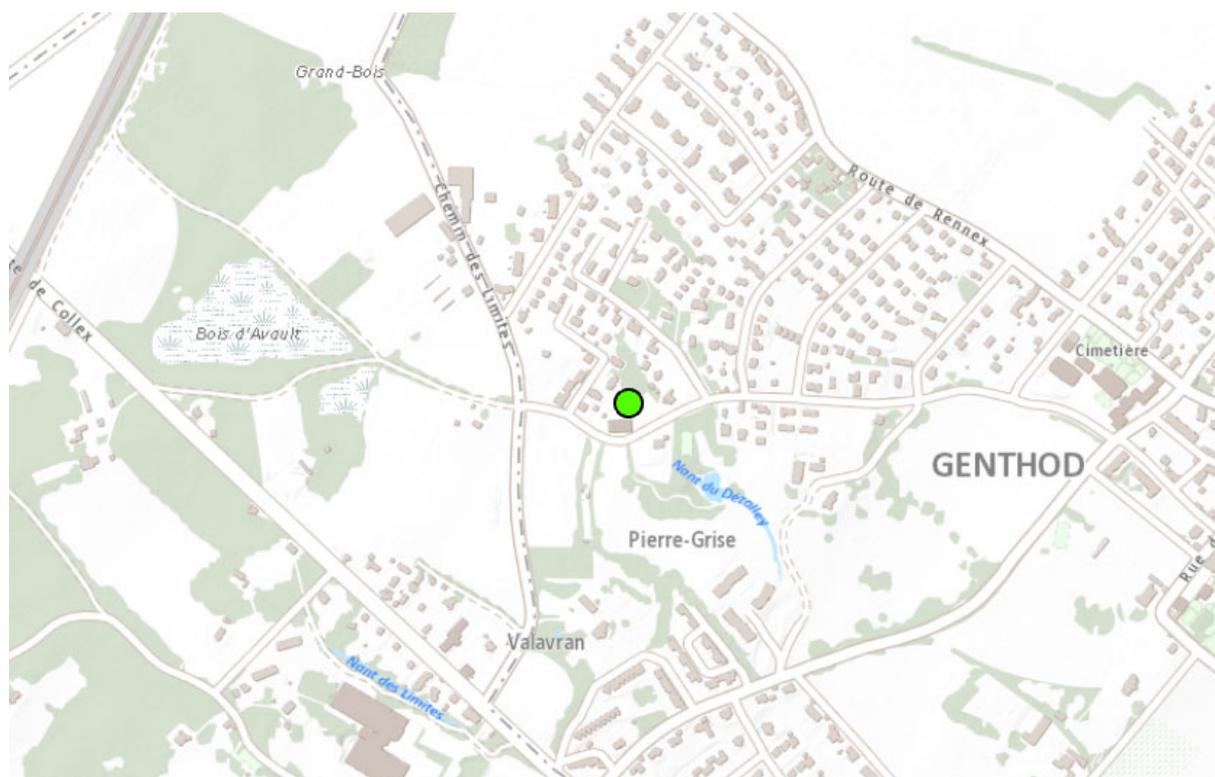




## Campagne de mesure de la qualité de l'air

### Évaluation de l'impact local du trafic aérien – Genthod (juillet 2023 - juin 2024)



Novembre 2024

## Table des matières

1	But de la campagne de mesures.....	3
2	Moyens engagés et polluants mesurés.....	3
3	Période de mesure.....	4
4	Emplacement.....	4
5	Conditions météorologiques.....	5
6	Mouvements aériens.....	5
7	Analyse des résultats.....	6
7.1	<i>Moyennes annuelles</i> .....	6
7.2	<i>Comparaisons des mesures de la station mobile avec celles des stations fixes</i> .....	6
7.2.1	<i>Dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)</i> .....	6
7.2.2	<i>Particules fines (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>)</i> .....	9
7.2.3	<i>Ozone (O<sub>3</sub>)</i> .....	12
8	Conclusion.....	15

## 1 But de la campagne de 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 cette campagne de mesure déployée à Genthod durant une année, est de documenter les impacts localisés du trafic aérien sur la qualité de l'air, directement sous la trajectoire des avions, au nord-est de la piste. Ces données permettent d'étudier l'évolution dans le temps, des niveaux de pollution mesurés à proximité de l'aéroport. Il s'agit de la 3<sup>ème</sup> campagne de mesure sur cette thématique après Bellevue (2021-2022) et Grand-Saconnex (2022-2023).

## 2 Moyens engagés et 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<sub>2</sub>) par chimiluminescence.
- Particules fines (PM10) par méthode gravimétrique.
- Particules fines (PM10, PM2.5) par méthode optique.
- Ozone (O<sub>3</sub>) 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 un an, du 1<sup>er</sup> juillet 2023 au 30 juin 2024.

### 4 Emplacement

Pour répondre aux besoins de cette campagne, les mesures ont été effectuées à proximité de l'aéroport de Genève.

Comme le montre la figure ci-dessous, la station mobile a été placée sous l'axe de la trajectoire des avions au nord-est de la piste, proche de la voirie de Genthod, au chemin des Chênes.



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



**Figure 3.** Photo in situ de la station mobile

Conformément aux "*Recommandations pour le mesurage des immissions de polluants atmosphériques*" de l'office fédéral de l'environnement (OFEV)<sup>1</sup>, l'emplacement choisi pour cette campagne est catégorisé comme : banlieue en pollution de fond.

À titre de comparaison, les stations fixes du *réseau d'observation de la pollution atmosphérique à Genève* (ROPAG) sont catégorisées 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.

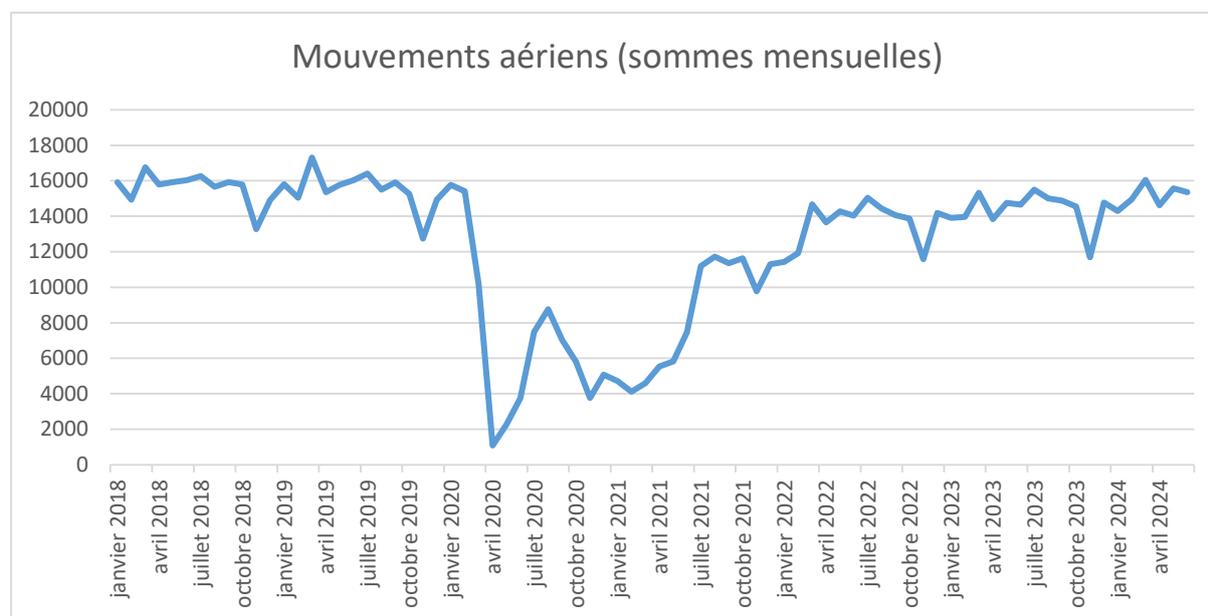
## 5 Conditions météorologiques

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 pour objectiver les mesures de la pollution atmosphérique.

La période estivale, de juillet à août 2023, a connu des vagues de chaleur importantes. Cette situation s'est prolongée durant les mois de septembre et octobre, exceptionnellement chauds et ensoleillés. La fin de l'année 2023 a été pluvieuse, et l'hiver puis le printemps particulièrement doux. À la fin du mois de mars 2024, un important épisode de poussières d'origine saharienne a atteint la région genevoise.

## 6 Mouvements aériens

Le nombre de mouvements aériens<sup>2</sup> mensuels avant et pendant la campagne de mesure est représenté dans la figure ci-dessous. Le trafic aérien, qui avait été fortement réduit suite aux bouleversements induits par l'émergence du Covid-19 en 2020, est revenu, sur l'ensemble de la période, à un niveau proche de celui d'avant la pandémie.



**Figure 4.** *Mouvements aériens mensuels entre janvier 2018 et juin 2024*  
(source : Genève Aéroport 2024)

<sup>1</sup> Immissions de polluants atmosphériques (OFEV, 2021)

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/air/publications-etudes/publications/immissions-de-polluants-atmospheriques.html>

<sup>2</sup> Décollages et atterrissages d'un avion sur un aéroport

## 7 Analyse des résultats

### 7.1 Moyennes annuelles

Parmi les quatre polluants – NO<sub>2</sub>, PM10, PM2.5 et O<sub>3</sub> – devant faire l'objet d'une surveillance par les autorités au sens de l'annexe 7 de l'OPair, trois ont une valeur limite d'immission (VLI) annuelle (NO<sub>2</sub>, PM10 et PM2.5).

Les moyennes annuelles en NO<sub>2</sub>, PM10 et PM2.5 à la station mobile de Genthod ont été calculées sur la période allant du 1<sup>er</sup> juillet 2023 au 30 juin 2024. On obtient :

Polluant	Moyenne [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	VLI [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
NO <sub>2</sub>	13.4	30
PM10	11.2	20
PM2.5	7.2	10

Ainsi, toutes ces valeurs annuelles respectent les VLI.

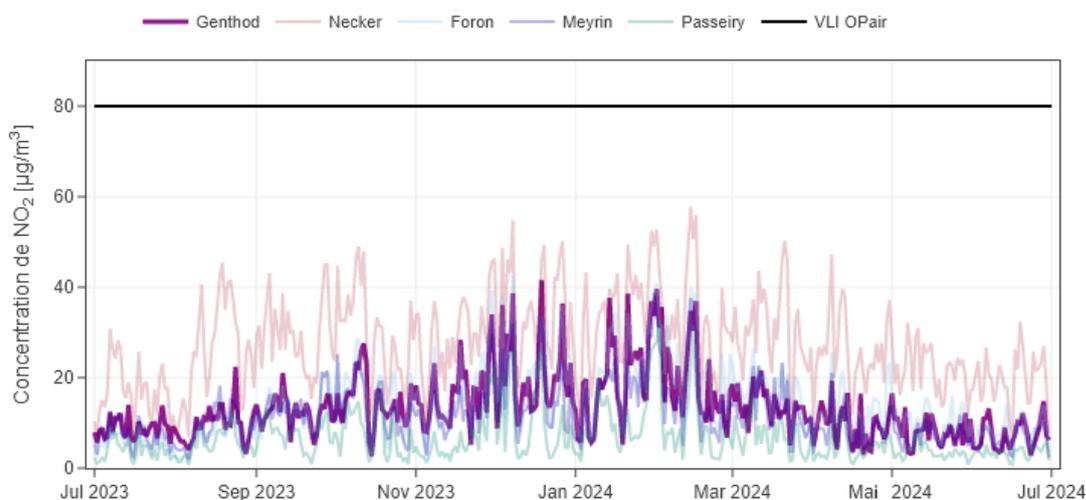
### 7.2 Comparaisons des mesures de la station mobile avec celles des stations fixes

Pour mettre en perspective les données récoltées, les mesures effectuées à la station mobile localisée à Genthod (couleur pourpre dans les figures ci-après) sont comparées avec celles effectuées aux 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 (NO<sub>2</sub>)

Les oxydes d'azote et plus particulièrement les NO<sub>x</sub>, somme du monoxyde d'azote (NO) et du dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), sont issus principalement des processus de combustion. Le trafic routier est la plus grande source de NO, composé qui se transforme rapidement en NO<sub>2</sub>. Par ailleurs, en combinaison avec les composés organiques volatils et sous l'action du rayonnement solaire, les NO<sub>x</sub> interviennent également dans la formation de l'O<sub>3</sub> troposphérique.

## Moyennes journalières



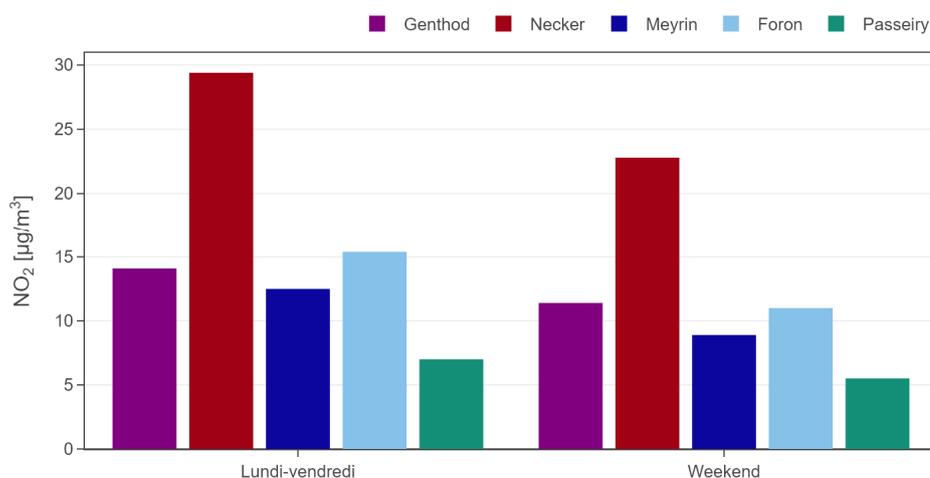
**Figure 5.** Évolution de la moyenne journalière en NO<sub>2</sub>

Les moyennes journalières de NO<sub>2</sub> sont largement inférieures à celles de la station urbaine de Necker et proches de celles mesurées dans les stations suburbaines de Foron et Meyrin. Aucune station n'a approché la VLI journalière durant la période de mesure.

## Moyennes en fonction des jours de la semaine

	Genthod	Necker	Meyrin	Foron	Passeiry
	NO <sub>2</sub>				
Période complète	13.4	27.5	11.5	14.1	6.6
Lundi à vendredi	14.1	29.4	12.5	15.4	7.0
Weekend (samedi-dimanche)	11.4	22.8	8.9	11.0	5.5
Différence semaine - weekend	+2.7	+6.6	+3.6	+4.4	+1.5

**Tableau 1.** Comparaison de moyennes (période complète, lundi-vendredi, weekend) de NO<sub>2</sub> (en µg/m<sup>3</sup>)



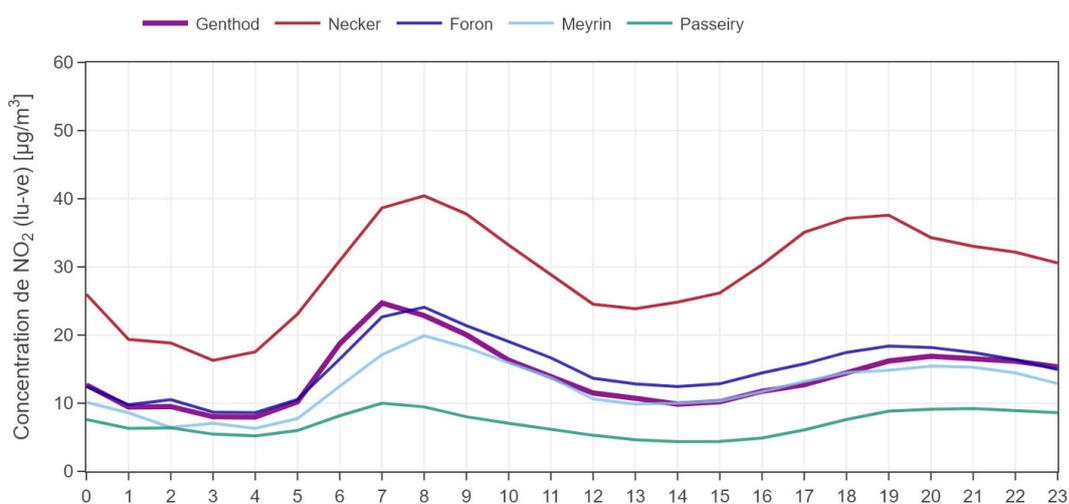
**Figure 6.** Comparaison de moyennes (lundi-vendredi, weekend) pour le NO<sub>2</sub> (en µg/m<sup>3</sup>)

Les valeurs de NO<sub>2</sub> mesurées à Genthod, montrent des niveaux similaires à ceux que l'on trouve dans les stations suburbaines de Meyrin et Foron et se situent bien en-dessous des valeurs urbaines relevées à Necker.

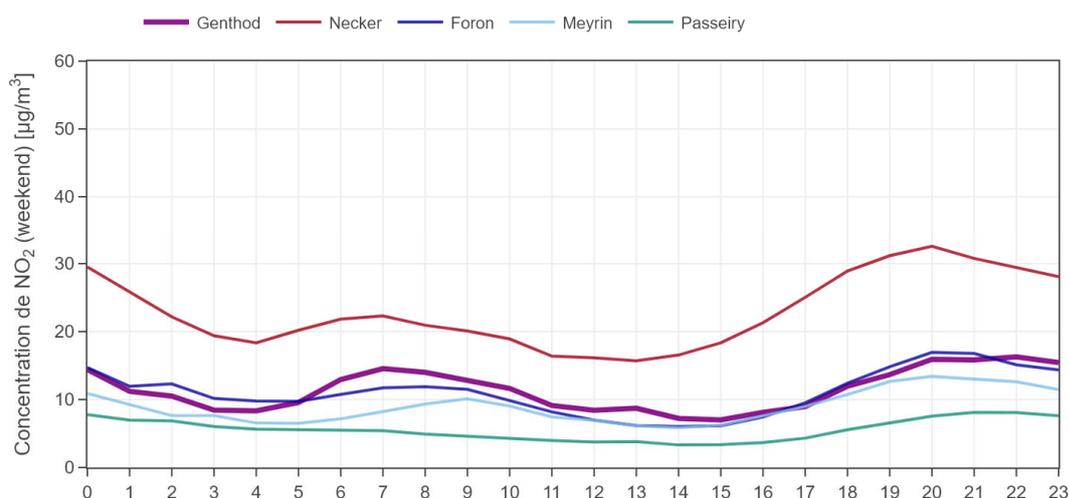
Comme pour les stations fixes, on remarque des concentrations plus faibles le weekend que les autres jours de la semaine.

### Journées moyennes

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



**Figure 7.** Concentrations horaires en NO<sub>2</sub> pendant une journée moyenne de la semaine (lundi-vendredi)



**Figure 8.** Concentrations horaires en NO<sub>2</sub> pendant une journée moyenne du weekend

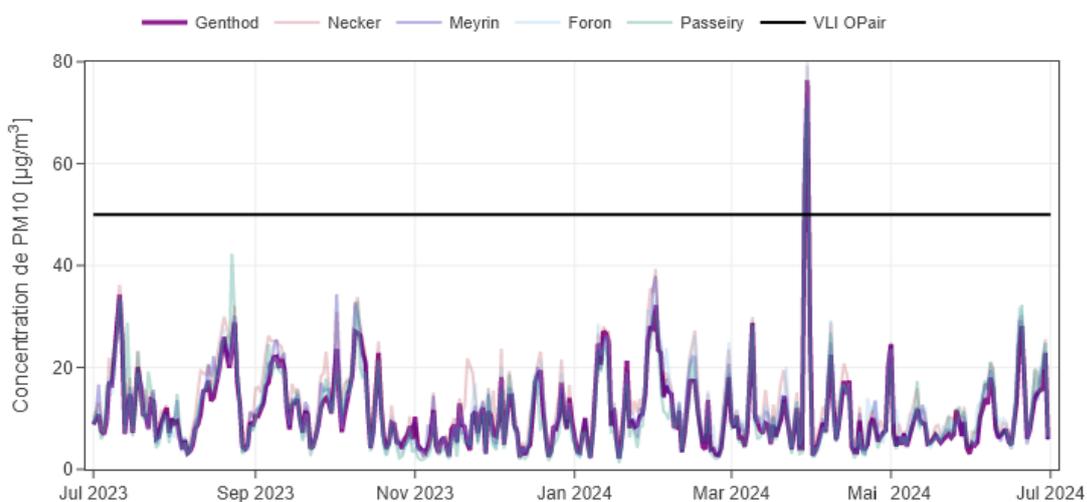
Durant les jours de semaine (lundi-vendredi), le profil journalier pour le NO<sub>2</sub> se rapproche de celui des stations suburbaines de Foron et de Meyrin. Comme pour les stations fixes, on constate une augmentation matinale probablement liée au trafic routier.

Le weekend, le pic matinal s'atténue très largement et les concentrations dans l'après-midi sont aussi plus faibles. Que ce soit le weekend ou les autres jours de la semaine, les concentrations remontent en soirée.

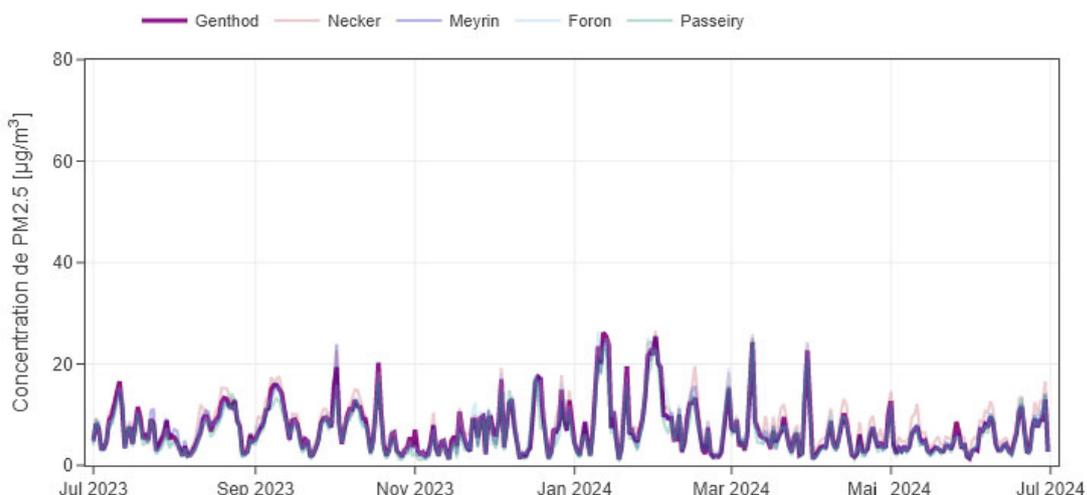
### 7.2.2 Particules fines (PM10, PM2.5)

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, de combustion et d'abrasion (notamment via le chauffage et le trafic routier ou aérien), 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 PM2.5

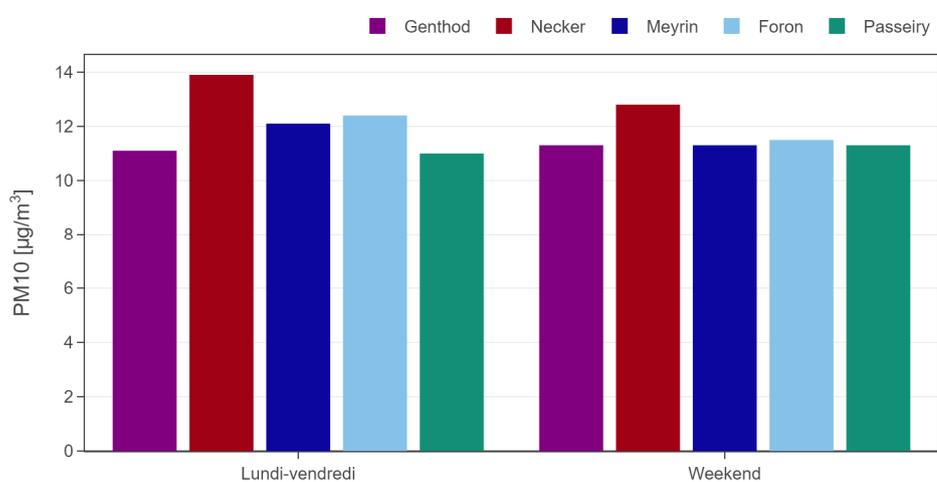
Les moyennes journalières de PM10 et de PM2.5 mesurées aux stations fixes réparties sur le canton sont homogènes et Genthod s'inscrit dans cette tendance.

Deux journées ont dépassé la VLI journalière de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les PM10, à toutes les stations fixes et également à Genthod, à l'occasion d'un épisode de poussières de sables sahariens à la fin du mois de mars.

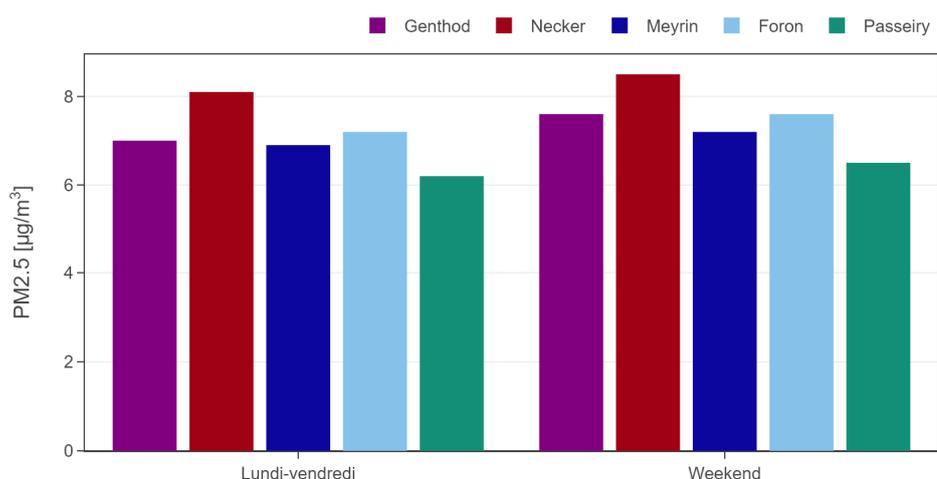
### Moyennes en fonction des jours de la semaine

	Genthod		Necker		Meyrin		Foron		Passeiry	
	PM2.5	PM10	PM2.5	PM10	PM2.5	PM10	PM2.5	PM10	PM2.5	PM10
Période complète	7.2	11.2	8.2	13.6	7.0	11.9	7.4	12.1	6.3	10.9
Lundi à vendredi	7.0	11.1	8.1	13.9	6.9	12.1	7.2	12.4	6.2	10.8
Weekend (samedi-dimanche)	7.6	11.3	8.5	12.8	7.2	11.3	7.6	11.5	6.5	11.0
Différence semaine - weekend	-0.6	-0.2	-0.4	+1.1	-0.3	+0.8	-0.4	+0.9	-0.3	-0.2

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



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

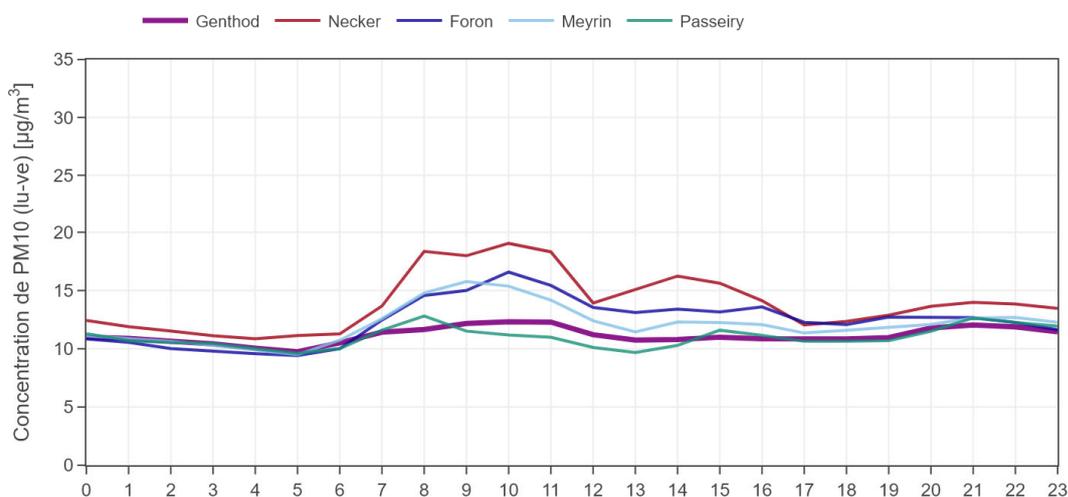


**Figure 12.** Comparaison de moyennes (lundi-vendredi, weekend) pour les PM2.5 (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

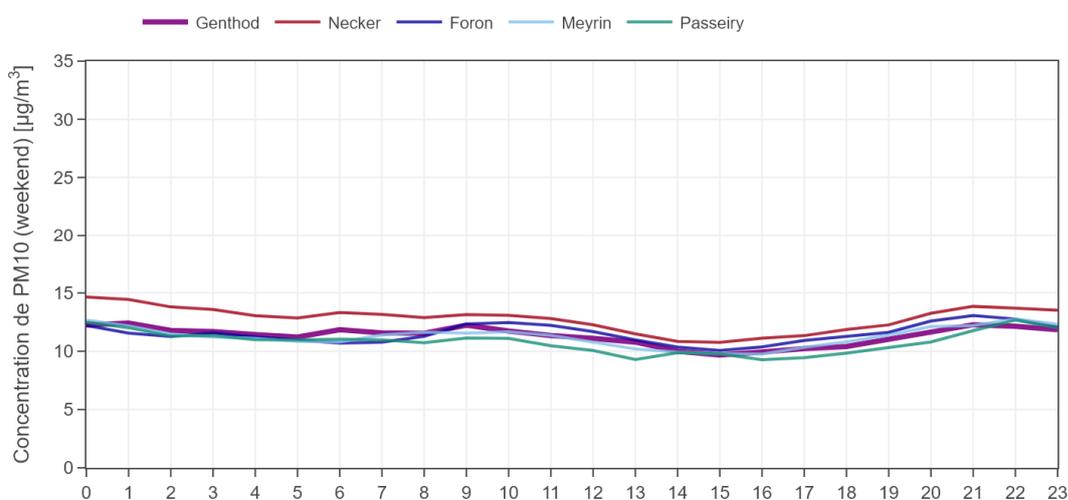
Les différentes moyennes de PM10 et PM2.5 mesurées à la station mobile, sont similaires à celles enregistrées dans les stations suburbaines et inférieures à la station urbaine.

## Journées moyennes

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



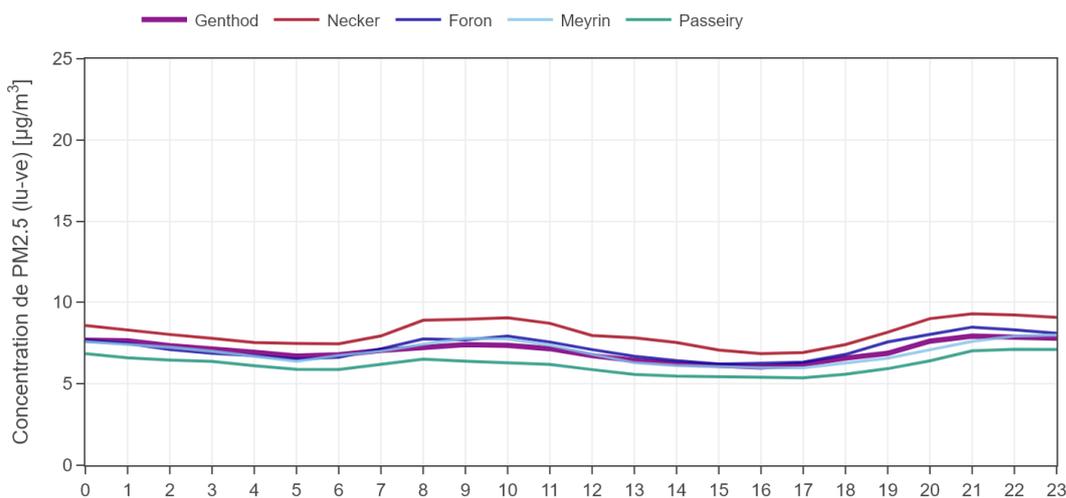
**Figure 13.** Concentrations horaires en PM10 pendant une journée moyenne de la semaine (lundi-vendredi)



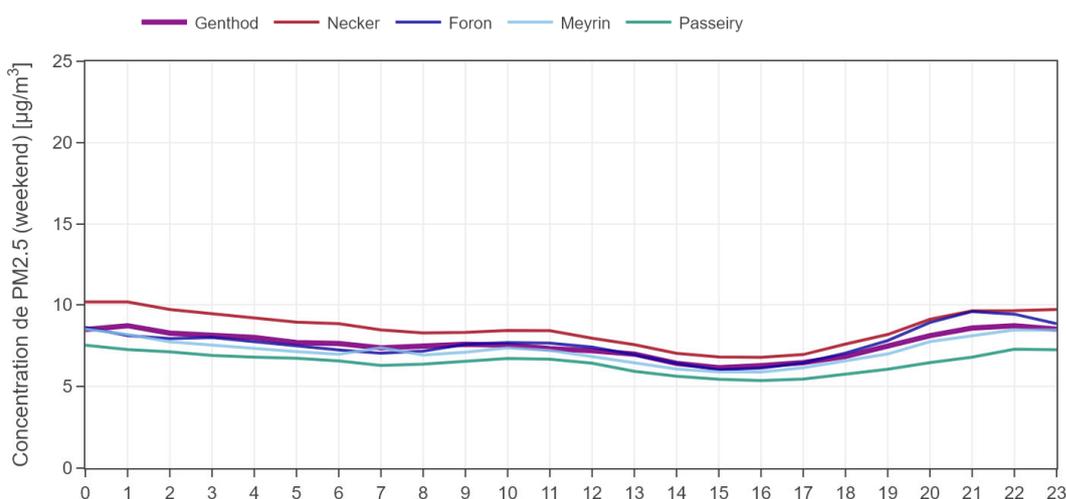
**Figure 14.** Concentrations horaires en PM10 pendant une journée moyenne du weekend

Entre le lundi et le vendredi, les concentrations en PM10 augmentent faiblement vers 7h à Genthod, mais globalement le reste de la journée on observe une variation modérée d'une amplitude de moins de 3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Une fluctuation similaire est constatée entre les différentes stations de mesure avec une concentration plus importante en milieu urbain qu'en milieu rural. On constate que les valeurs enregistrées à Genthod se situent dans la moyenne basse par rapport aux autres stations fixes.

Le weekend, on observe une faible variation de la concentration durant la journée.



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



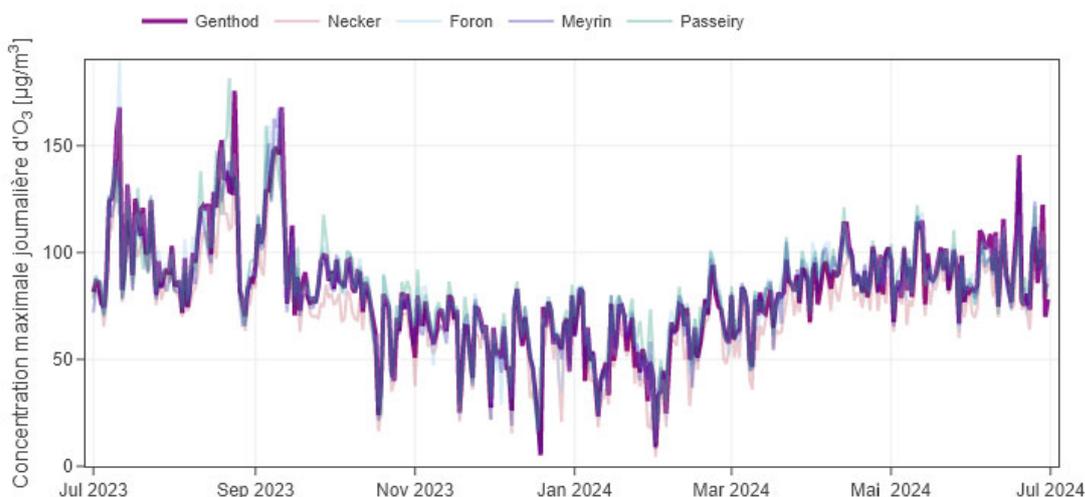
**Figure 16.** Concentrations horaires en PM2.5 pendant une journée moyenne du weekend

Que ce soit pendant la semaine (lundi-vendredi) ou le weekend, les concentrations de PM2.5 se rapprochent fortement de celles des stations suburbaines et rurale. La différence entre les moyennes calculées pour le weekend et pour les autres jours de semaine est nettement moins visible pour ce polluant.

### 7.2.3 Ozone (O<sub>3</sub>)

L'O<sub>3</sub> est un polluant d'origine principalement secondaire qui se forme notamment à partir d'autres polluants précurseurs, tels que les oxydes d'azote et les composés organiques volatiles, sous l'effet du rayonnement solaire et favorisé par des températures élevées.

## Moyennes horaires maximales journalières



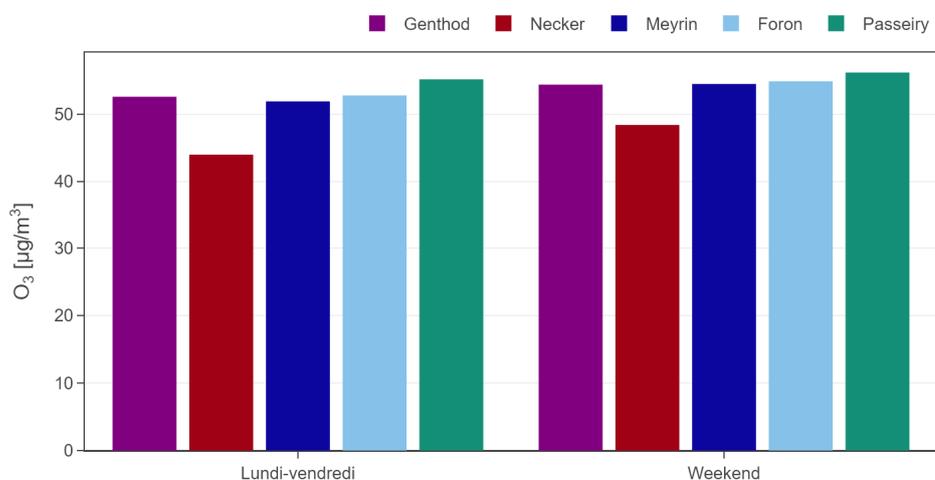
**Figure 17.** Évolution de la concentration horaire maximale journalière en O<sub>3</sub>

Les moyennes horaires maximales journalières d'O<sub>3</sub> mesurées à la station mobile de Genthod sont très proches de celles mesurées dans les stations fixes du ROPAG, en particulier celles situées dans les milieux suburbain et rural.

## Moyennes en fonction des jours de la semaine

	Genthod	Necker	Meyrin	Foron	Passeiry
Période complète	53.1	45.3	52.7	53.4	55.5
Lundi à vendredi	52.6	44.0	51.9	52.8	55.2
Weekend (samedi-dimanche)	54.4	48.4	54.5	54.9	56.2
Différence semaine - weekend	-1.8	-4.4	-2.6	-2.1	-0.9

**Tableau 3.** Comparaison de moyennes (période complète, lundi-vendredi, weekend) de O<sub>3</sub> (en µg/m<sup>3</sup>)



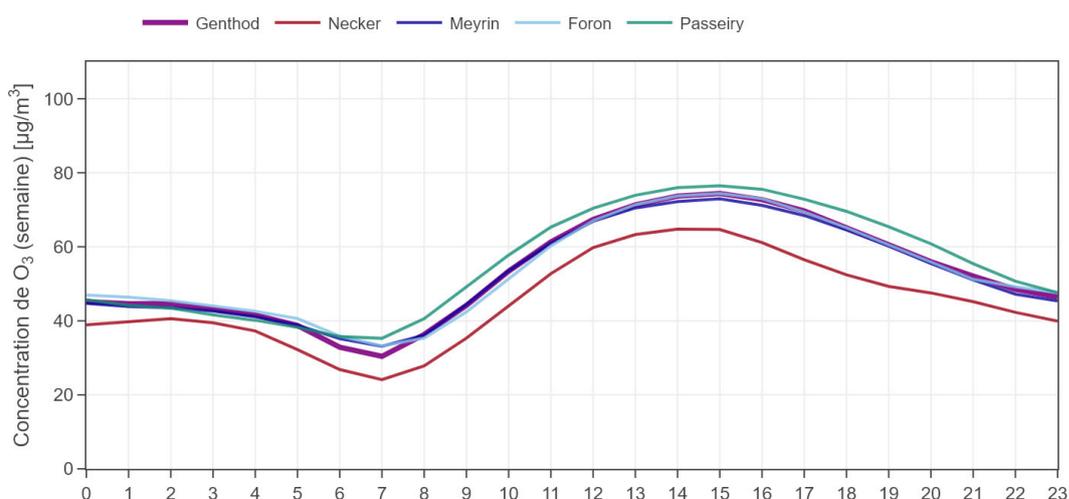
**Figure 18.** Comparaison de moyennes (lundi-vendredi, weekend) pour l'O<sub>3</sub> (en µg/m<sup>3</sup>)

Que ce soit pendant la semaine (lundi-vendredi) ou le weekend, les concentrations moyennes mesurées à la station de Genthod sont similaires à celles mesurés aux stations suburbaines et rurale.

La différence des concentrations en O<sub>3</sub> mesurées durant le weekend ou les autres jours de la semaine est modeste à Genthod, tout comme sur les autres points de mesures non urbains.

### Journée moyenne

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



**Figure 19.** Concentrations horaires en O<sub>3</sub> pendant une journée moyenne de la semaine entière

Le profil journalier de la concentration d'O<sub>3</sub> à la station de Genthod est très similaire à ceux des stations fixes, mais avec des niveaux proches des stations suburbaines et rurale et plus élevés à la station urbaine de Necker.

La figure ci-dessus illustre que le rayonnement solaire participe à la formation d'O<sub>3</sub> (production accrue en milieu d'après-midi, peu après le pic de rayonnement solaire). La baisse de la concentration en O<sub>3</sub> lors de l'augmentation matinale de la circulation (vers 6h - 8h), permet aussi de voir la destruction de l'O<sub>3</sub> entraînée par la présence accrue d'autres polluants, notamment les NO<sub>x</sub>.

## 8 Conclusion

Les valeurs enregistrées lors de cette campagne de mesure à Genthod, pourtant directement sous la trajectoire des avions, au nord-est de la piste, montrent des résultats comparables aux stations fixes situées en milieu suburbain.

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 aérien. Ce constat rejoint ainsi les conclusions des campagnes de mesure précédentes.

### Dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)

- La VLI journalière est respectée sur toute la période de mesure.
- La concentration annuelle respecte la VLI de l'OPair.
- La différence de concentration entre les jours de semaine (lundi-vendredi) et le weekend est faible et similaire à ce qui est observé dans les stations suburbaines.

### Particules fines (PM10, PM2.5)

- Comme sur les quatre autres stations de mesure à Genève, la VLI journalière des PM10 a été ponctuellement dépassée à l'occasion d'un épisode de sable désertique.
- Les concentrations annuelles respectent les VLI annuelles de l'OPair pour les PM2.5 et, largement, pour les PM10.
- En moyenne, pour les PM10 et les PM2.5, la différence de concentration entre le weekend et les autres jours de semaine, est similaire à ce qui est mesuré dans les stations suburbaines.

### Ozone (O<sub>3</sub>)

- Les concentrations sont similaires à celles enregistrées dans les milieux suburbain et rural. Elles ne diffèrent pas de manière significative entre le weekend et les autres jours de la semaine.