



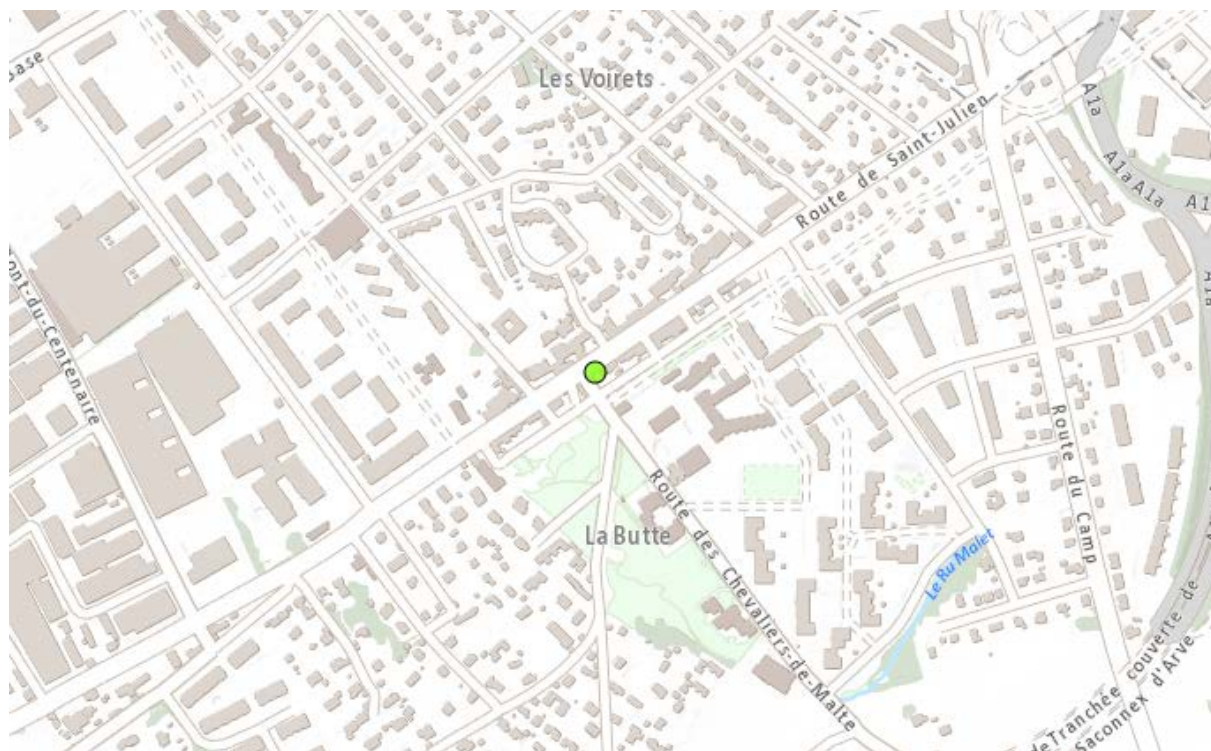
REPUBLIQUE ET CANTON DE GENEVE

Département du territoire

Service de l'air, du bruit et des rayonnements non ionisants

Campagne de mesure de la qualité de l'air

Evaluation de l'impact local du trafic des axes routiers – Plan-les-Ouates (mai 2022- avril 2023)



Janvier 2024

Table des matières

1	But des mesures.....	3
2	Moyens engagés / polluants mesurés.....	3
3	Période de mesure	4
4	Emplacement	4
5	Conditions météorologiques	5
6	Comptage du trafic	5
7	Analyse des résultats.....	6
7.1	<i>Moyennes annuelles et respect des valeurs limites d'immission (VLI)</i>	<i>6</i>
7.2	<i>Comparaisons des mesures de la station mobile avec celles des stations fixes</i>	<i>6</i>
7.2.1	<i>Dioxyde d'azote (NO₂)</i>	<i>6</i>
7.2.2	<i>Particules fines (PM₁₀, PM_{2.5})</i>	<i>9</i>
7.2.3	<i>Ozone (O₃).....</i>	<i>13</i>
8	Conclusion.....	16

1 But des mesures

En complément du suivi quotidien de la qualité de l'air effectué au moyen des stations fixes et afin d'améliorer en permanence les connaissances, notamment sur la dispersion locale des polluants et leurs impacts pour notre canton, l'Etat de Genève effectue des campagnes de mesure ponctuelles au moyen de stations mobiles. Ces campagnes de mesure sont réalisées avec la collaboration et le support des communes notamment.

L'objectif de la campagne de mesure déployée à la route de Saint-Julien durant 12 mois est de documenter la qualité de l'air sur un site à proximité directe avec un axe routier à fort trafic. Ces données peuvent ainsi contribuer à accroître la précision des représentations territoriales de la pollution de l'air pour notre canton. Il s'agit de la 3^{ème} campagne de mesure récente poursuivant cet objectif, après l'avenue d'Aire (2021) et la route du Val d'Arve (2021-2022).

2 Moyens engagés / polluants mesurés

Les mesures ont été effectuées au moyen d'une station mobile équipée d'analyseurs de polluants atmosphériques. Celle-ci a été conçue et est exploitée selon les recommandations techniques édictées par la Confédération afin de garantir la qualité des mesures.

Les concentrations semi-horaires des polluants suivants sont ainsi mesurées 24h / 7j :

- Dioxyde d'azote (NO_2) par chimiluminescence.
- Particules fines (PM_{10}) par méthode gravimétrique.
- Particules fines (PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$) par méthode optique.
- Ozone (O_3) par absorption UV.

Certains paramètres météorologiques, comme la force et la direction du vent, sont aussi mesurés, dans le but d'aider à l'objectivation des mesures de polluants.



Figure 1. Schéma en transparence d'une station mobile.

3 Période de mesure

La campagne de mesure a eu lieu pendant 12 mois, du 01 mai 2022 au 30 avril 2023.

4 Emplacement

Pour répondre aux besoins de cette campagne, les mesures ont été effectuées à un endroit très exposé à la circulation routière.

La figure 2 ci-dessous montre les localisations de la station de mesure mobile (en vert), placée à proximité directe de la route de Saint-Julien et d'un capteur passif mesurant le NO₂ (en bleu), placé en retrait de la route pour avoir un point de comparaison en situation de fond.

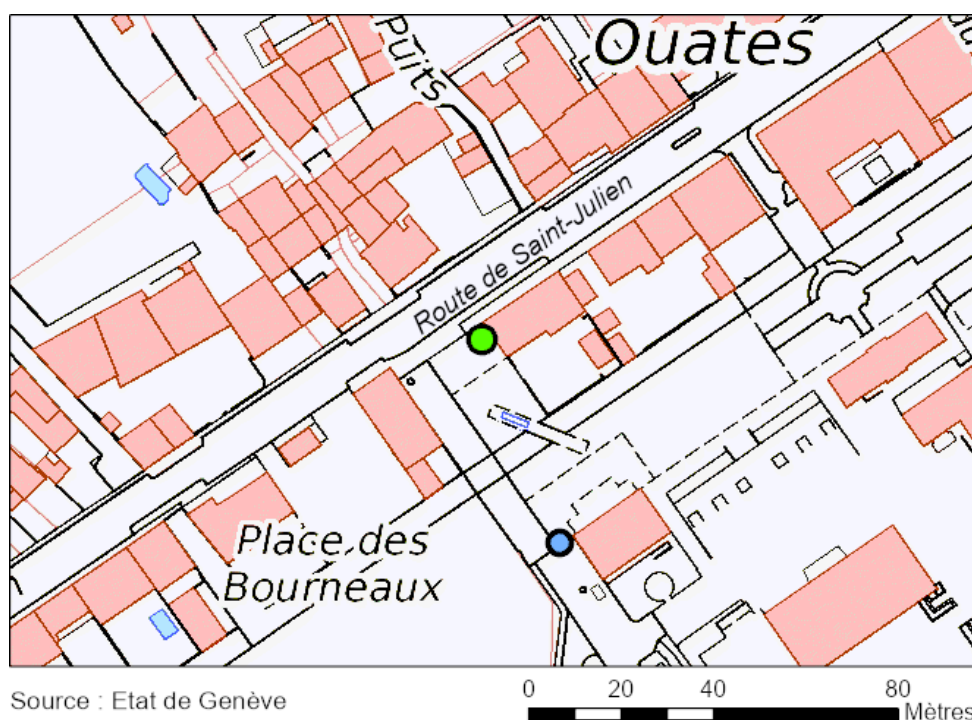


Figure 2. Localisation des emplacements



Figure 3. Photo in situ de la station mobile

En accord avec la nouvelle classification issue des "*recommandations pour le mesurage des immissions de polluants atmosphériques*" de l'office fédéral de l'environnement (OFEV)¹, le positionnement choisi pour cette campagne provisoire classe cette station dans la catégorie : banlieue avec trafic moyen.

A titre de comparaison, les stations fixes du *réseau d'observation de la pollution atmosphérique à Genève* (ROPAG) sont classées comme suit :

- Necker : urbaine en pollution de fond.
- Foron : banlieue avec trafic faible.
- Meyrin : banlieue en pollution de fond.
- Passeiry : rurale en pollution de fond.

5 Conditions météorologiques

Les concentrations en polluants dans l'air ambiant sont fortement liées à certains paramètres météorologiques (dont le vent, l'ensoleillement, les précipitations). Ainsi, il est important de prendre en compte les conditions météorologiques sur la période d'intérêt afin d'objectiver les mesures de la pollution atmosphérique.

La période estivale, de mai à août 2022 a été particulièrement chaude et ensoleillée. Octobre à décembre 2022 a été marquée par un automne assez ensoleillé et doux. Dès la mi-janvier 2023, l'hiver puis le printemps sont demeurés proches de la tendance saisonnière avec néanmoins des températures parfois très douces pendant le mois de mars. Courant février et début mars 2023 d'importantes inversions de température ont été observées.

6 Comptage du trafic

Le plan de charge du trafic routier (MMT 2019², figure 4 ci-après) fait état d'un *trafic journalier ouvrable moyen* (TJOM) d'environ 14'000 véhicules sur l'axe principal.

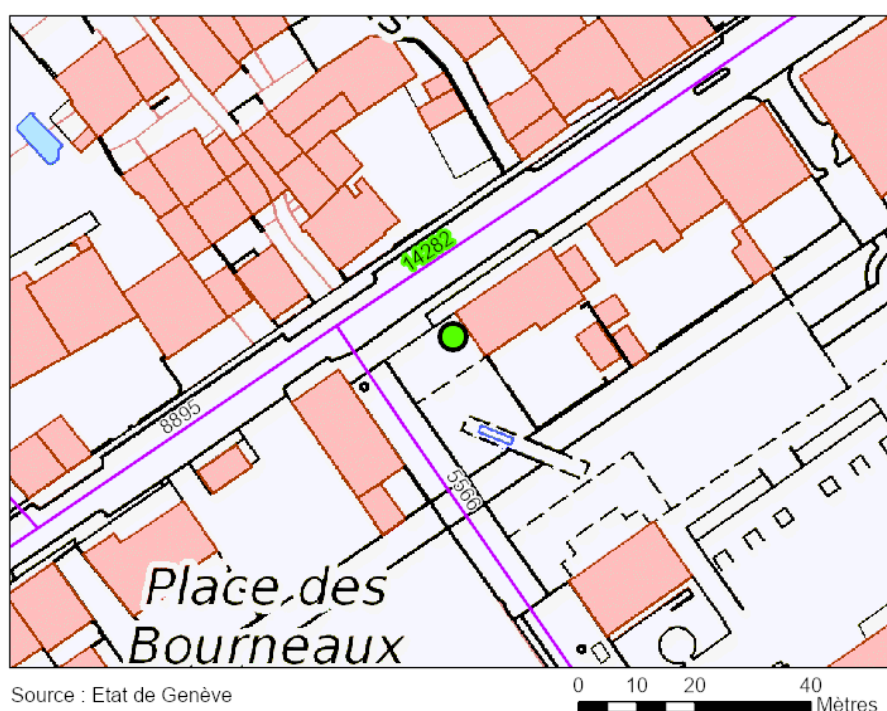


Figure 4. Plan de charge du trafic routier 2019 – valeurs TJOM (source : SITG)

¹ Immissions de polluants atmosphériques (OFEV, 2021)
<https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/air/publications-etudes/publications/immissions-de-polluants-atmospheriques.html>

² Modèle Multimodal Transfrontalier (2019), Office cantonal des transports, Etat de Genève

7 Analyse des résultats

7.1 Moyennes annuelles et respect des valeurs limites d'immission (VLI)

Parmi les quatre polluants – NO₂, PM₁₀, PM_{2.5} et O₃ – devant faire l'objet d'une surveillance par les autorités au sens de l'annexe 7 de l'OPair, trois ont une VLI annuelle (NO₂, PM₁₀ et PM_{2.5}). Ces VLI sont respectivement de 30 µg/m³ pour le NO₂, de 20 µg/m³ pour les PM₁₀ et de 10 µg/m³ pour les PM_{2.5}.

Les moyennes annuelles en NO₂, PM₁₀ et PM_{2.5} à la station mobile de Plan-les-Ouates ont été calculées sur la période allant du 1^{er} mai 2022 au 30 avril 2023. On obtient :

- NO₂ : 21.9 µg/m³
- PM₁₀ : 14.9 µg/m³
- PM_{2.5} : 9.4 µg/m³

Ainsi, les valeurs mesurées respectent les VLI annuelles.

7.2 Comparaisons des mesures de la station mobile avec celles des stations fixes

Pour mettre en perspective les données récoltées, les mesures effectuées à la station mobile localisée à la route de Saint-Julien (couleur pourpre) sont comparées avec celles effectuées aux autres stations fixes du ROPAG. La barre noire horizontale représente la VLI de l'ordonnance sur la protection de l'air (OPair) relative au polluant mesuré (les VLI des différents polluants surveillés se trouvent à l'annexe 7 de l'OPair).

7.2.1 Dioxyde d'azote (NO₂)

Les oxydes d'azote et plus particulièrement les NO_x, somme du monoxyde d'azote (NO) et du dioxyde d'azote (NO₂), sont issus principalement des processus de combustion. Le trafic routier est la plus grande source de NO, composé qui se transforme rapidement en NO₂. Le NO est avant tout un indicateur de la proximité du trafic routier. De plus, dans les concentrations relevées dans l'atmosphère genevoise, c'est un gaz non nocif pour la santé qui ne fait pas l'objet de limites légales, contrairement au NO₂ qui est un gaz toxique et dont les concentrations sont régies par la loi. Par ailleurs, en combinaison avec les composés organiques volatils et sous l'action du rayonnement solaire, les NO_x interviennent également dans la formation de l'O₃ troposphérique.

Indicateur de proximité routière : Ratio [NO] / [NO₂]

La proportion entre le NO et le NO₂ dans l'air ambiant dépend notamment d'équilibres chimiques entre les substances NO, NO₂, O₂ (oxygène) et O₃ (ozone). Un ratio des concentrations [NO] / [NO₂] élevé traduit la proximité d'un trafic significatif car du NO est directement produit par la combustion des moteurs thermiques. A relever que cet indicateur a globalement diminué au cours des années en conséquence de l'évolution du parc automobile qui a bénéficié d'améliorations technologiques.

Le ratio [NO] / [NO₂] a été calculé pour le site de Plan-les-Ouates ainsi que pour les stations fixes. Un ratio de 0.5 pour la station mobile confirme l'influence significative du trafic routier. Celui-ci est plus grand que pour les stations fixes, qui mesurent la pollution de fond, avec des valeurs allant de 0.3 (Necker) à 0.2 (Passeiry).

Moyennes journalières

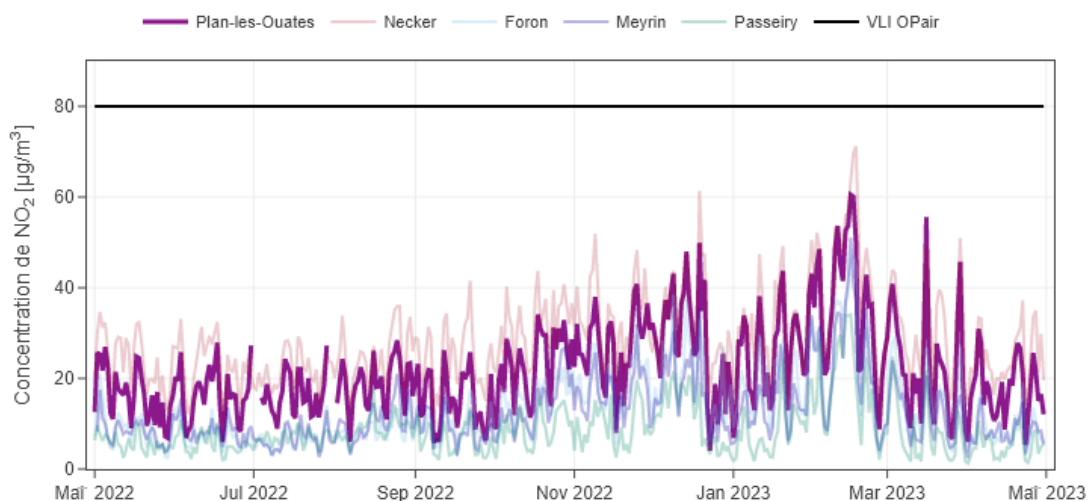


Figure 5. Évolution de la moyenne journalière en NO₂

Les concentrations de NO₂ sont proches de celles mesurées dans la station urbaine de Necker. Aucun dépassement de la VLI journalière n'a été enregistré durant la période de mesure.

Moyennes sur des périodes données

	Plan-les-Ouates	Plan-les-Ouates (fond) ³	Necker	Meyrin	Foron	Passeiry
	NO ₂	NO ₂	NO ₂	NO ₂	NO ₂	NO ₂
Période complète	21.9	19.0	28.6	12.3	13.3	8.6
Jours de la semaine (de lundi à vendredi)	24.3		30.6	13.5	14.6	9.1
Weekend (samedi- dimanche)	15.9		23.6	9.4	10.1	7.2
Différence semaine-weekend	+8.4		+7.0	+4.1	+4.5	+1.9

Tableau 1. Comparaison de moyennes (lundi-vendredi, weekend, période complète) de NO₂ (en µg/m³) du 01.05.2022 au 30.04.2023

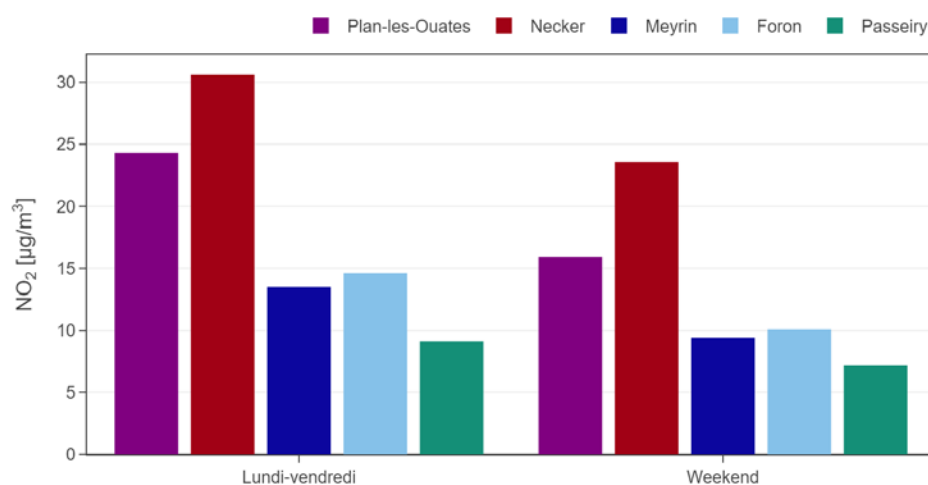


Figure 6. Comparaison de moyennes (lundi-vendredi, weekend) pour le NO₂ (en µg/m³)

³ Situation de fond mesurée par capteur passif à 50 mètres de l'axe routier

Les valeurs de NO₂ mesurées à la route de Saint-Julien sont supérieures à celles mesurées dans les stations fixes des milieux suburbain et rural, mais significativement plus faibles qu'à la station urbaine de Necker. On constate que la baisse des concentrations de ce polluant le weekend est plus importante à la route de Saint-Julien que dans les autres stations, avec une différence de 8.4 µg/m³. Ceci est certainement dû à une partie non négligeable de trafic pendulaire présent sur cet axe.

Une mesure du NO₂ par capteur passif a été effectuée à une distance de 50 m de la route, afin d'obtenir une concentration de la pollution de fond dans ce secteur. A noter qu'il s'agit d'une mesure longue durée qui permet d'avoir une comparaison sur la période entière. Ainsi, une moyenne de 19 µg/m³ a été mesurée à cet emplacement, soit près de 15 % de moins qu'à la station de mesure mobile. Cela confirme que la proximité au trafic routier à cet endroit a un impact modéré sur les concentrations de NO₂ à long terme.

Journées moyennes

Les graphiques ci-dessous montrent l'évolution des concentrations pendant une journée moyenne (moyenne, heure par heure, de tous les profils journaliers sur la période considérée).

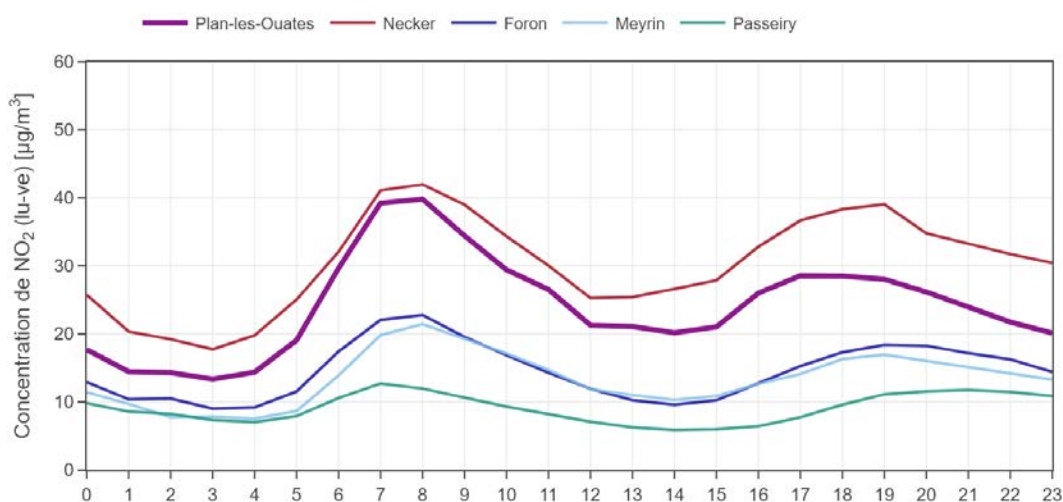


Figure 7. Concentrations horaires en NO₂ pendant une journée moyenne de la semaine (lundi-vendredi)

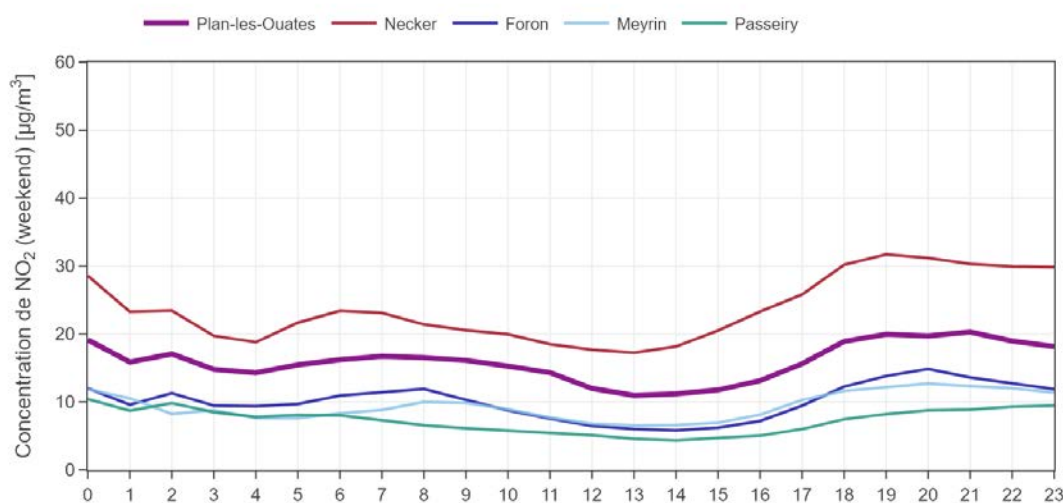


Figure 8. Concentrations horaires en NO₂ pendant une journée moyenne du weekend

D'une manière générale, on constate que la concentration en NO₂ est systématiquement inférieure à Plan-les-Ouates qu'à Necker, mais reste supérieure aux autres emplacements des stations fixes suburbaines et rurale.

Les jours de semaine (lundi-vendredi), les concentrations de NO₂ montrent un pic matinal particulièrement notable vers 6-9h. Il est aussi observé au même moment dans les autres stations. Une autre augmentation, mais plus diffuse, est visible en fin d'après-midi. Ces variations ont probablement pour cause la nature pendulaire du trafic à cet endroit.

Le weekend, le pic matinal disparaît presque complètement à Plan-les-Ouates, comme dans les autres stations.

7.2.2 Particules fines (PM₁₀, PM_{2.5})

Les particules fines sont des particules en suspension dans l'atmosphère terrestre. Celles-ci peuvent être classées selon leur diamètre : les PM₁₀ regroupent les particules ayant un diamètre inférieur à 10 µm et les PM_{2.5} celles ayant un diamètre inférieur à 2.5 µm. Ces poussières sont par exemple émises dans l'atmosphère par le biais de procédés industriels ou de combustion et d'abrasion (notamment le trafic routier), mais aussi de processus naturels ou liés à l'agriculture.

Moyennes journalières

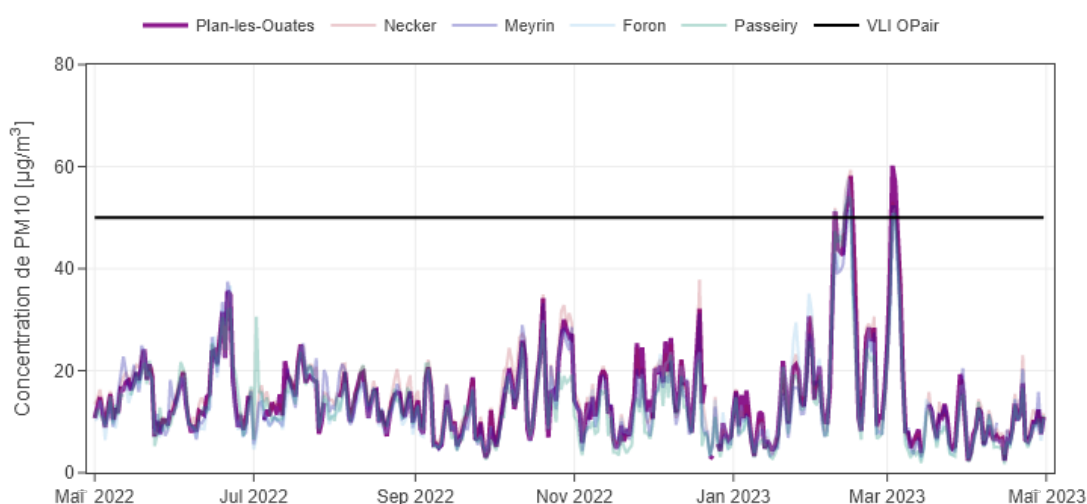


Figure 9. Évolution de la moyenne journalière en PM₁₀

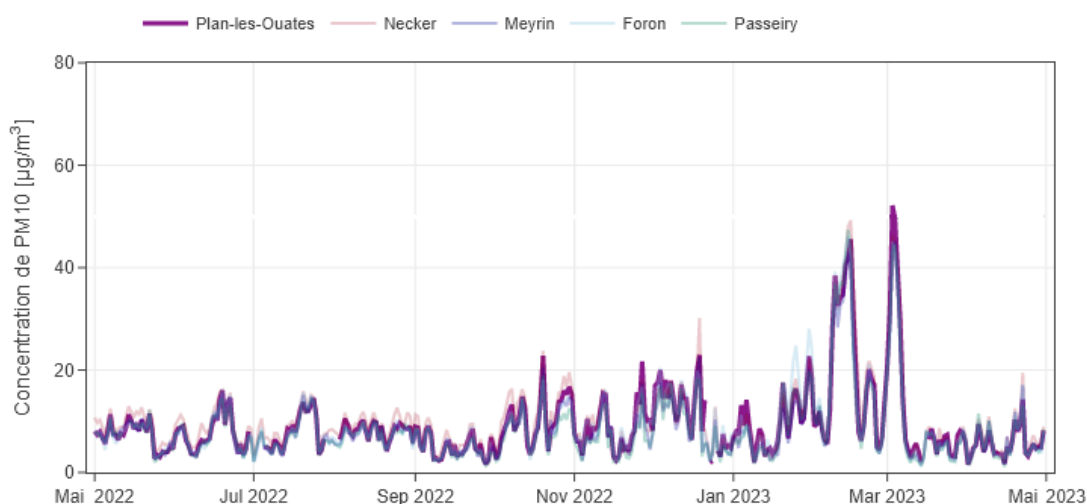


Figure 10. Évolution de la moyenne journalière en PM_{2.5}

Les valeurs de PM10 et de PM2.5 mesurées aux stations fixes réparties sur le canton sont homogènes et le site de Plan-les-Ouates s'inscrit dans cette même ligne.

En février et début mars, des moyennes journalières de PM10 supérieures à la VLI journalière de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ont été mesurées à Genève, dans toutes les stations à six occasions, lors d'épisodes météorologiques d'inversion de température, périodes propices à l'accumulation de polluants. Ces écarts ont aussi été notés à Plan-les-Ouates.

Moyennes sur des périodes données

	Plan-les-Ouates		Necker		Meyrin		Foron		Passeiry	
	PM2.5	PM10	PM2.5	PM10	PM2.5	PM10	PM2.5	PM10	PM2.5	PM10
Période complète	9.4	14.9	10.2	15.7	8.6	14.2	9.3	14.2	8.4	13.3
Jours de la semaine (de lundi à vendredi)	9.4	15.6	10.3	16.3	8.6	14.9	9.3	14.6	8.3	13.6
Weekend (samedi- dimanche)	9.3	13.4	10.1	14.3	8.6	12.6	9.4	13.2	8.4	12.5
Différence semaine-weekend	+0.1	+2.2	+0.2	+2.0	-	+2.3	-0.1	+1.4	-0.1	+1.1

Tableau 2. Comparaison de moyennes (lundi-vendredi, weekend, période complète) pour les PM10 et PM2.5 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) du 01.05.2022 au 30.04.2023

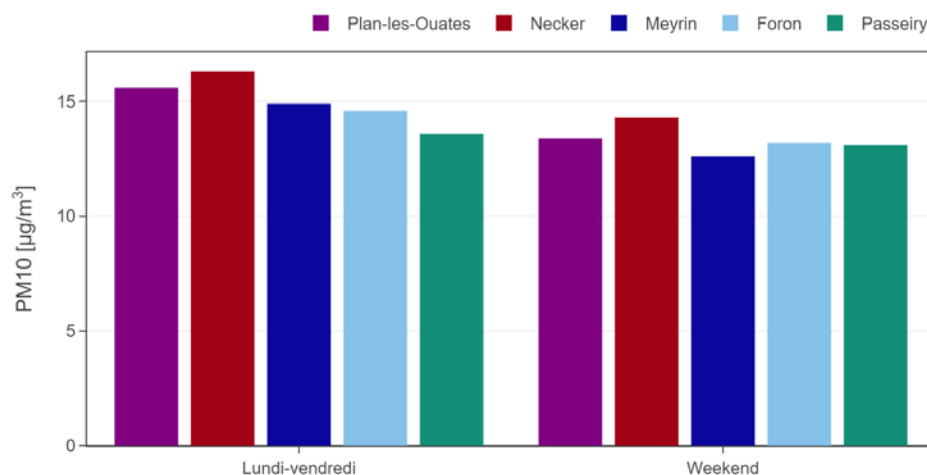


Figure 11. Comparaison de moyennes (lundi-vendredi, weekend) pour les PM10 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

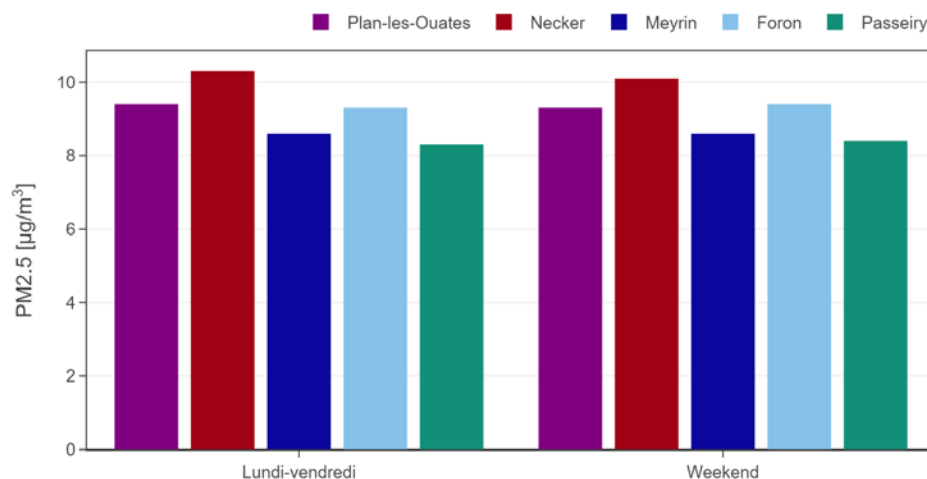


Figure 12. Comparaison de moyennes (lundi-vendredi, weekend) pour les PM2.5 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Les différentes moyennes de PM10 et PM2.5 mesurées à la station mobile sont similaires aux moyennes enregistrées dans les stations suburbaines de Meyrin et Foron.

Journées moyennes

Les graphiques ci-dessous montrent l'évolution des concentrations pendant une journée moyenne⁴ (moyenne, heure par heure, de tous les profils journaliers sur la période considérée).

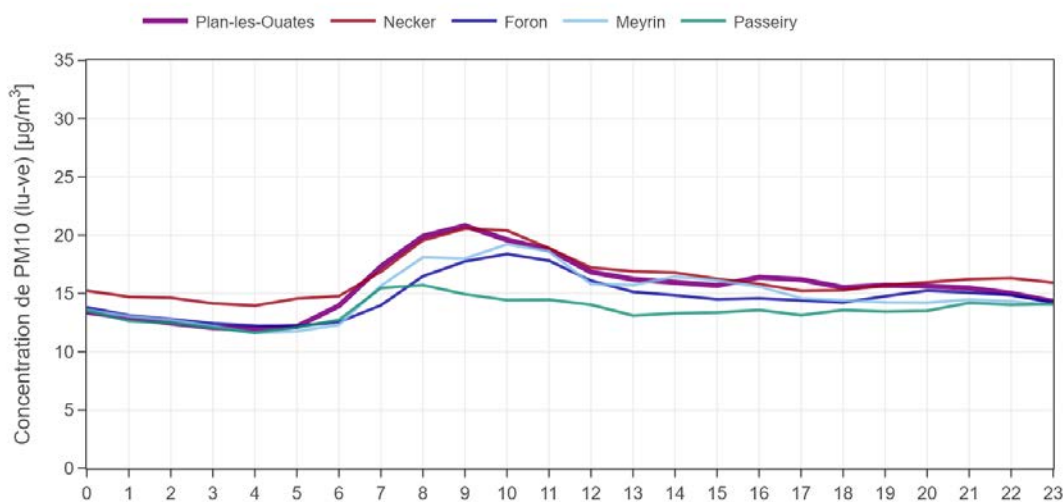


Figure 13. Concentrations horaires en PM10 pendant une journée moyenne de la semaine (lundi-vendredi)

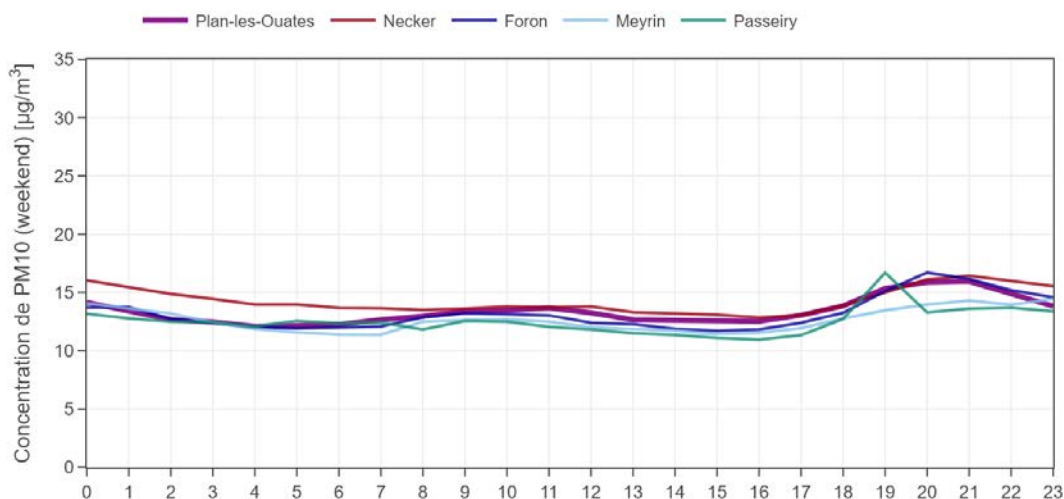


Figure 14. Concentrations horaires en PM10 pendant une journée moyenne du weekend

⁴ Un pic important de particules grossières (affectant uniquement les PM10) durant une heure un samedi et lié à de l'activité agricole à proximité de la station de Passeiry n'a pas été pris en compte pour réaliser le graphique de la figure 14. Il s'agissait d'une situation exceptionnelle et qui n'est pas représentative

Les concentrations en PM10 montrent une augmentation le matin entre 6h et 12h et, en général, une variation modérée d'une amplitude de moins de 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ entre les différentes stations de mesure au cours de la journée.

Le weekend, on observe une faible variation de la concentration durant la journée. Cette différence est certainement imputable à la diminution notable du trafic routier, y compris pendulaire.

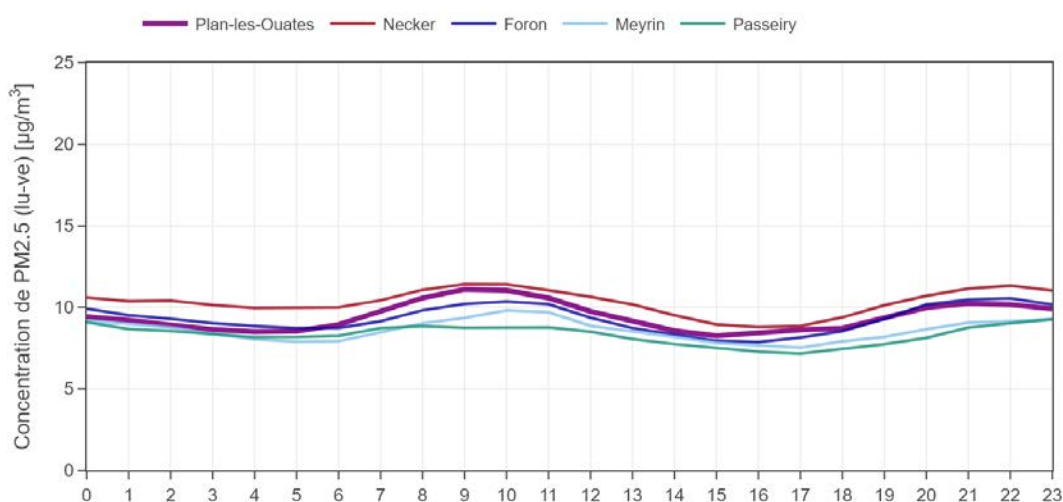


Figure 15. Concentrations horaires en PM2.5 pendant une journée moyenne de la semaine (lundi-vendredi)

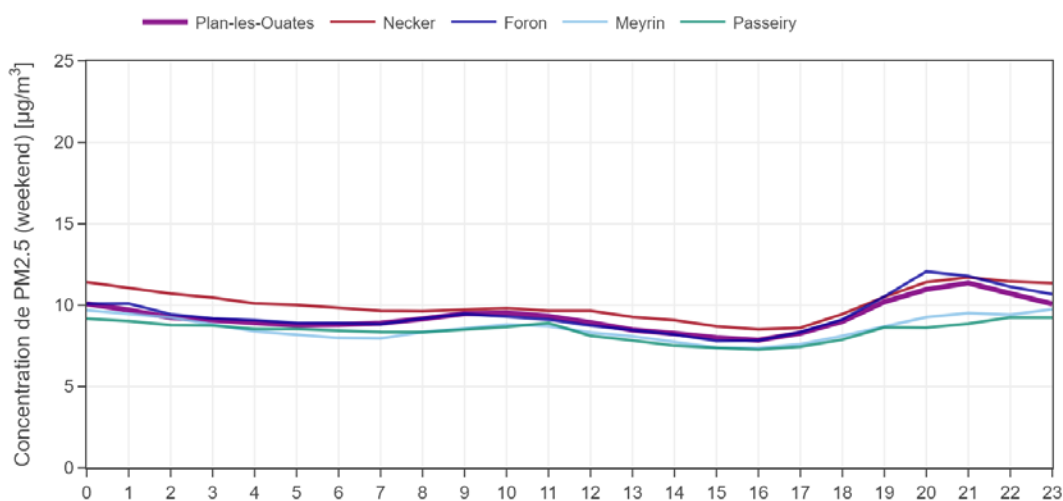


Figure 16. Concentrations horaires en PM2.5 pendant une journée moyenne du weekend

Les concentrations de PM2.5 sont très proches de celles des stations suburbaines, en particulier celle de Foron. La différence entre les moyennes calculées pour les jours de semaine et pour le weekend est nettement moins visible pour ce polluant.

7.2.3 Ozone (O₃)

L'O₃ est un polluant d'origine principalement secondaire car il n'est, en général, pas directement émis dans l'atmosphère. Il se forme notamment à partir d'autres polluants précurseurs tels que les NO_x et les composés organiques volatiles (COV), sous l'effet conjoint du rayonnement solaire et des températures élevées.

Moyennes horaires maximales journalières

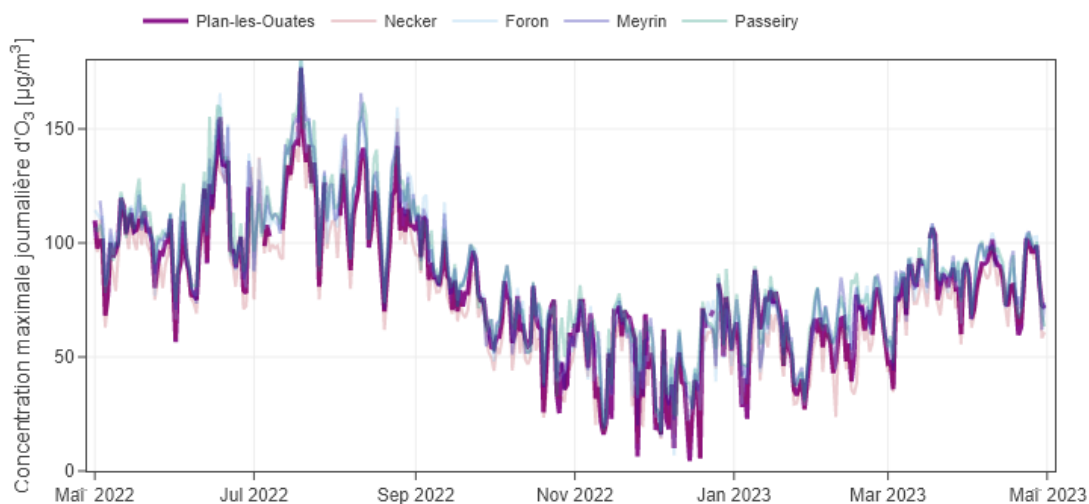


Figure 17. Évolution de la concentration horaire maximale journalière en O₃

Les valeurs horaires maximales journalières d'O₃ mesurées à la station mobile de Plan-les-Ouates connaissent des fluctuations proches de celles des stations fixes.

Moyennes sur des périodes données

	Plan-les-Ouates	Necker	Meyrin	Foron	Passeiry
Période complète	48.7	47.1	56.2	54.6	56.7
Jours de la semaine (de lundi à vendredi)	48.0	46.3	55.8	54.1	56.7
Weekend (samedi- dimanche)	50.5	49.2	57.1	55.7	56.6
Différence semaine-weekend	-2.5	-2.9	-1.3	-1.6	+0.1

Tableau 3. Comparaison de moyennes (lundi-vendredi, weekend, période complète) d'O₃ (en µg/m³) du 01.05.2022 au 30.04.2023

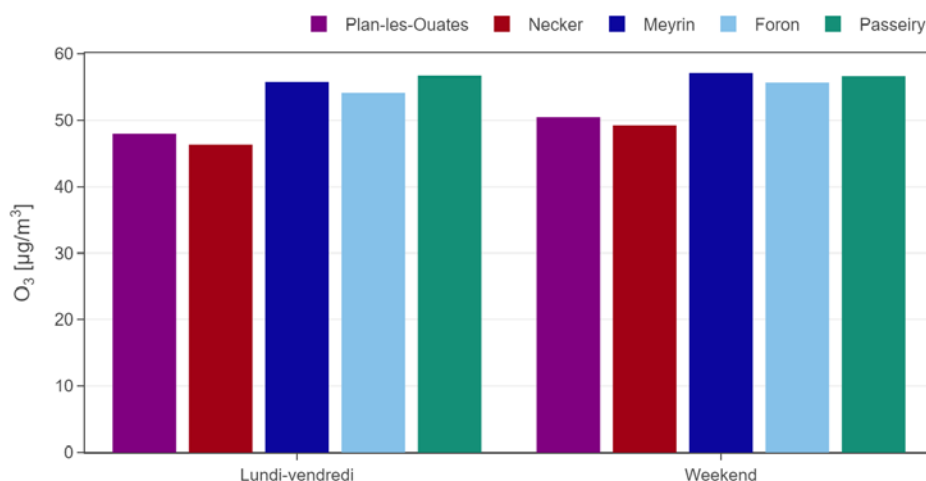


Figure 18. Comparaison de moyennes (lundi-vendredi, weekend) pour l'O₃ (en µg/m³)

Les concentrations moyennes mesurées à Plan-les-Ouates sont similaires à celles relevées à Necker et plus faibles que dans les autres stations.

Les concentrations en O₃ sont dans l'ensemble plus élevées durant le weekend, en raison de la baisse de la circulation automobile et d'autres activités anthropiques. La différence entre les jours de la semaine et le weekend est plus accentuée aux stations urbaines de Plan-les-Ouates et de Necker : durant le weekend, caractérisé par une circulation routière réduite, les émissions de NO_x provenant du trafic routier diminuent ce qui favorise une augmentation d'O₃.

Journée moyenne

Le graphique ci-dessous montre l'évolution des concentrations pendant une journée moyenne (moyenne, heure par heure, de tous les profils journaliers sur la période considérée).

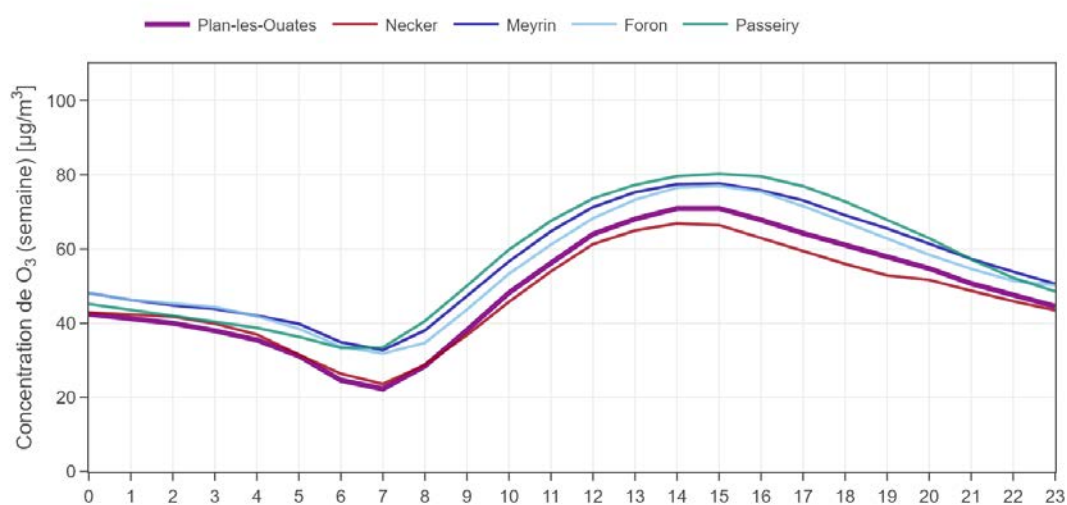


Figure 19. Concentrations horaires en O₃ pendant une journée moyenne de la semaine (tous les jours)

L'évolution de la concentration moyenne journalière à la station de Plan-les-Ouates est similaire à celle de Necker et plus faible que celles mesurées aux stations suburbaines et rurale tout au long de la journée.

La figure ci-dessus confirme à Plan-les-Ouates aussi que le rayonnement solaire participe à la formation d'O₃ (production accrue en milieu d'après-midi, peu après le pic de rayonnement solaire). De plus, la baisse de la concentration en O₃ lors de l'augmentation matinale de la circulation (vers 6h - 8h), permet aussi de voir la destruction de l'O₃ entraînée par la présence accrue d'autres polluants, notamment les NO_x.

8 Conclusion

Globalement, les concentrations en polluants mesurées à cet emplacement proche de la route de Saint-Julien sont comparables à celles des stations fixes suburbaines et urbaine.

La différence la plus notable concerne le NO₂ dont la concentration est plus élevée qu'en milieu suburbain sans toutefois atteindre celles de la station urbaine de Necker. La concentration pour ce polluant reste modérée durant la période de mesure.

En résumé, cette campagne de mesure ne met pas en évidence, pour cet emplacement et pour les polluants mesurés, une influence significative sur la qualité de l'air d'une localisation à proximité directe du trafic routier. Ce constat rejoint ainsi les conclusions des deux campagnes de mesures temporaires déjà mises en œuvre à proximité d'axes routiers importants à Genève.

L'essentiel en bref:

Dioxydes d'azote (NO₂)

- La VLI journalière est respectée sur toute la période de mesure.
- La concentration annuelle en NO₂ montre que celle-ci respecte largement la VLI annuelle de l'OPair.
- La différence de concentration de NO₂ entre les jours de semaine (lundi-vendredi) et le weekend est plus importante à la station mobile que dans les autres stations. Cette constatation confirme l'influence du trafic pendulaire.
- La différence entre la moyenne annuelle mesurée à la station mobile et celle en provenance du capteur passif situé en situation de fond à près de 50 m de l'axe reste modeste (environ 15 % de plus à la station mobile).

Particules fines (PM₁₀, PM_{2.5})

- Comme sur tous les autres points de mesure à Genève, la VLI journalière en PM₁₀ a parfois été dépassée sur la période de la campagne à l'occasion d'épisodes météorologiques hivernaux particuliers.
- La concentration annuelle respecte la VLI annuelle de l'OPair pour les PM_{2.5} et, largement, pour les PM₁₀.

Ozone (O₃)

- Comme à Necker, les concentrations d'O₃ sont plus basses à la station mobile que dans les autres stations. Ceci est dû au fait que ce polluant est fortement influencé, en plus du rayonnement solaire, par la présence des NO_x.
- L'O₃ tend à s'accumuler à proximité de la route de Saint-Julien davantage pendant le weekend que durant les jours de semaine, comme c'est généralement le cas dans les stations urbaines ou proches du trafic.