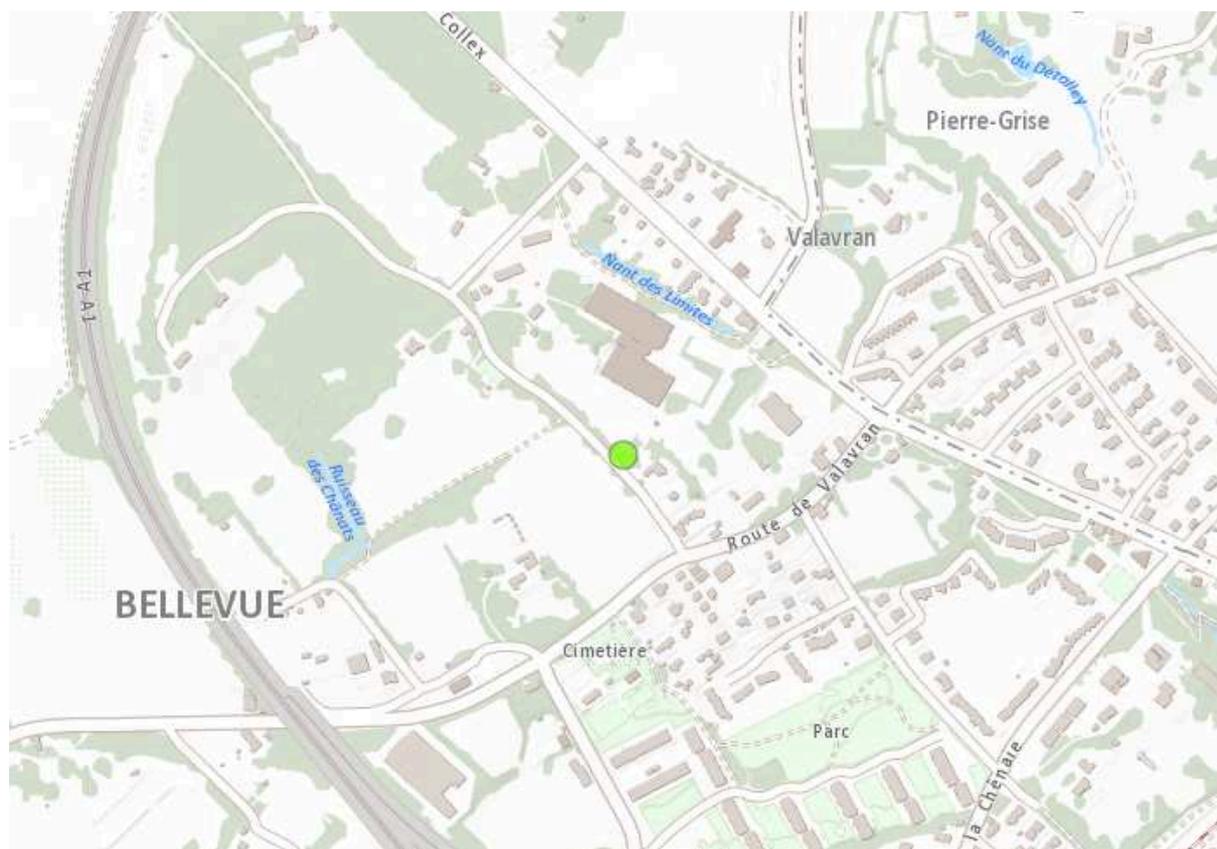




## Campagne de mesure de la qualité de l'air

### Évaluation de l'impact local du trafic aérien - Bellevue (mai 2021-avril 2022)



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	Mouvements aériens .....	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 (NO<sub>2</sub>) .....</i>	<i>6</i>
7.1.2	<i>Particules fines (PM10, PM2.5) .....</i>	<i>9</i>
7.1.3	<i>Ozone (O<sub>3</sub>).....</i>	<i>12</i>
7.2	<i>Analyse de résidus d'hydrocarbures dans les retombées d'aérosols .....</i>	<i>14</i>
7.3	<i>Moyennes sur 12 mois en NO<sub>2</sub>, PM10 et PM2.5 à la station mobile de Bellevue....</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 Bellevue durant une année est de documenter les impacts localisés du trafic aérien sur la qualité de l'air, directement sous la trajectoire nord-est des avions. Ces données contribuent à accroître les connaissances de pollution de l'air dans notre canton et permettent d'étudier l'évolution dans le temps des niveaux de pollution mesurés à proximité de l'aéroport.

## 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 ( $\text{NO}_2$ ) par chimiluminescence.
- Particules fines ( $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2.5}$ ) par méthode optique.
- Ozone ( $\text{O}_3$ ) 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*

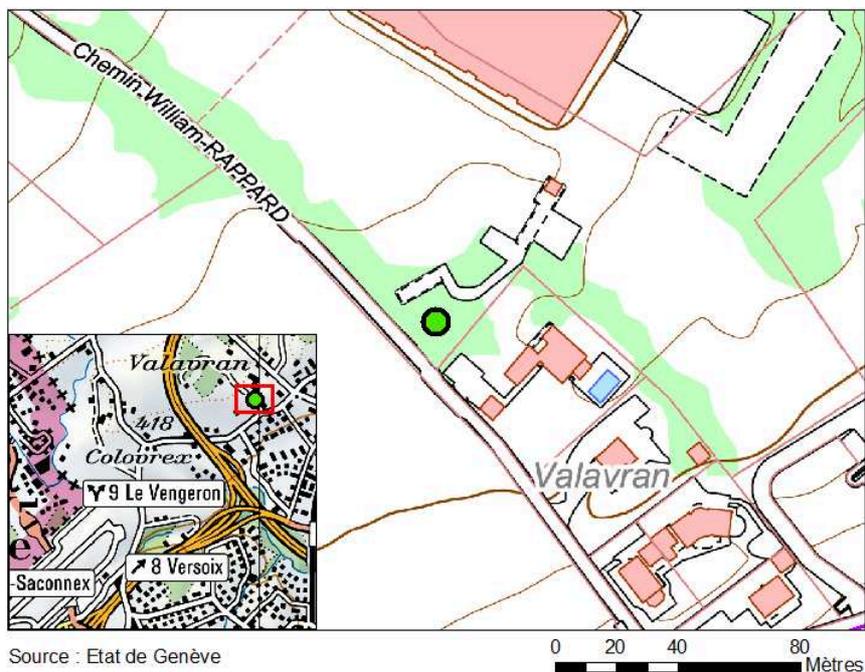
## 3 Période de mesure

La campagne de mesure a eu lieu durant un an, du 1<sup>er</sup> mai 2021 au 30 avril 2022.

## 4 Emplacement

Pour répondre aux besoins de cette campagne, les mesures ont été effectuées à un endroit exposé au trafic aérien, proche de l'aéroport de Genève.

Comme le montre la figure 2 ci-dessous, la station de mesure mobile a été placée sous l'axe de la trajectoire des avions au nord-est, à la hauteur du chemin William-Rappard.



**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)<sup>1</sup>, le positionnement choisi pour cette campagne provisoire classe cette station dans la catégorie : banlieue en pollution de fond.

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 important de prendre en compte les conditions météorologiques sur la période d'intérêt pour objectiver les mesures de la pollution atmosphérique.

La période estivale, entre mai et août 2021, a été marquée par des températures inférieures à la norme<sup>2</sup> et des précipitations excédentaires . Les mois suivants ont été assez ensoleillés et doux. En mars 2022 des poussières sahariennes ont atteint la Suisse à plusieurs reprises.

## 6 Mouvements aériens

Le nombre de mouvements mensuels pendant la campagne de mesure est représenté dans le tableau ci-dessous. La baisse du trafic aérien, découlant des bouleversements entraînés par l'émergence du Covid-19, est très visible pour les mois de mai et juin 2021. Ensuite, on constate un rapprochement progressif avec la situation prédominant avant la pandémie.

Mois	Année	Nombre de mouvements	Différence avec la moyenne 2017-2019 (%)
Mai	2021	5824	-63.8
Juin	2021	7465	-53.6
Juillet	2021	11197	-31.8
August	2021	11717	-25.3
Septembre	2021	11359	-29.3
Octobre	2021	11641	-25.7
Novembre	2021	9773	-25.6
Décembre	2021	11291	-24.4
Janvier	2022	11424	-27.9
Février	2022	11929	-20.6
Mars	2022	14661	-14.9
Avril	2022	13658	-13.4

**Tableau 1.** Mouvements aériens mensuels et différence avec la moyenne pré-confinement (2017-2019) (source : Genève Aéroport 2022)

<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> Selon la norme 1991-2020 en usage à compter de 2022.

## 7 Analyse des résultats

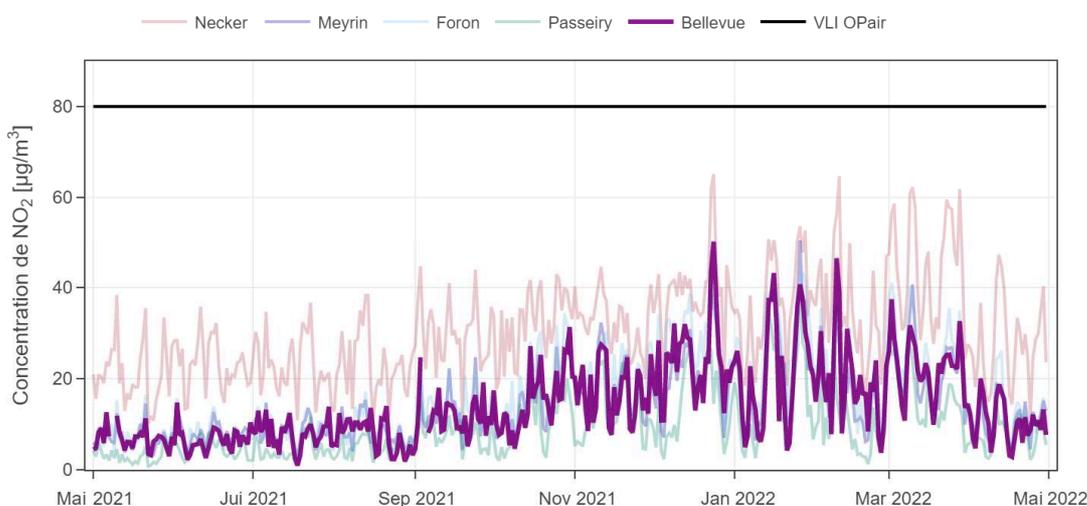
### 7.1 Comparaisons des mesures de la station mobile avec celles des stations fixes

Les figures ci-après comparent les mesures effectuées à la station mobile localisée à Bellevue (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 (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>. 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 NO<sub>2</sub> 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<sub>x</sub> interviennent également dans la formation de l'O<sub>3</sub> troposphérique.

#### Moyennes journalières



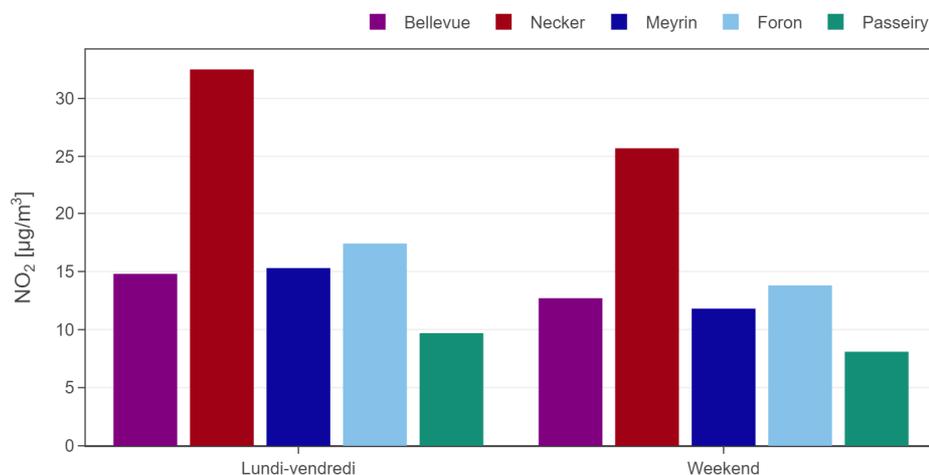
**Figure 4.** Évolution de la moyenne journalière en NO<sub>2</sub>

Les concentrations de NO<sub>2</sub> sont proches de celles mesurées dans les stations suburbaines de Foron et Meyrin. Aucun dépassement de la VLI journalière n'a été enregistré durant la période de mesure.

## Moyennes sur des périodes données

	Bellevue	Necker	Meyrin	Foron	Passeiry
	NO <sub>2</sub>				
Période entière	14.2	30.5	14.3	16.4	9.3
Jours de la semaine (de lundi à vendredi)	14.8	32.5	15.3	17.4	9.7
Weekend (samedi- dimanche)	12.7	25.7	11.8	13.8	8.1
Différence semaine-weekend	+2.1	+6.8	+3.5	+3.6	+1.6

**Tableau 2.** Comparaison de moyennes (lundi-vendredi, weekend, période entière) de NO<sub>2</sub> (en µg/m<sup>3</sup>) du 01.05.2021 au 30.04.2022



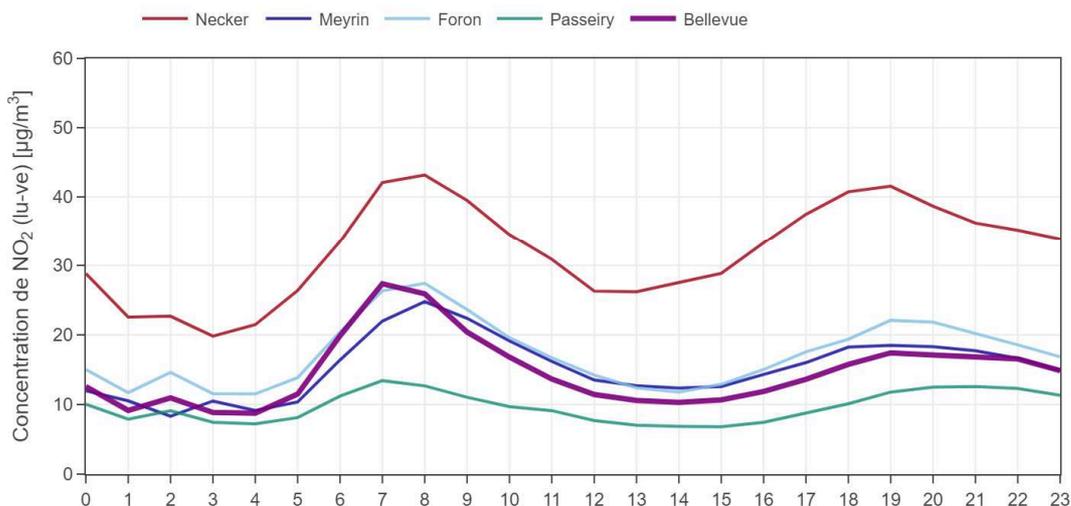
**Figure 5.** Comparaison de moyennes (lundi-vendredi, weekend) pour le NO<sub>2</sub> (en µg/m<sup>3</sup>)

Les concentrations de NO<sub>2</sub> mesurées à Bellevue montrent des niveaux similaires à ceux que l'on trouve dans la station suburbaine de Meyrin.

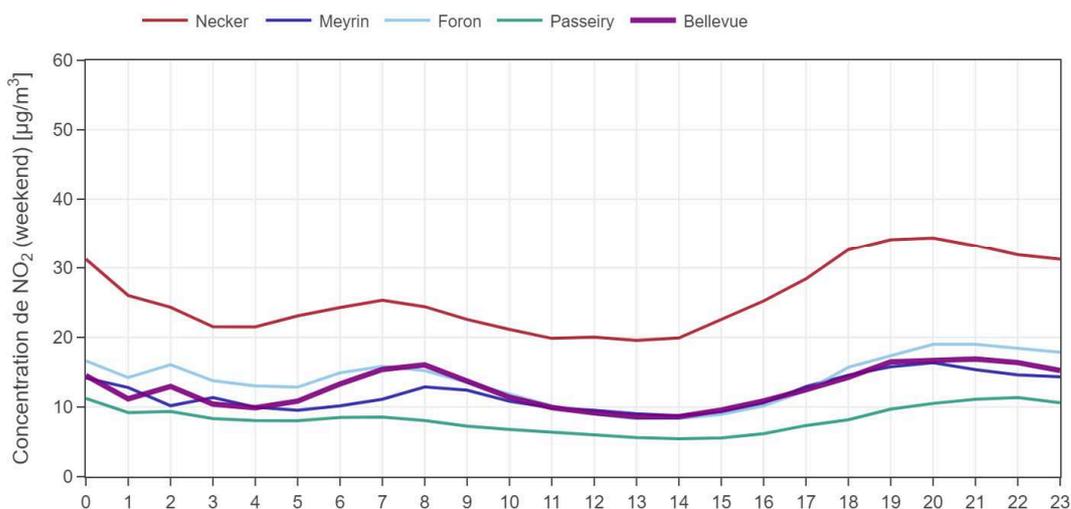
On remarque des concentrations légèrement plus faibles le weekend que les jours de la semaine à Bellevue.

## 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 6.** Concentrations horaires en  $\text{NO}_2$  pendant une journée moyenne de la semaine (lundi-vendredi)



**Figure 7.** Concentrations horaires en  $\text{NO}_2$  pendant une journée moyenne du weekend

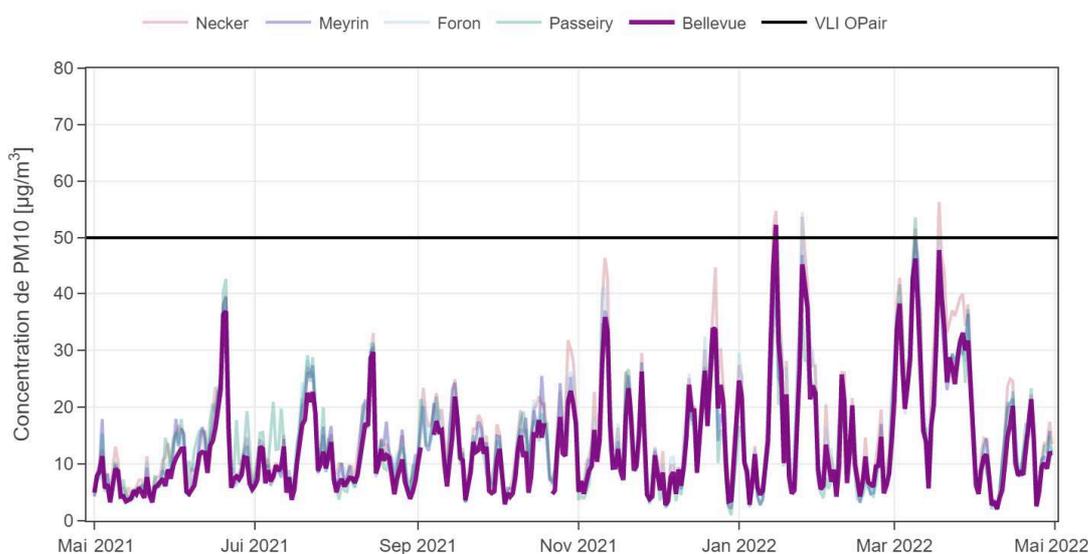
Les concentrations de  $\text{NO}_2$  se rapprochent des niveaux des stations suburbaines de Foron et de Meyrin. Comme pour les stations fixes, on constate une augmentation matinale qui est probablement liée au trafic routier. On observe aussi une légère remontée en fin d'après-midi.

Le weekend, le pic matinal s'atténue très largement tandis que la remontée du soir demeure.

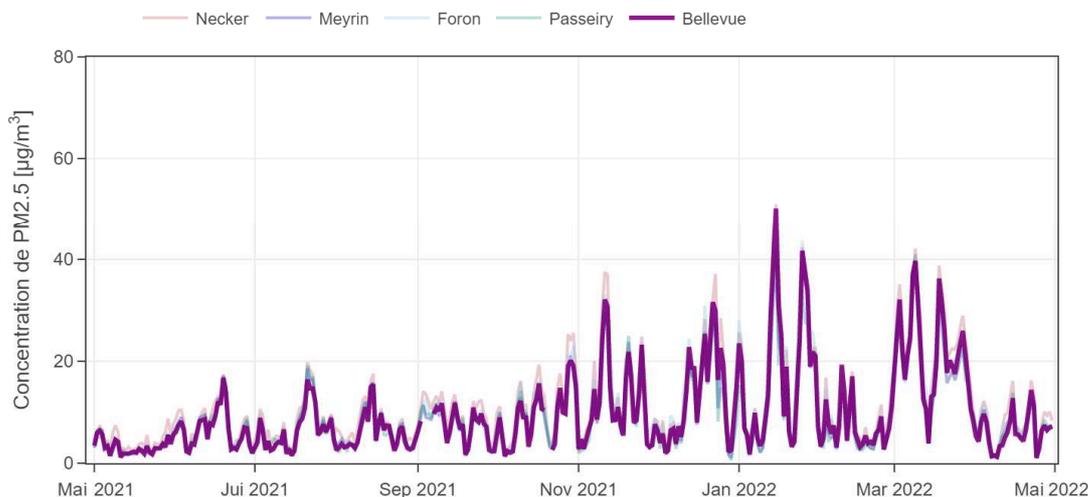
### 7.1.2 Particules fines (PM10, PM2.5)

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  $\mu\text{m}$  et les PM2.5 celles ayant un diamètre inférieur à 2.5  $\mu\text{m}$ . 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 8.** Évolution de la moyenne journalière en PM10



**Figure 9.** Évolution 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 Bellevue s'inscrit dans cette tendance.

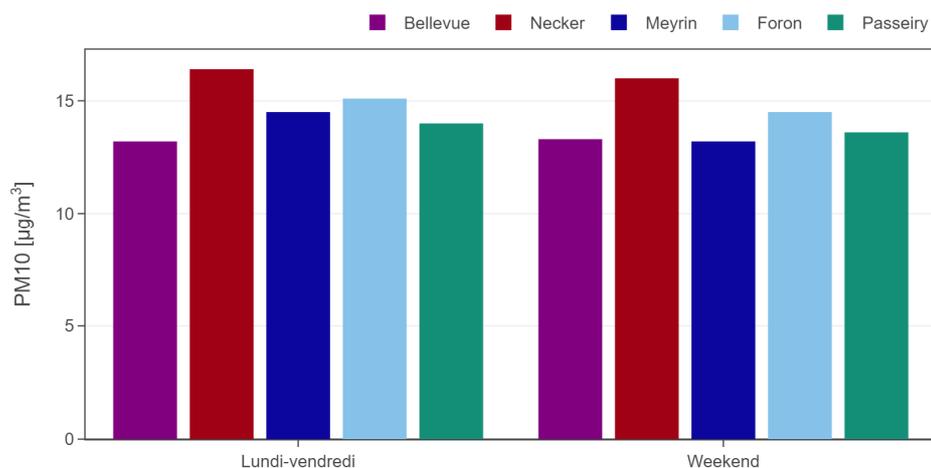
La moyenne journalière de PM10 dépasse la VLI journalière de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  à Bellevue et dans toutes les stations fixes, notamment lors d'épisodes d'inversion de température en janvier et lors d'un épisode de poussières de sables sahariens en mars.

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

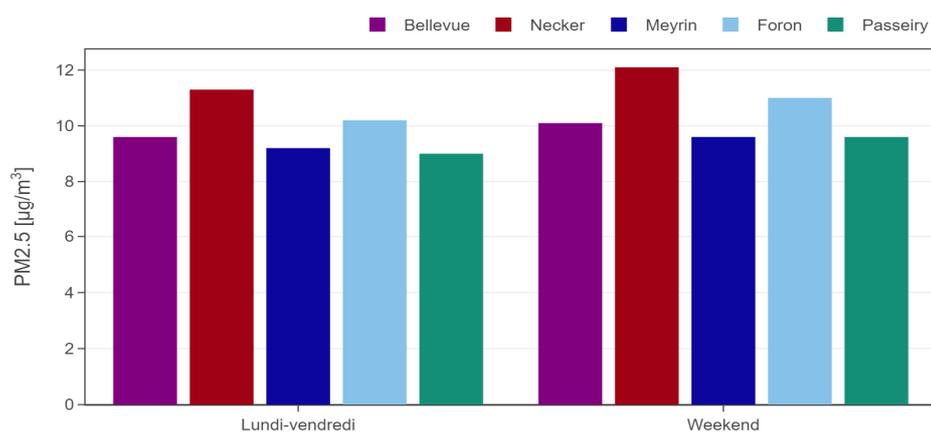
## Moyennes sur des périodes données

	Bellevue		Necker		Meyrin		Foron		Passeiry	
	PM2.5	PM10	PM2.5	PM10	PM2.5	PM10	PM2.5	PM10	PM2.5	PM10
Période entière	9.6	13.2	11.5	16.2	9.3	14.1	10.4	14.9	9.2	13.9
Jours de la semaine (de lundi à vendredi)	9.5	13.2	11.3	16.4	9.2	14.5	10.2	15.1	9.0	14.0
Weekend (samedi- dimanche)	10.1	13.3	12.1	16.0	9.6	13.2	11.0	14.5	9.6	13.6
Différence semaine-weekend	-0.6	-0.1	-0.8	0.4	-0.4	1.3	-0.8	0.6	-0.6	0.4

**Tableau 3.** Comparaison de moyennes (lundi-vendredi, weekend, période entière) de PM10 et PM2.5 (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) du 01.05.2021 au 30.04.2022



**Figure 10.** Comparaison de moyennes (lundi-vendredi, weekend) pour les PM10 (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

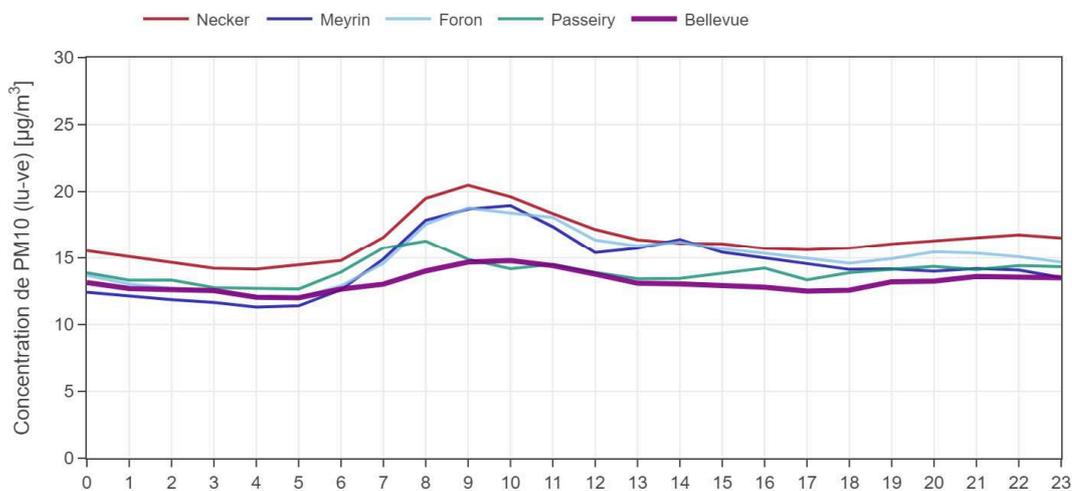


**Figure 11.** Comparaison de moyennes (lundi-vendredi, weekend) pour les PM2.5 (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

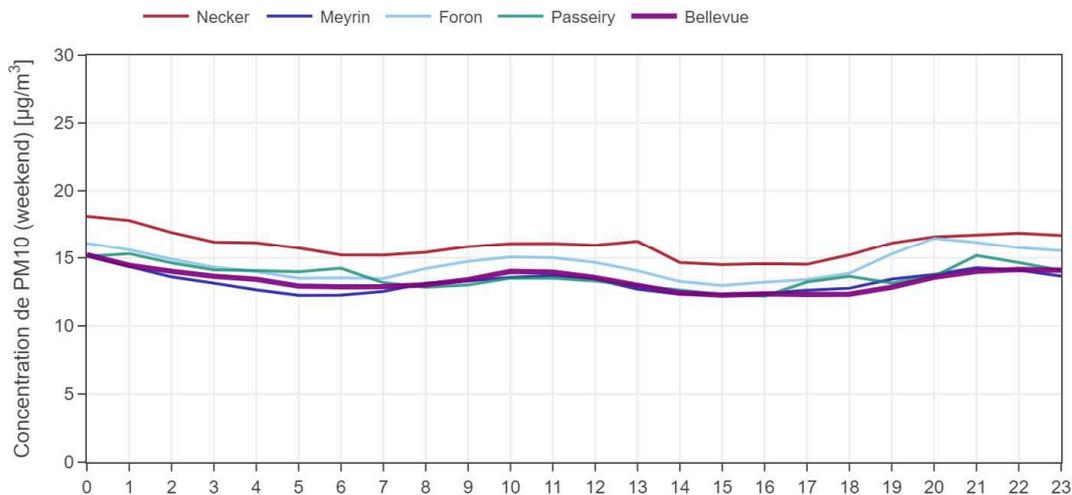
Les différentes moyennes de PM10 et PM2.5 à la station mobile de Bellevue sont semblables aux moyennes enregistrées dans les stations suburbaines et rurales.

## 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).



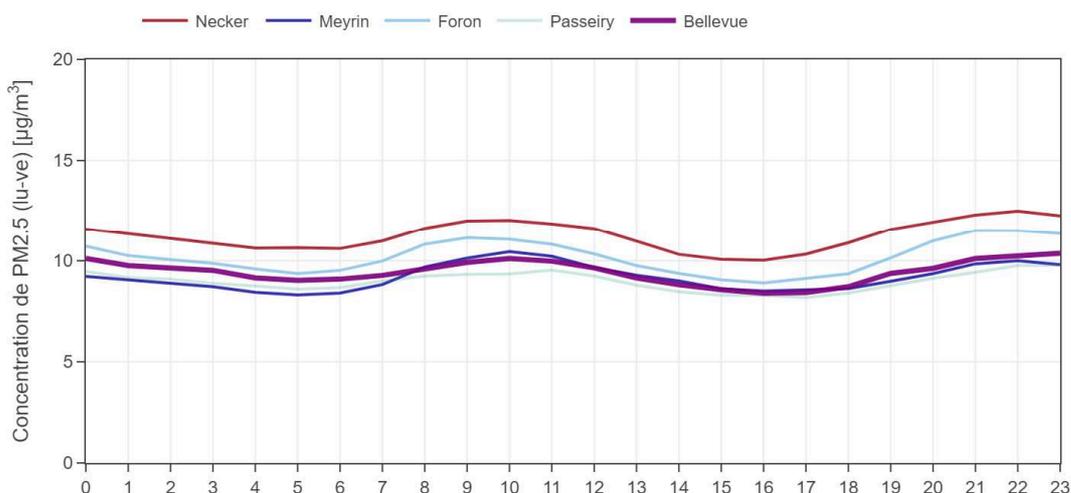
**Figure 12.** Concentrations horaires en PM10 pendant une journée moyenne de la semaine (lundi-vendredi)



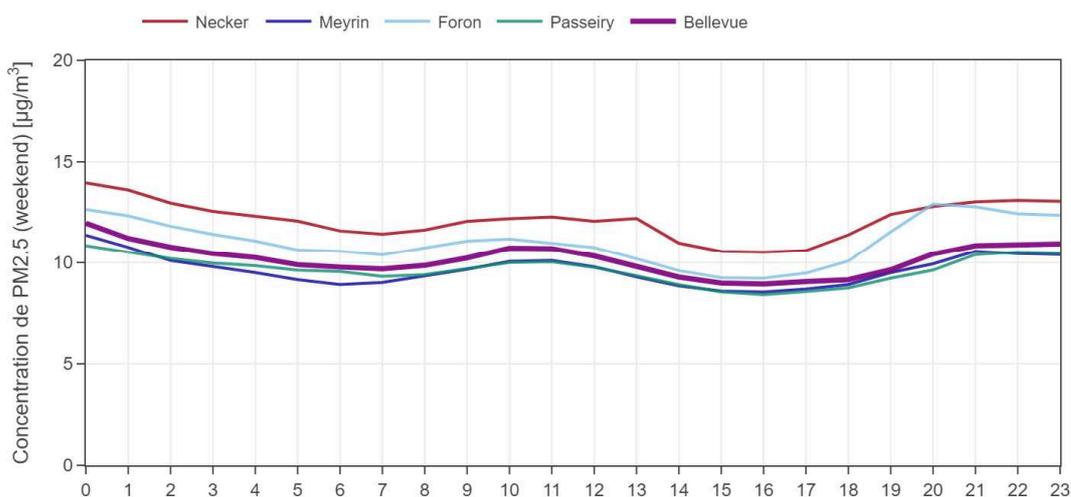
**Figure 13.** Concentrations horaires en PM10 pendant une journée moyenne du weekend

Les concentrations en PM10 montrent un léger pic le matin entre 8h et 10h 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. On constate que les valeurs enregistrées à Bellevue comptent parmi les moins élevées par rapport aux autres stations.

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



**Figure 14.** Concentrations horaires en PM2.5 pendant une journée moyenne de la semaine (lundi-vendredi)



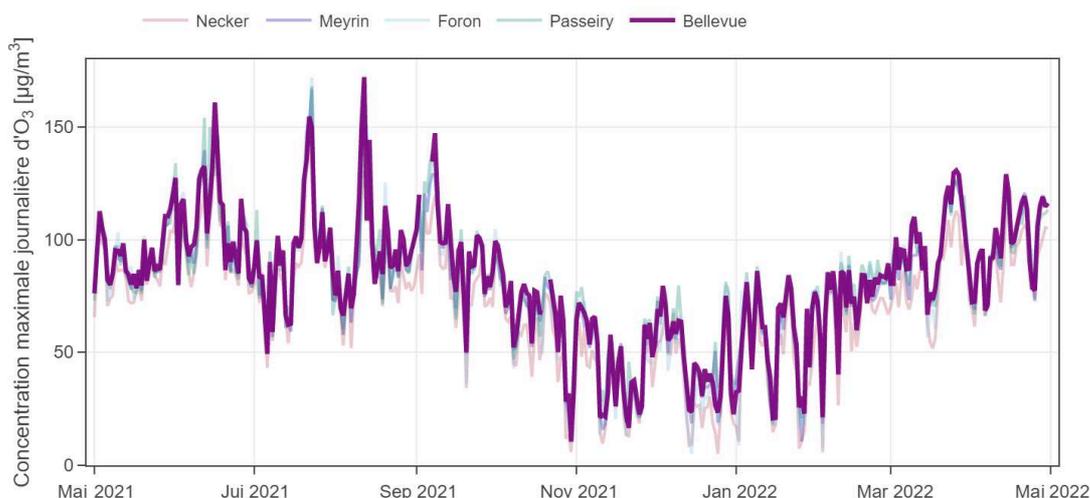
**Figure 15.** Concentrations horaires en PM2.5 pendant une journée moyenne du weekend

Les concentrations de PM2.5 se rapprochent fortement de celles des stations suburbaines et rurale. La fluctuation journalière est très faible.

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

L'O<sub>3</sub> 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 oxydes d'azote et les composés organiques volatiles sous l'effet conjoint du rayonnement solaire et des températures élevées.

## Moyennes horaires maximales journalières



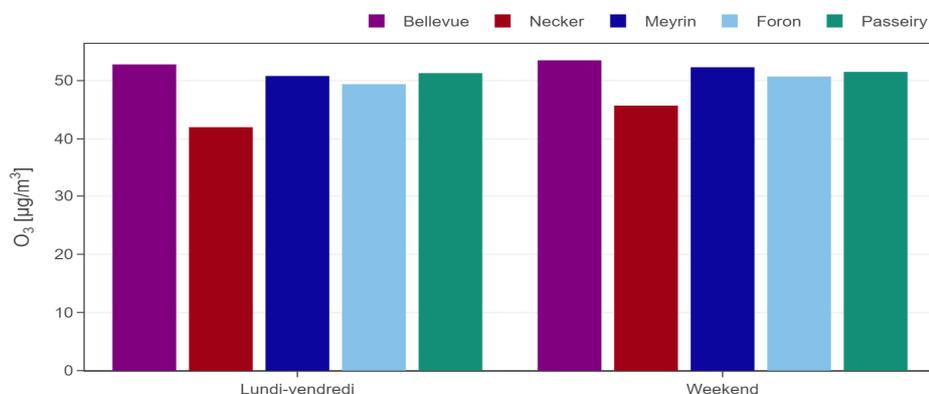
**Figure 16.** Évolution de la concentration horaire maximale journalière en  $O_3$

Les valeurs horaires maximales journalières d' $O_3$  mesurées à la station mobile de Bellevue sont proches des valeurs mesurées dans les autres stations fixes du ROPAG, en particulier celles situées dans les milieux suburbain et rural.

## Moyennes sur des périodes données

	Bellevue	Necker	Meyrin	Foron	Passeiry
Période entière	53.0	43.0	51.2	49.8	51.3
Jours de la semaine (de lundi à vendredi)	52.8	42.0	50.8	49.4	51.3
Weekend (samedi- dimanche)	53.5	45.7	52.3	50.7	51.5
Différence semaine-weekend	-0.7	-3.7	-1.5	-1.3	-0.2

**Tableau 5.** Comparaison de moyennes (lundi-vendredi, weekend, période entière) de  $O_3$  (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) du 01.05.2021 au 30.04.2022



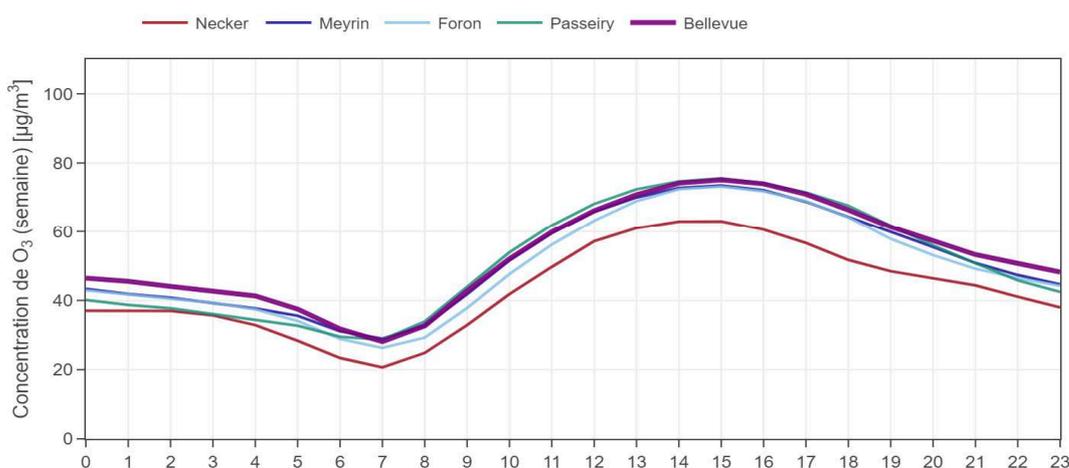
**Figure 17.** Comparaison de moyennes (lundi-vendredi, weekend) pour l' $O_3$  (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

La différence entre les jours de la semaine et le weekend est négligeable pour Bellevue. La seule station où cette différence est légèrement plus marquée est Necker, située en centre-ville, où l'on mesure le weekend une diminution notable des NO<sub>x</sub> (qui participent à la destruction de l'O<sub>3</sub>).

On constate aussi des taux d'O<sub>3</sub> pour Bellevue similaires aux stations de Meyrin et Passeiry, étant donné la faible présence de NO<sub>x</sub>.

### 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 18.** Concentrations horaires en O<sub>3</sub> pendant une journée moyenne de la semaine (tous les jours)

Le graphique ci-dessus montre que l'ensoleillement favorise la formation d'O<sub>3</sub> (production accrue en milieu d'après-midi, lorsque le rayonnement solaire est à son plus haut niveau). De plus, la baisse de la concentration en O<sub>3</sub> lors de l'augmentation matinale de la circulation (vers 6-7 h), permet aussi de voir que d'autres polluants, notamment les NO<sub>x</sub>, entraînent la destruction de l'O<sub>3</sub>.

### 7.2 Analyse de résidus d'hydrocarbures dans les retombées d'aérosols

Dans le but d'évaluer la présence d'hydrocarbures dans les retombées d'aérosols, une méthode analytique a été développée et validée en laboratoire. Cette méthode comprend une extraction des échantillons suivie d'une analyse par GC-MS<sup>3</sup> permettant de différencier des sources d'hydrocarbures (essence, kérosène) et de détecter des traces de ce type de résidus.

Sur la période allant du 4 mai 2021 au 26 avril 2022, l'analyse des retombées d'aérosols récoltés sur la station mobile tous les 28 jours n'a pas permis de mettre en évidence la présence de résidus d'hydrocarbures dans les retombées d'aérosols.

Par ailleurs, aucune différence n'a été observée avec des mesures faites sur un site éloigné de l'aéroport (station fixe de Foron).

<sup>3</sup> Chromatographie gazeuse couplée à la spectrométrie de masse



**Figure 19.** Bêcher de collecte d'aérosols sur le toit de la station de Bellevue

### **7.3 Moyennes sur 12 mois en NO<sub>2</sub>, PM10 et PM2.5 à la station mobile de Bellevue**

Le paragraphe 7.1 ci-dessus analyse les résultats, pour 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.

Parmi ceux-ci, trois ont une VLI annuelle (NO<sub>2</sub>, PM10 et PM2.5).

Nous avons ainsi calculé les moyennes annuelles en NO<sub>2</sub>, PM10 et PM2.5 à la station mobile de Bellevue sur la période allant du 1<sup>er</sup> mai 2021 - 30 avril 2022. On obtient :

- NO<sub>2</sub> : 14.2 µg/m<sup>3</sup>
- PM10 : 13.2 µg/m<sup>3</sup>
- PM2.5 : 9.6 µg/m<sup>3</sup>

Ces valeurs respectent les VLI annuelles pour le NO<sub>2</sub> (30 µg/m<sup>3</sup>), les PM10 (20 µg/m<sup>3</sup>) et les PM2.5 (10 µg/m<sup>3</sup>).

## 8 Conclusion

Les valeurs enregistrées lors de cette campagne de mesures à Bellevue, sur un site exposé au trafic aérien, montrent que les stations fixes situées dans un contexte similaire (suburbain) donnent des résultats comparables et représentatifs du milieu.

Les investigations menées sur les retombées d'aérosols indiquent qu'aucune trace détectable et spécifique d'hydrocarbures (essence ou kérosène) n'a pu être observée.

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.

L'essentiel en bref:

### **Oxydes d'azote (NO, NO<sub>2</sub>)**

- La VLI journalière en NO<sub>2</sub> est respectée sur la période de mesure.
- La concentration annuelle en NO<sub>2</sub> respecte la VLI annuelle de l'OPair.
- La différence de concentration de NO<sub>2</sub> entre la semaine et le weekend est faible et similaire à ce qui est observé dans les stations suburbaines et rurale.

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

- La VLI journalière en PM10 n'est pas toujours respectée sur la période de mesure. Elle a été dépassée à l'occasion d'une inversion de température en janvier, période propice à l'accumulation de particules fines à basse altitude.
- La concentration annuelle respecte la VLI annuelle de l'OPair pour les PM10 et les PM2.5.
- Les différences de concentrations de PM10 et de PM2.5 entre la semaine et le weekend sont faibles, de manière similaire à ce qui est observé dans les stations suburbaines et rurale.

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

- Les concentrations d'O<sub>3</sub> mesurées à la station de Bellevue se situent dans la fourchette haute du canton. En effet, l'O<sub>3</sub>, fortement influencé par l'ensoleillement, est aussi limité par la présence de NO<sub>x</sub> participant à sa destruction. Les taux de NO<sub>x</sub>, plutôt bas à Bellevue, explique cette accumulation de l'O<sub>3</sub>.