



Campagne de mesure de la qualité de l'air

Evaluation de l'impact local du trafic des axes routiers - Avenue d'Aire (mai-juin 2021)



Janvier 2023

Table des matières

1	But des mesures.....	3
2	Moyens engagés / polluants mesurés.....	3
3	Période de mesure	3
4	Emplacement	4
5	Conditions météorologiques	5
6	Comptage du trafic	5
7	Analyse des résultats.....	6
7.1	<i>Comparaisons des mesures de la station mobile avec celles des stations fixes</i>	<i>6</i>
7.1.1	<i>Dioxyde d'azote (NO₂)</i>	<i>6</i>
7.1.2	<i>Particules fines (PM10, PM2.5)</i>	<i>9</i>
7.1.3	<i>Ozone (O₃).....</i>	<i>13</i>
7.2	<i>Estimation des moyennes annuelles 2021 en NO₂, PM10 et PM2.5 à la station mobile de l'avenue d'Aïre.....</i>	<i>15</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 et d'autres entités qui les accueillent temporairement.

L'objectif de la campagne de mesure déployée à la route d'Aïre durant 2 mois est de documenter la qualité de l'air sur un site exposé au trafic routier, en périphérie de la commune urbaine de Genève. Ces données peuvent aussi contribuer à accroître la précision des représentations territoriales de pollution de l'air pour notre canton.

2 Moyens engagés / polluants mesurés

Les mesures ont été effectuées au moyen d'une station mobile équipée d'analyseurs de polluants atmosphériques. Celle-ci est conçue et 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} , $\text{PM}_{2.5}$) 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 durant 2 mois, du 1^{er} mai au 30 juin 2021.

4 Emplacement

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

Comme le montrent les figures 2 et 3 ci-dessous, la station de mesure mobile a été placée à l'avenue d'Aire, à hauteur de l'avenue de la Concorde, à proximité immédiate de l'arrêt de bus TPG "Concorde".

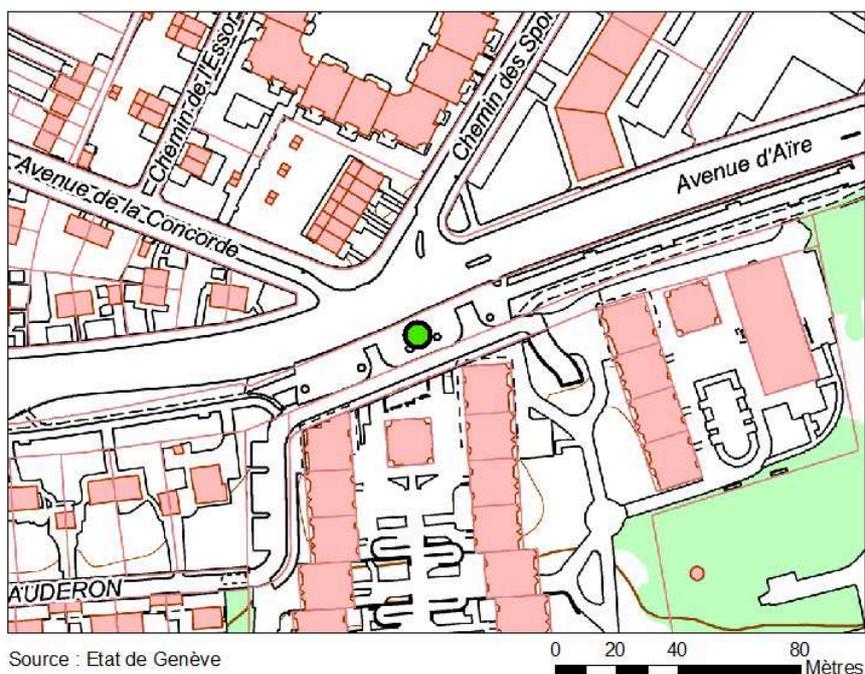


Figure 2. Localisation de l'emplacement (point vert)



Figure 3. Photo in situ de la remorque mobile

En accord avec la nouvelle classification issue de la mise à jour de 2021 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 ce point de mesure dans la catégorie : urbaine 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. Ainsi, il est utile de prendre en compte les conditions météorologiques sur la période d'intérêt pour objectiver les mesures de la pollution atmosphérique.

Durant cette campagne de mesure, les conditions météorologiques étaient les suivantes:

- Mai : plutôt frais avec des précipitations nettement excédentaires.
- Juin : particulièrement chaud avec beaucoup de précipitations.

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) de près de 12'000 véhicules sur l'axe principal.

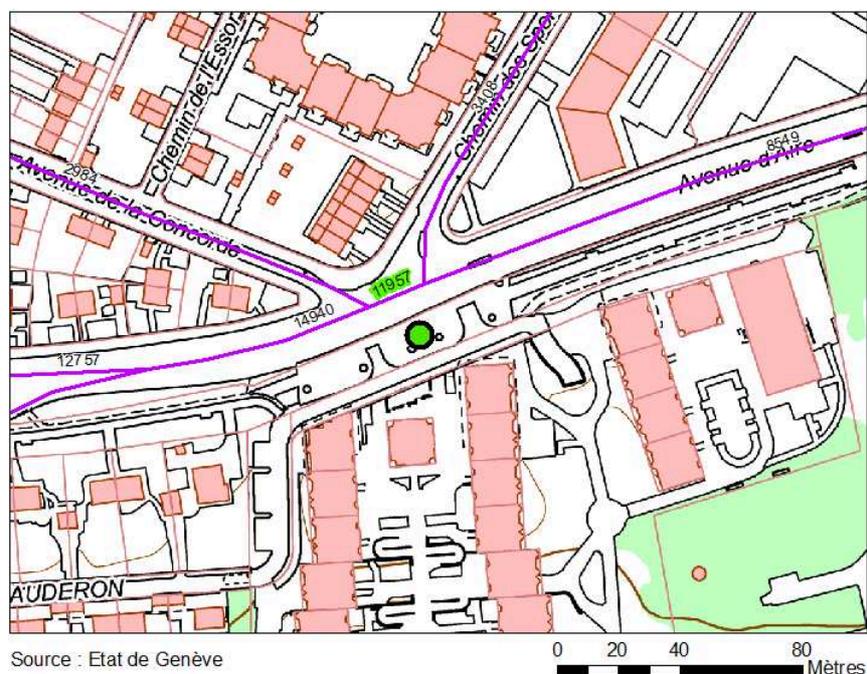


Figure 4. Plan de charge du trafic routier 2019 - valeurs TJOM (source : SITG)

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

Les figures ci-après comparent les mesures effectuées à la station mobile localisée à l'avenue d'Aïre (en pourpre) avec celles effectuées aux autres stations fixes du ROPAG. La barre noire représente la valeur limite d'immission (VLI) de l'ordonnance sur la protection de l'air (OPair) relative au polluant mesuré. Pour information, les VLI des différents polluants surveillés se trouvent à l'annexe 7 de l'OPair.

7.1.1 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. En effet, 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 dont les concentrations sont régies par la loi. Par ailleurs, en combinaison avec les composés organiques volatils et sous l'action de l'ensoleillement, les NO_x interviennent également dans la formation de l'O₃ troposphérique.

Moyennes journalières

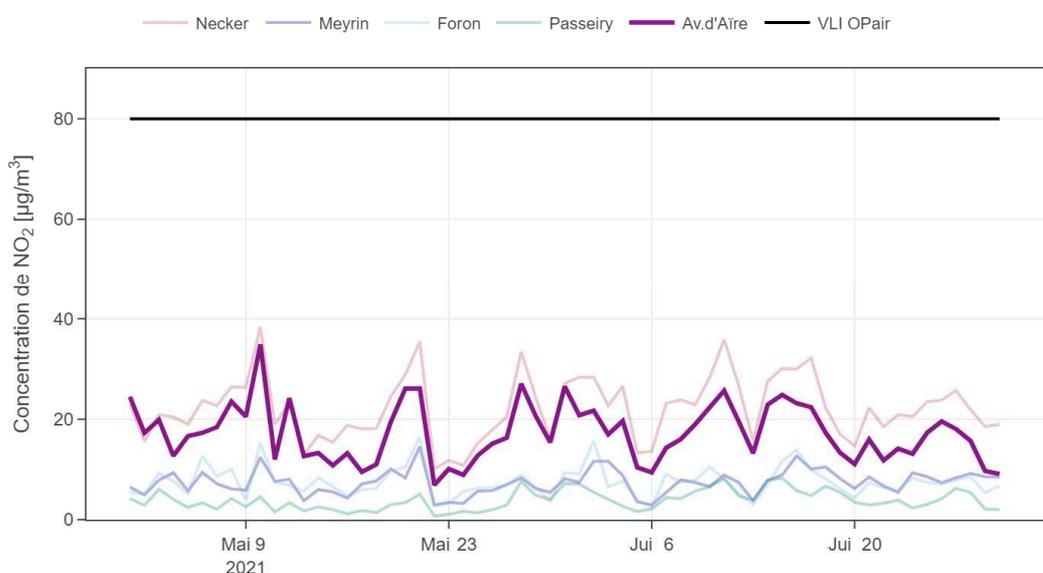


Figure 5. Evolution de la moyenne journalière en NO₂

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

	Av. d'Aïre	Necker	Meyrin	Foron	Passeiry
	NO ₂				
Période entière	17.1	22.0	7.3	7.5	3.9
Jours de la semaine (de lundi à vendredi)	17.9	23.4	8.1	8.5	4.1
Weekend (samedi - dimanche)	15.1	18.6	5.5	5.1	3.3
Différence semaine-weekend	+2.8	+4.8	+2.6	+3.4	+0.8

Tableau 1. Comparaison de moyennes (lundi-vendredi, weekend, période entière) pour le NO₂ (en µg/m³) du 01.05.2021 au 30.06.2021

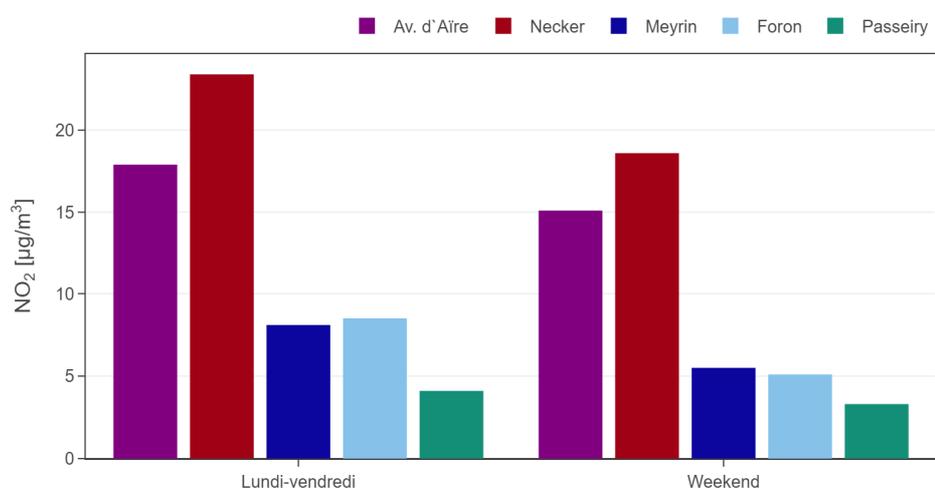


Figure 6. Comparaison de moyennes (lundi-vendredi, weekend) pour le NO₂ (en µg/m³)

De façon générale, les valeurs de NO₂ mesurées à l'avenue d'Aïre montrent des niveaux qui sont plus proches de ceux mesurés à la station de Necker qu'aux autres stations fixes. Les concentrations du weekend y sont plus faibles comme pour les autres stations fixes.

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).

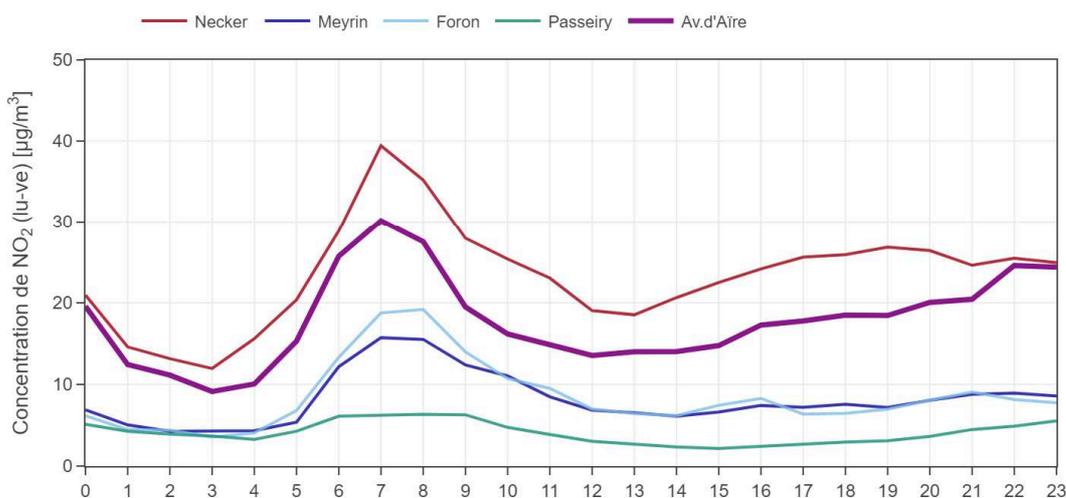


Figure 7. Concentrations horaires en NO_2 pendant une journée moyenne de la semaine (lundi-vendredi)

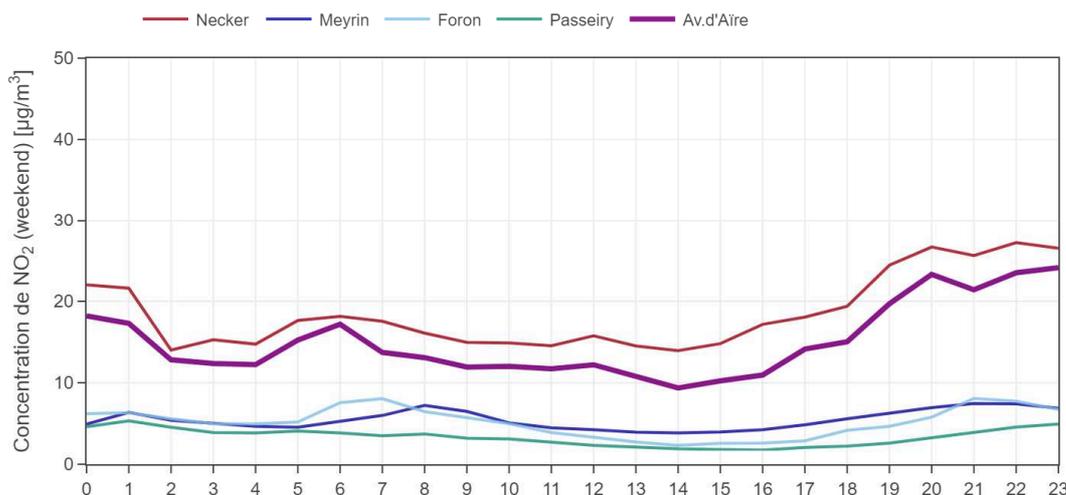


Figure 8. Concentrations horaires en NO_2 pendant une journée moyenne du weekend

Les concentrations de NO_2 en semaine traduisent notamment l'augmentation du trafic routier dès le matin. Durant la nuit, les valeurs mesurées à l'avenue d'Aire se rapprochent des niveaux de la station urbaine de Necker.

Durant le weekend, les courbes de l'avenue d'Aire et de Necker suivent une évolution comparable. L'augmentation matinale visible durant les jours de la semaine est fortement atténuée, tandis que des concentrations plus élevées apparaissent en soirée.

L'accumulation du NO_2 durant la nuit et le matin, qui persiste aussi le weekend, est liée à la baisse naturelle de température qui se produit pendant la nuit, limitant le brassage des basses couches de l'atmosphère et, en conséquence, un mélange de ses constituants.

7.1.2 Particules fines (PM10, PM2.5)

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 PM2.5 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, mais aussi de processus naturels ou liés à l'agriculture.

Moyennes journalières

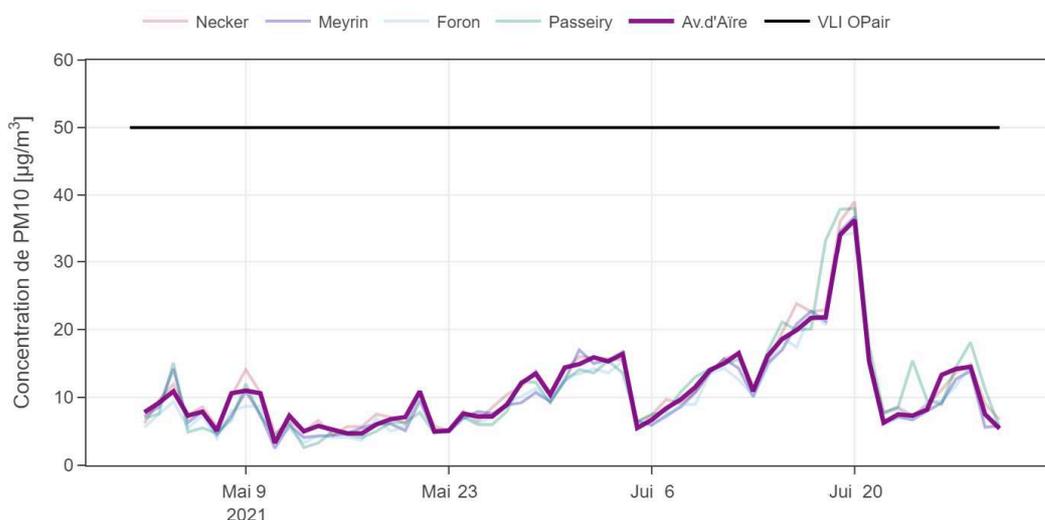


Figure 9. Evolution de la moyenne journalière en PM10

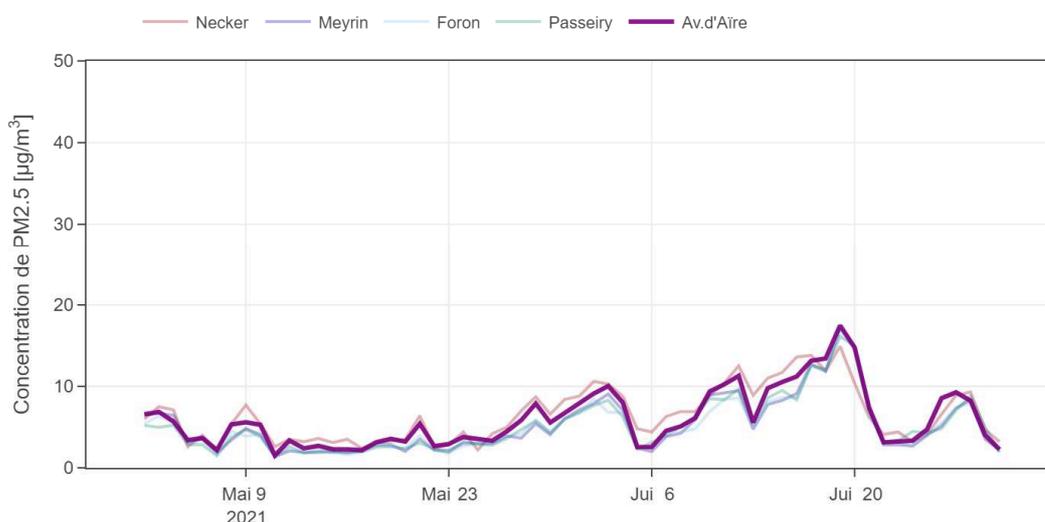


Figure 10. Evolution de la moyenne journalière en PM2.5

Les valeurs de PM10 et PM2.5 mesurées aux stations fixes réparties sur le canton sont homogènes et celles mesurées à l'avenue d'Aire s'inscrivent dans cette tendance.

La VLI journalière de 50 µg/m³ n'a été dépassée à aucun moment à l'avenue d'Aire (ou dans les stations de mesure fixes).

Remarque: que l'OPair ne fixe aucune VLI journalière pour les PM2.5.

Moyennes sur des périodes données

	Av. d'Aïre		Necker		Meyrin		Foron		Passeiry	
	PM2.5	PM10	PM2.5	PM10	PM2.5	PM10	PM2.5	PM10	PM2.5	PM10
Période entière	6.0	10.5	6.2	11.1	5.2	10.3	5.0	10.1	5.1	11.7
Jours de la semaine (de lundi à vendredi)	5.7	10.1	6.0	10.8	5.0	10.1	4.9	9.9	5.0	11.4
Weekend (samedi- dimanche)	6.5	11.6	6.6	11.9	5.5	10.8	5.4	10.4	5.5	12.3
Différence semaine-weekend	-0.8	-1.5	-0.6	-1.1	-0.5	-0.6	-0.6	-0.4	-0.5	-0.9

Tableau 2. Comparaison de moyennes (lundi-vendredi, weekend, période entière) pour les PM10 et les PM2.5 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) du 01.05.2021 au 30.06.2021

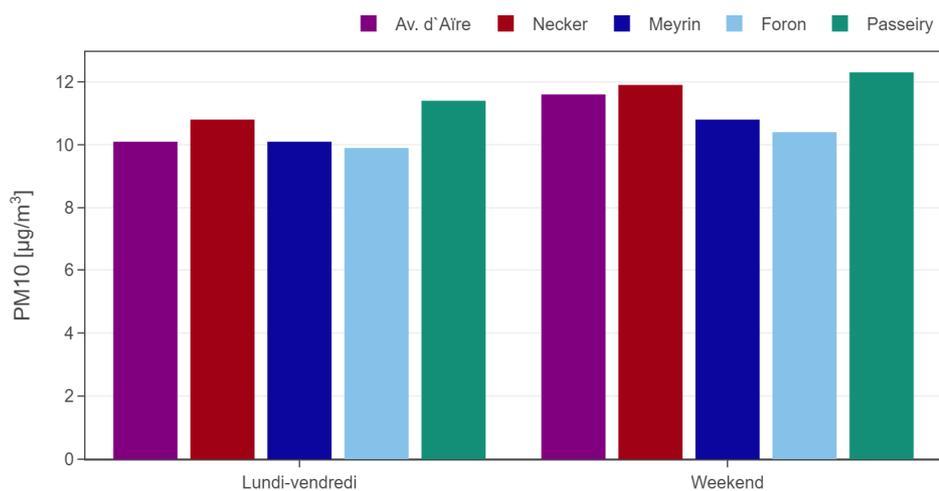


Figure 11. Comparaison de moyennes (lundi-vendredi, weekend) pour les PM10 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

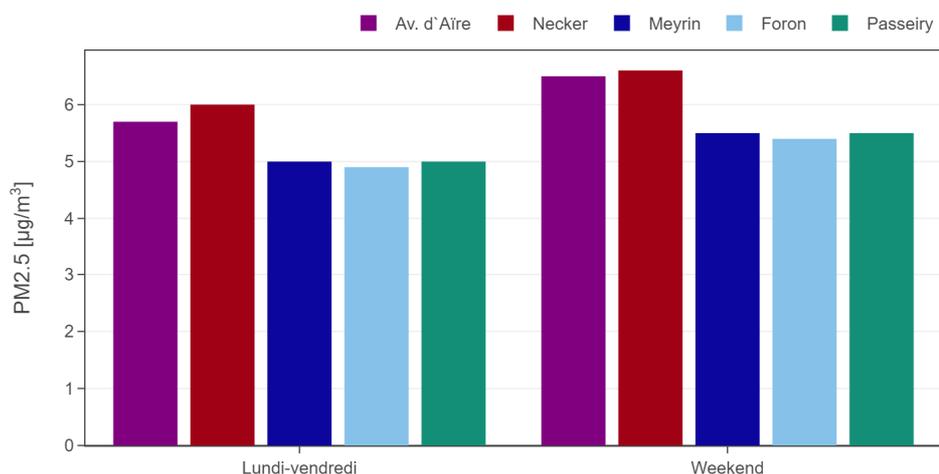


Figure 12. Comparaison de moyennes (lundi-vendredi, weekend) pour les PM2.5 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Les jours de semaine (lundi-vendredi), les différentes moyennes de PM10 à la station mobile de l'avenue d'Aïre sont semblables aux moyennes des stations fixes. On constate, pour les PM2.5, que les moyennes de la station mobile de l'avenue d'Aïre sont proches de celles de Necker.

Les weekends, les PM10 et PM2.5 affichent des valeurs un peu plus élevées que la période lundi – vendredi à cause d'un épisode marqué de sable saharien ayant eu lieu le weekend du 19-20 juin 2021.

Néanmoins, si on fait abstraction de cet épiphénomène, les concentrations ne fluctuent pas significativement entre les jours de la semaine et le weekend.

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).

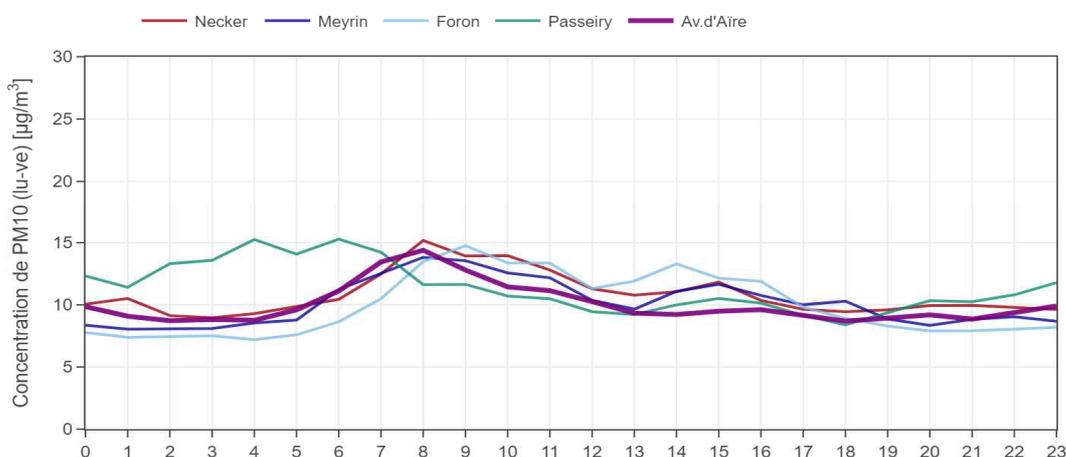


Figure 13. Concentration horaire en PM10 pendant une journée moyenne de la semaine (lundi-vendredi)

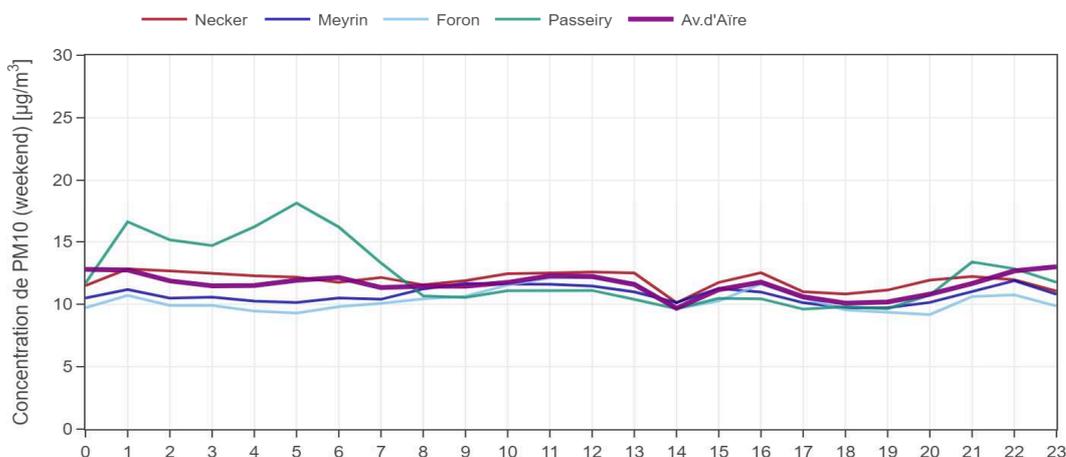


Figure 14. Concentrations horaires en PM10 pendant une journée moyenne du weekend

Durant la journée moyenne de la semaine (lundi – vendredi), les concentrations en PM10 montrent, à l'avenue d'Aïre comme ailleurs, une légère hausse le matin entre 7h et 10h et, en général, une variation modérée de moins de 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ entre les différentes stations de mesure au cours de la journée.

Le weekend on observe une très faible variation de la concentration durant la journée, sauf pour la station de Passeiry³.

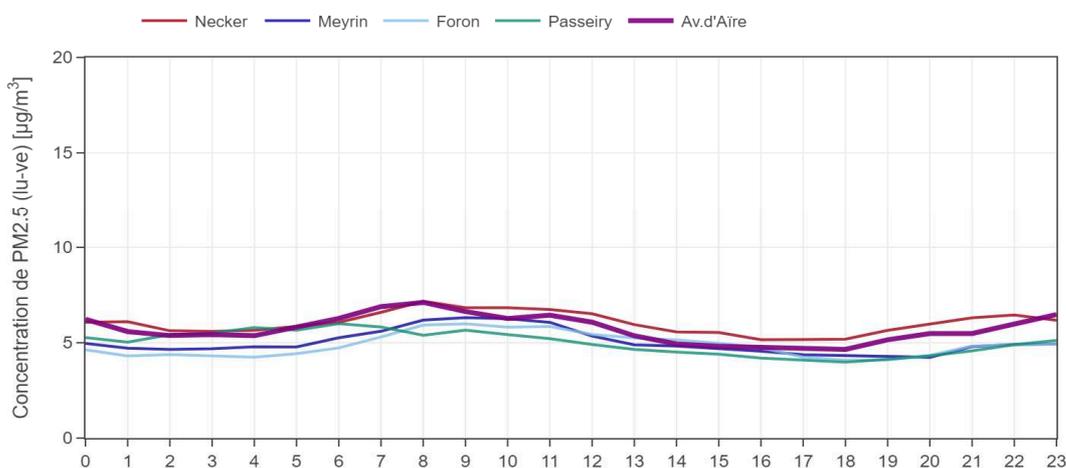


Figure 15. Concentrations horaires en PM2.5 pendant une journée moyenne de la semaine (lundi-vendredi)

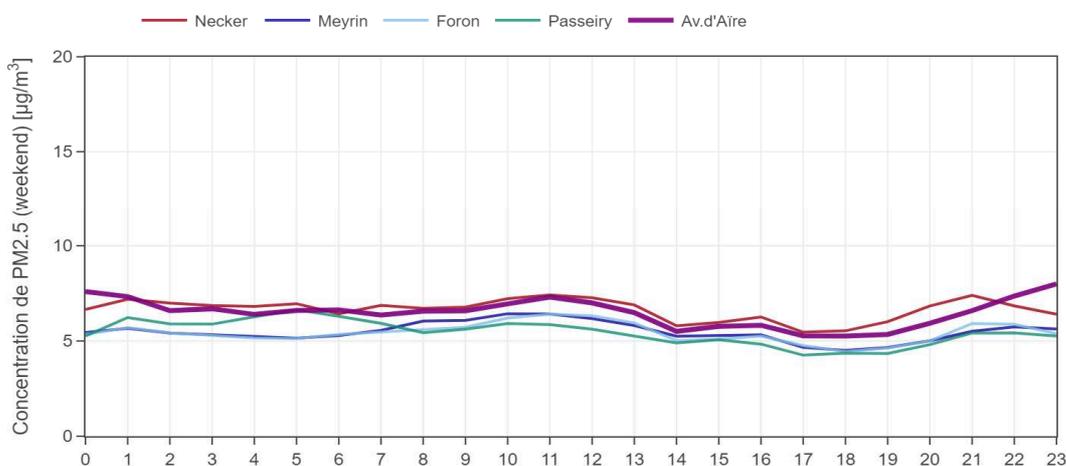


Figure 16. Concentrations horaires en PM2.5 pendant une journée moyenne du weekend

Les observations faites pour les PM10 sont également valables pour les PM2.5. On note toutefois des concentrations un peu plus élevées dans les stations urbaines de l'avenue d'Aïre et de Necker.

³ On observe un pic nocturne pendant tous les jours (semaine et weekend), indépendant du trafic, pour la station rurale de Passeiry. Celui-ci peut s'expliquer par des événements locaux tels que des travaux agricoles générant des particules grossières (ce pic est moins important pour les particules PM2.5).

7.1.3 Ozone (O₃)

L'O₃ est un polluant d'origine principalement secondaire car il n'est, en général, pas directement émis dans l'atmosphère, mais 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

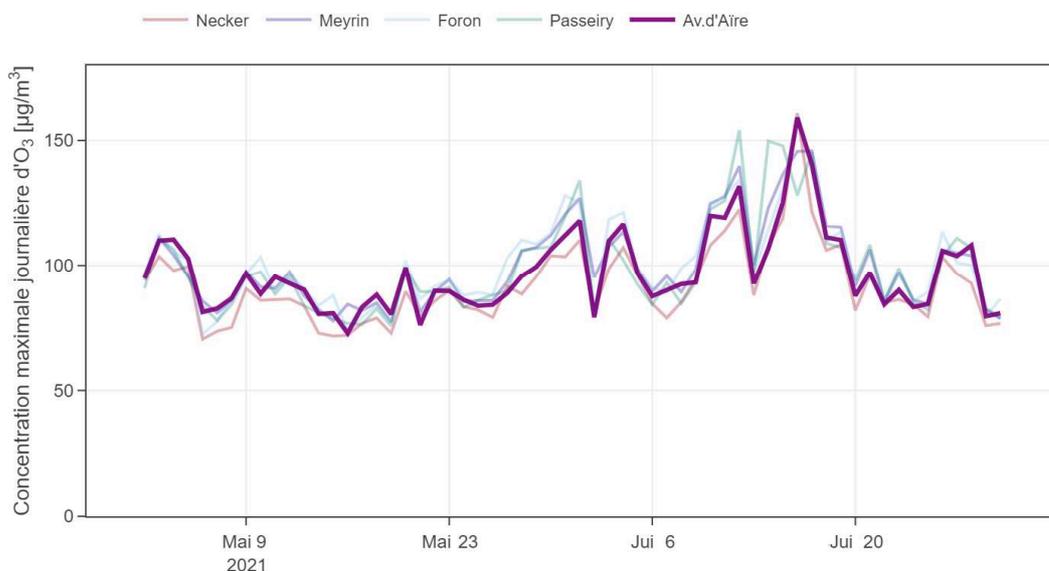


Figure 17. Evolution de la concentration horaire maximale journalière en O₃

Les valeurs horaires maximales journalières d'O₃ mesurées à la station mobile de l'avenue d'Aire sont proches des valeurs mesurées dans les stations fixes du ROPAG. On constate toutefois des taux d'O₃ légèrement plus bas pour les stations de Necker et de l'avenue d'Aire, car le NO, qui a la propriété de détruire l'O₃, y est plus fortement présent. En effet, les stations de mesure situées en milieu urbain et de surcroît en proximité routière, stations qui enregistrent les concentrations d'O₃ les plus faibles, sont aussi celles qui recensent les taux les plus élevés de NO.

Moyennes sur des périodes données

	Av. d'Aire	Necker	Meyrin	Foron	Passeiry
Période entière	64.4	62.8	69.9	70.6	63.5
Jours de la semaine (de lundi à vendredi)	64.8	62.8	70.1	70.6	63.9
Weekend (samedi- dimanche)	63.5	62.8	69.5	70.5	62.4
Différence semaine-weekend	+1.3	+0.0	+0.6	+0.0	+1.5

Tableau 3. Comparaison de moyennes (lundi-vendredi, weekend, période entière) d'O₃ (en µg/m³) du 01.05.2021 au 30.06.2021

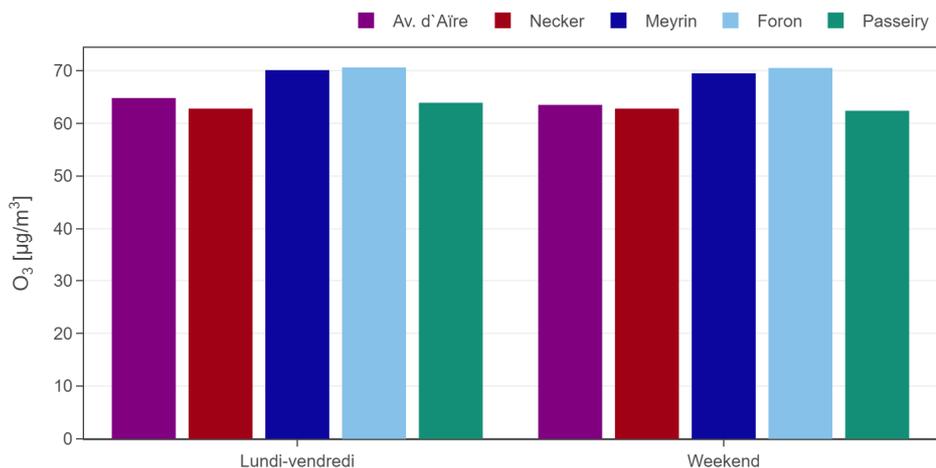


Figure 18. Comparaison de moyennes (lundi-vendredi, weekend) pour l'O₃ (en µg/m³)

La différence entre les jours de la semaine et le weekend est faible. La courte période de mesure accompagnée de fréquentes précipitations ne permet pas d'établir précisément le comportement de l'O₃.

De plus, l'avenue d'Aïre se situant à proximité du trafic routier et loin de la campagne, elle ne représente pas un endroit particulièrement problématique pour l'O₃. Les valeurs sont semblables à celles de la station urbaine de Necker.

Journée moyenne

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).

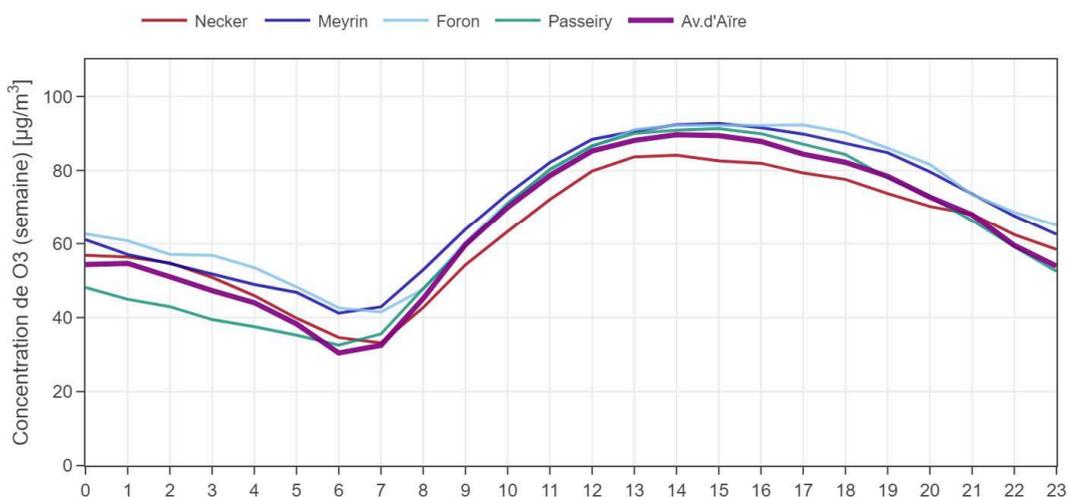


Figure 19. Concentrations horaires en O₃ pendant une journée moyenne de la semaine (tous les jours)

Le graphique ci-dessus confirme le fait que le rayonnement favorise la formation d'O₃. La production est accrue en milieu d'après-midi, lorsque le rayonnement solaire est à son plus haut niveau. De plus, la baisse de la concentration en O₃ lors de l'augmentation matinale de la circulation (vers 6h -7h), permet aussi de voir que d'autres polluants, notamment les NO_x, entraînent la destruction de l'O₃.

7.2 Estimation des moyennes annuelles 2021 en NO₂, PM10 et PM2.5 à la station mobile de l'avenue d'Aïre

Le paragraphe 7.1 ci-dessus analyse les résultats, pour quatre polluants - NO₂, PM10, PM2.5 et O₃ - devant faire l'objet d'une surveillance par les autorités au sens de l'annexe 7 de l'OPair.

Parmi ceux-ci, trois ont une VLI annuelle (NO₂, PM10 et PM2.5).

La période allant du 1^{er} mai au 30 juin 2021 ne s'étendant que sur une petite partie d'une année, elle ne permet pas de calculer des moyennes annuelles et de les comparer avec les VLI annuelles (problème de représentativité des mesures).

Afin de pouvoir comparer ces données aux VLI annuelles, une estimation a été faite⁴.

On obtient les résultats suivants :

- NO₂ : $23.4 \pm 2.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- PM10 : $14.9 \pm 2.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- PM2.5 : $10.3 \pm 1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Ainsi, selon cette estimation, il est vraisemblable que les VLI annuelles de NO₂ (30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) et de PM10 (20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) soient respectées et que celle pour les PM2.5 (10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) soit très proche de la VLI annuelle.

⁴ L'estimation se base sur un modèle de régression linéaire entre les mesures journalières issues de la station fixe urbaine de Necker en 2021 et celles effectuées à la station mobile de l'avenue d'Aïre sur la période "1^{er} mai – 30 juin 2021".

8 Conclusion

Globalement, les concentrations en PM10, PM2.5 et O₃ mesurées à l'avenue d'Aïre sont du même ordre de grandeur que celles des stations fixes du ROPAG.

La différence principale concerne le NO₂ qui se rapproche des concentrations de la station de Necker placée au centre-ville, sans toutefois les atteindre.

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.

L'essentiel en bref:

Dioxyde d'azote (NO₂)

- La VLI journalière de NO₂ est respectée sur la période de mesure.
- Une estimation de la concentration annuelle en NO₂, montre que celle-ci respecterait la VLI annuelle de l'OPair.
- La concentration en NO₂ diminue entre la semaine et le weekend. Cette baisse s'observe aussi dans les stations fixes du ROPAG.

Particules fines (PM10, PM2.5)

- La VLI journalière en PM10 est respectée sur la période de mesure.
- Une estimation de la concentration annuelle en PM10, montre que celle-ci respecterait la VLI annuelle de l'OPair pour les PM10.
- Une estimation de la concentration annuelle en PM2.5, montre que celle-ci serait proche la VLI annuelle de l'OPair pour les PM2.5.
- Les différences de concentrations de PM2.5 et de PM10 entre la semaine et le weekend sont faibles, ce qui est aussi le cas dans toutes les stations fixes.

Ozone (O₃)

- Les concentrations d'O₃ sont plus basses dans les stations urbaines de l'avenue d'Aïre et de Necker. Ceci est dû au fait que ce polluant est fortement influencé, en plus de l'ensoleillement, par la présence de NO_x.