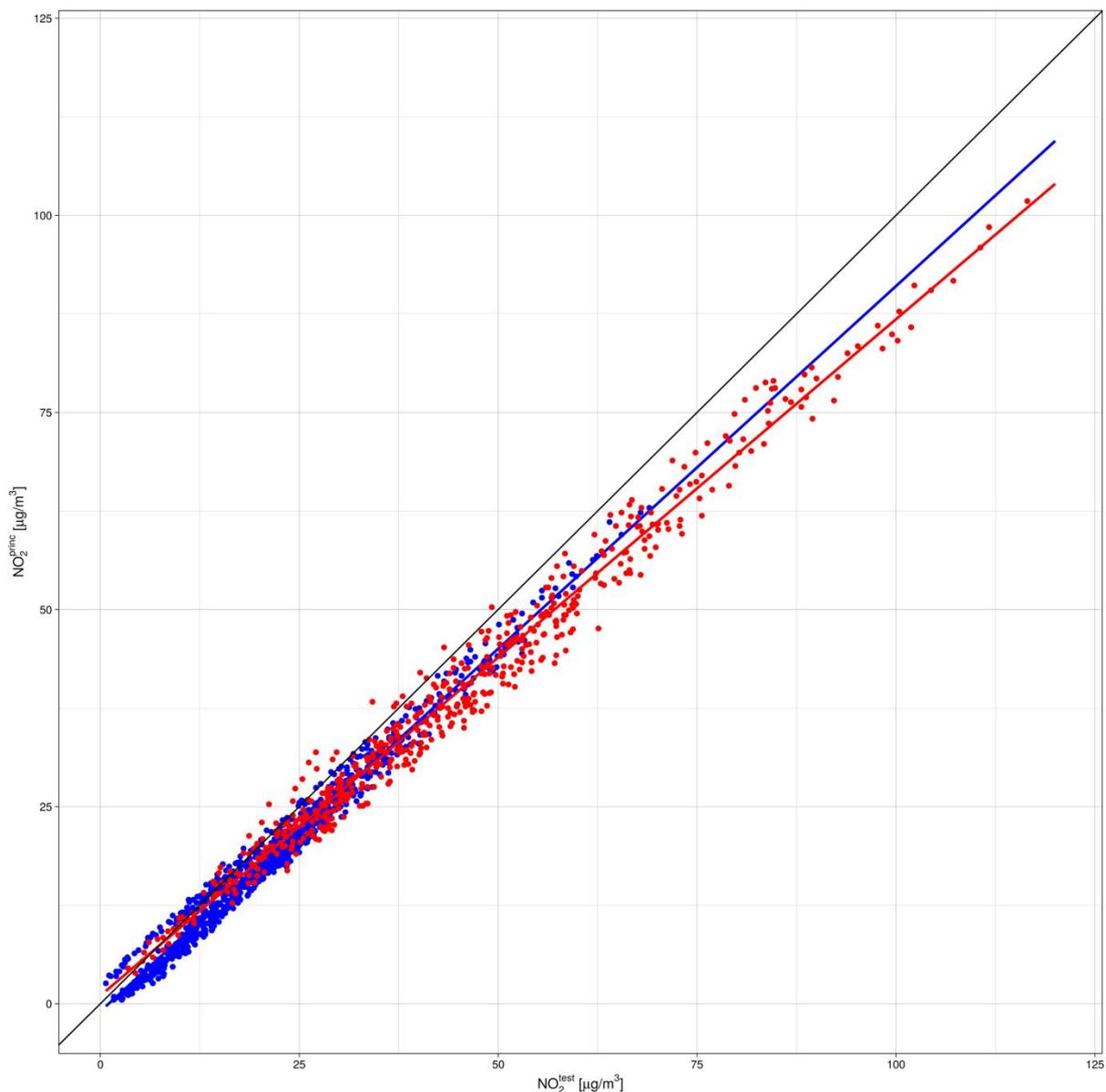


Figure 2 : Comparaison des mesures de NO₂ entre les analyseurs principal et test sans (en bleu) et avec (en rouge) dévissage de la ligne d'échantillonnage et leur régression linéaire respective. La droite y = x est en noir.

Cette différence pourrait résulter du fait que le prélèvement de l'air n'est pas effectué par une ligne d'échantillonnage commune aux deux analyseurs.

2.1.2. Inter-comparaison avec dévissage

La ligne d'échantillonnage de l'analyseur principal a ensuite été dévissée afin de reproduire des conditions d'échantillonnage similaires à celles constatées le 21 novembre 2018.

L'analyse des écarts de concentrations entre les analyseurs pour le NO₂ (Figure 2) montre que le dévissage de la ligne d'échantillonnage de l'analyseur principal résulte en une sous-estimation supplémentaire des concentrations par rapport à l'analyseur test (qui est considéré comme un analyseur de référence) : la pente de la régression linéaire (voir équation ci-dessous et courbe en rouge)

$$\widehat{NO}_2^{princ} = 0.858 NO_2^{test} + 1.03 \quad (r = 0.990)$$

est significativement¹ inférieure à celle correspondant à l'absence de dévissage (0.920), soit une sous-estimation totale de 14.2%.

2.1.3. Conclusions

Les deux régressions précédentes sont statistiquement différentes (tests d'hypothèse). En conséquence, cela permet de mettre en évidence l'effet du dévissage de la ligne d'échantillonnage de l'analyseur principal sur les mesures de concentrations en NO₂. Celui-ci peut être estimé en exprimant à partir des deux équations précédentes les concentrations de l'analyseur principal en l'absence de dévissage NO₂^{princ} en fonction des concentrations avec dévissage \widehat{NO}_2^{princ} , c'est-à-dire

$$NO_2^{princ} = 1.072 \widehat{NO}_2^{princ} - 2.07$$

soit une sous-estimation de 7.2% à cause du dévissage.

Du fait de cette sous-estimation avérée, les mesures de concentrations de NO₂ impactées par ce dévissage ont été invalidées.

2.2. Période d'invalidation des mesures

Le début de la période d'invalidation n'est a priori pas connu. Aucune intervention en station ne permet d'expliquer ce dévissage et donc de dater de manière univoque l'apparition de ce problème. Seule la fin de celle-ci est connue avec certitude et correspond au 21 novembre 2018, date à laquelle le problème technique a été constaté et résolu.

D'autre part, entre novembre 2017 et novembre 2018, des travaux de voiries conséquents sur le Boulevard Général Jacques avec fermeture à la circulation de celui-ci et déviations ont eu une influence significative sur les mesures faites à la station d'Ixelles. Ces travaux ont très probablement mené à un changement des habitudes de trajet des automobilistes. Cela a dû mené à une diminution des concentrations observées durant cette période qui se rajoute à l'effet du dévissage : les concentrations moyennes annuelles de NO₂ en 2018 et 2019 sont significativement plus basses que les années précédentes (voir Tableau 1).

Tableau 1 : Concentrations moyennes annuelles [µg/m³] de NO₂ entre 2014 et 2019 à la station d'Ixelles

	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Ixelles	47	45	48	49	39	33

2.2.1. Choix de la station de référence

Pour estimer la période d'invalidation des données, les séries temporelles des concentrations de NO₂ de la station d'Ixelles ont été comparées avec celles mesurées à une autre station, dite de référence.

De manière générale, les concentrations en polluants mesurées à un endroit donné ont une représentativité spatiale limitée (Directive 2008/50/CE) - en particulier dans un environnement urbain tel que celui de la station d'Ixelles, le « [...] *point de prélèvement [...] est représentatif de la qualité de l'air sur une portion de rue d'au moins 100 m de long* ». La représentativité spatiale est d'autant plus faible que la station est proche d'émetteurs de polluants (comme c'est le cas pour la station d'Ixelles qui est proche du trafic routier).

¹ Leurs intervalles de confiance à 95% sont disjoints.

Etant donné qu'aucune autre station en Belgique ne mesure des concentrations de NO₂ similaires à celles d'Ixelles pour l'année 2018, les comparaisons des concentrations s'effectueront avec celles de la station (de référence) virtuelle X_MEAN définie comme étant la moyenne (spatiale) de sept stations de mesure bruxelloises suivantes : Sainte-Catherine (41B004), Berchem-Sainte-Agathe (41B011), Neder-Over-Heembeek (41MEU1), Woluwe-Saint-Lambert (41WOL1), Haren (41N043), Molenbeek-Saint-Jean (41R001) et Uccle (41R012). Cette moyenne spatiale des concentrations décrit la variation globale à long terme observée sur le réseau de la RBC. Elle permet de limiter l'effet des événements locaux et des pertes de données sur les tendances des concentrations de NO₂.

2.2.2. Comparaison entre Ixelles et X_MEAN

Cette comparaison se base sur les moyennes journalières :

- des concentrations horaires
- des différences relatives (par rapport à Ixelles) des concentrations horaires

des stations d'Ixelles (41R002) et X_MEAN entre 2014 et 2019. Celles-ci sont illustrées à la Figure 3.

En observant les moyennes journalières des différences relatives horaires, une anomalie de comportement est observée entre Ixelles et la moyenne spatiale X_MEAN dans le courant de 2018. Une diminution importante des différences relatives (période délimitée par des lignes verticales en pointillés sur le graphe en vert de la Figure 3) est observée au début du mois d'août 2018 et son amplitude est anormalement supérieure à partir de cette date jusqu'au 21 novembre 2018, moment où le problème technique a été constaté (voir Figure 4 où seule l'année 2018 a été considérée).

Ce changement drastique de comportement entre Ixelles et X_MEAN peut probablement être attribué au dévissage de la ligne d'échantillonnage. D'autre part, à partir de 2019, une amélioration des concentrations de NO₂ est observée pour la station d'Ixelles et de manière plus générale pour l'ensemble du réseau : les moyennes glissantes des concentrations de NO₂ pour Ixelles et X_MEAN (lignes rouge et bleue) chutent de manière significative.

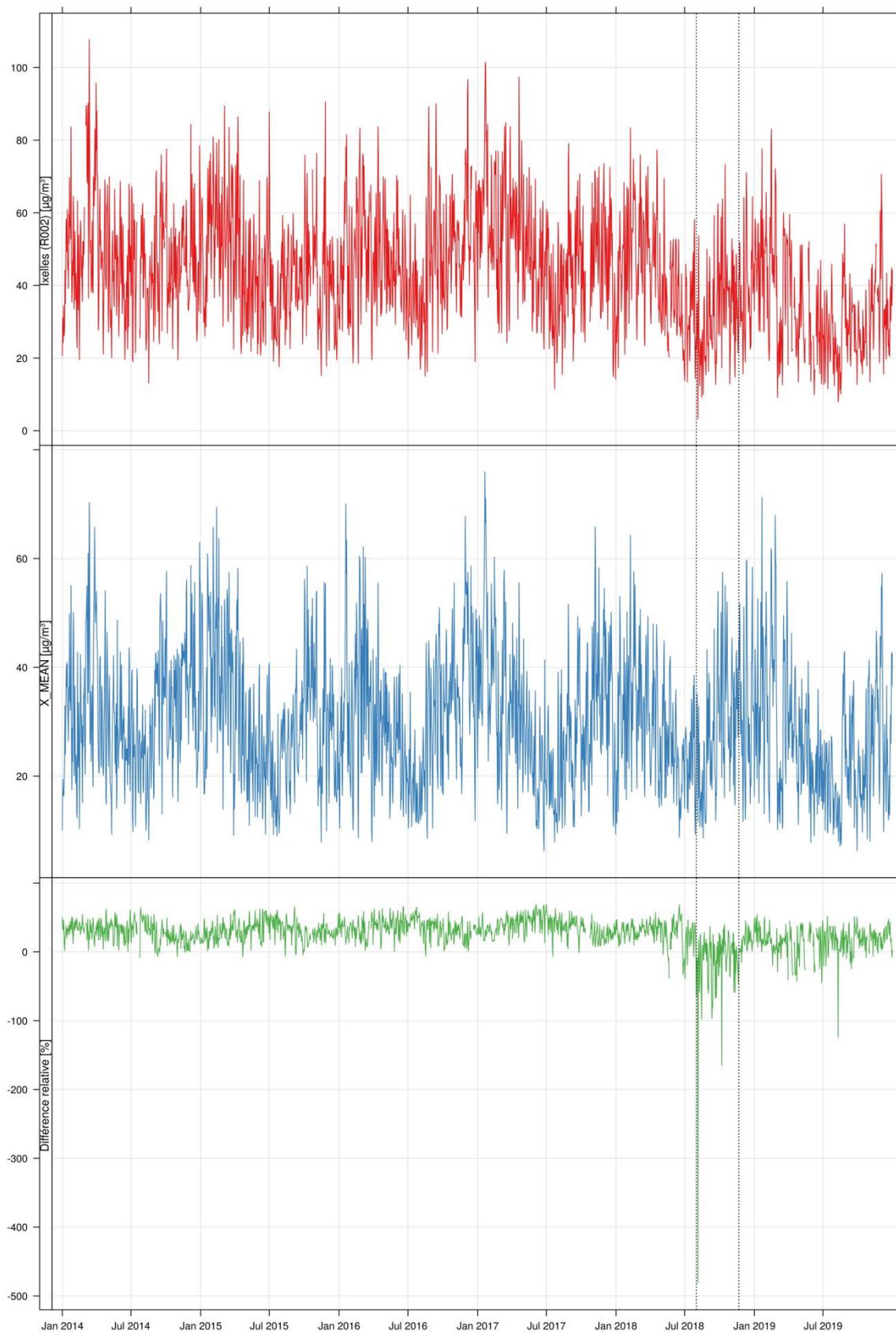


Figure 3 : Moyennes journalières des concentrations horaires de NO₂ des stations Ixelles (en rouge) et X_MEAN (en bleu) et des différences relatives (par rapport à Ixelles) de celles-ci (en vert) entre 2014 et 2019. Les pointillés verticaux indiquent la période pendant laquelle les données sont invalidées (entre le 1^{er} août et le 21 novembre 2018).

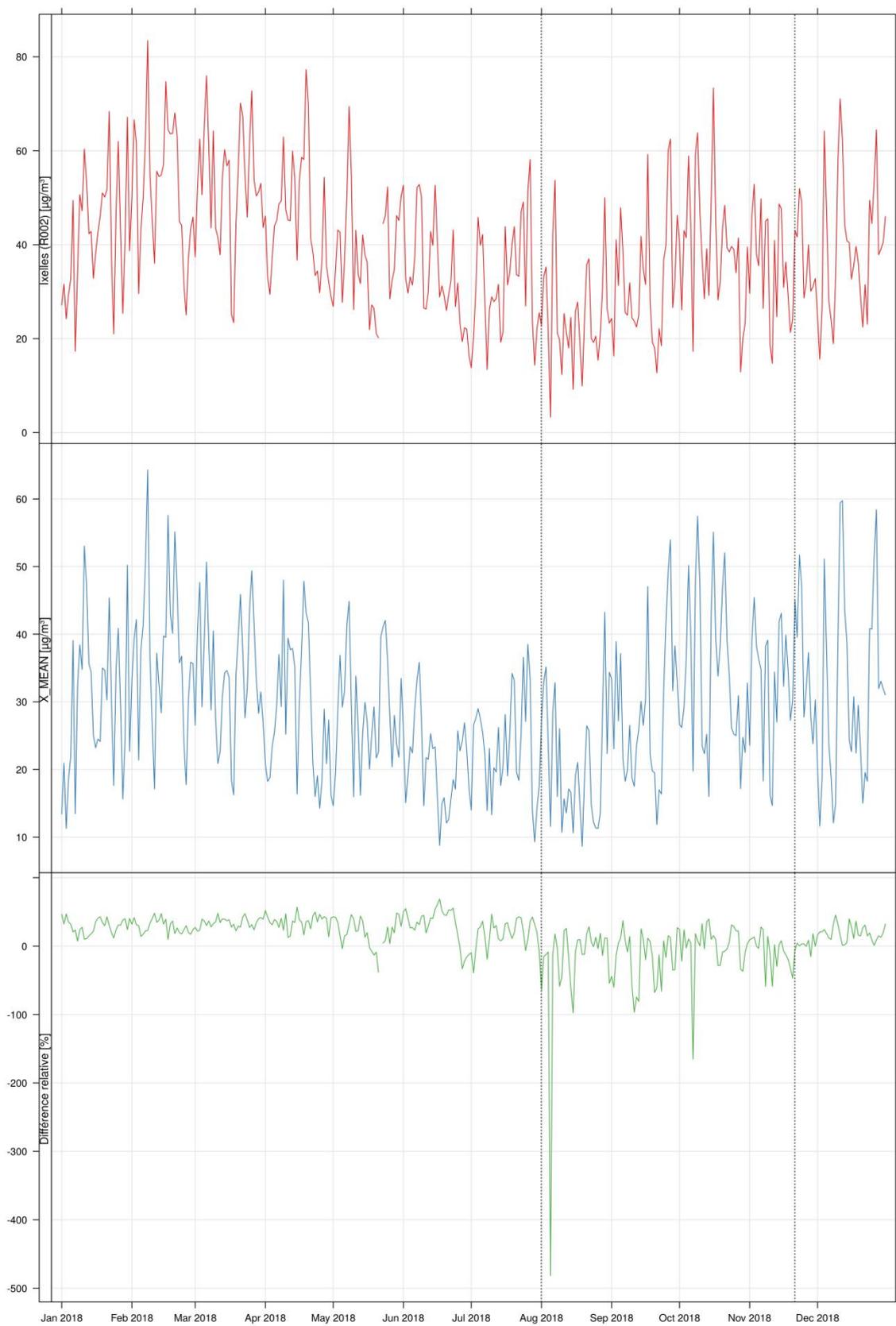


Figure 4 (zoom de la Figure 3): Moyennes journalières des concentrations horaires de NO₂ des stations Ixelles et X_MEAN et des différences relatives (par rapport à Ixelles) de celles-ci pour 2018. Les pointillés verticaux indiquent la période pendant laquelle les données sont invalidées (entre le 1^{er} août et le 21 novembre 2018).

D'après l'analyse précédente et pour garantir la fiabilité des concentrations de NO₂ mesurées en assurant le principe de précaution, la période d'invalidation des mesures a été considérée du 1^{er} août au 21 novembre 2018.

3. Conclusions

Un problème technique sur la ligne d'échantillonnage a été constaté le 21 novembre 2018. Une longue période de sous-estimation des mesures de concentrations en NO₂ a été mise en évidence en 2018 à la station d'Ixelles (41R002).

Afin d'analyser l'impact de ce problème sur les mesures, une expérience in-situ a été réalisée avec un deuxième instrument raccordé à une deuxième ligne d'échantillonnage indépendante de la première, sur une période d'un mois en 2019. Il en résulte que, sur cette période, le dévissage de la ligne d'échantillonnage conduit à une sous-estimation en moyenne de 7.2% des mesures de concentrations en NO₂.

Une comparaison des moyennes journalières des différences relatives entre les mesures d'Ixelles et une station virtuelle moyenne sur la Région de Bruxelles-Capitale a permis d'identifier la période la plus probable impactée par ce problème, à savoir du 1^{er} août 2018 (estimation par comparaison des données) au 21 novembre 2018 (date de constatation et de résolution du problème).

En conséquence, les mesures de concentrations de NO₂ pour la station d'Ixelles ont été invalidées durant cette période. En tenant compte de cette invalidation, la moyenne annuelle des concentrations en NO₂ estimée à partir des données validées est de 41.9 µg/m³ à la station d'Ixelles pour 2018. Le rendement d'acquisition après l'invalidation des données pendant cette période est de 67.5%. Ce rendement est insuffisant, la directive européenne 2008/50/CE exigeant un rendement minimum annuel de 85% pour le dioxyde d'azote. La moyenne annuelle des concentrations en NO₂ obtenue n'est donc pas suffisamment représentative pour l'année 2018, ce qui explique qu'elle ne peut être rapportée pour la station d'Ixelles en 2018.



Ed. Resp. : Bruxelles Environnement, Laboratoire Qualité de l’Air, Gulledelle 100, 1200 Bruxelles