

AGENCE D'ESSAI FERROVIAIRE



RAPPORT

SITE DE MESURE DES PARTICULES EN CONTINU EN GARE DE SEVRAN-BEAUDOTTES - 2019

DOC054178-00 / MES019200

AGENCE D'ESSAI FERROVIAIRE

21, avenue du Président Allende
F - 94407 Vitry sur Seine CEDEX – France

affaire.aef@sncf.fr

TEL : +33 (0)1 47 18 84 11 / FAX : + 33 (0)1 47 18 84 00

Laboratoire Matériaux - Environnement - Structure

Destinataire :

DIRECTION DES GARES D'ILE DE FRANCE

A l'attention de Mme. WATBLED Anaïs
10 RUE CAMILLE MOKE
93212 SAINT DENIS
France

SITE DE MESURE DES PARTICULES EN CONTINU EN GARE DE SEVRAN BEAUDOTTES - 2019

Résumé :

L'Agence d'Essai Ferroviaire a réalisé une campagne de mesure de la qualité de l'air (site de mesure en continu) en gare de Sevrans-Beaudottes de janvier à décembre 2019. Les mesures ont porté sur les concentrations en particules PM10 et PM2,5. Les concentrations moyennes annuelles en PM10 et PM2,5 ont été respectivement de 223 et 95 µg/m³.

La répartition mensuelle des concentrations moyennes a montré que le mois de juillet 2019 a enregistré les concentrations en PM10 et PM2,5 les plus importantes sur la période de mesure. La comparaison des données disponibles en 2019 avec l'année précédente a montré une diminution des concentrations moyennes en PM10 et PM2,5. Ces dernières ont diminué de 8% et 5% pour les PM10 et les PM2,5 entre 2018 et 2019.

Elaboration du rapport

Rédacteur

Nom : BRUN Ghislain
Fonction : Technicien d'essai

Vérificateur

Nom : CARRILHO Heidi
Fonction : Responsable du centre de compétence

Approbation du rapport

Nom : DUPONT Laurent
Fonction : Responsable du Pôle

Avertissement :

Les résultats présentés dans ce document ne se rapportent qu'aux produits soumis à l'essai, suivant les conditions indiquées dans son contenu.

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

SUIVI DES MODIFICATIONS

Version	Date de publication	Motivation et Objet de la Modification	Paragraphe(s) concerné(s)
Version 00	Indiquée sur la signature numérique		

La dernière version Annule et Remplace les versions précédentes

DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE EXTERNE AEF

Références	Intitulé
Airparif Site internet : http://www.airparif.asso.fr/etat-air/bilan-annuel	Bilan de la qualité de l'air – Année 2019 Surveillance et information en Ile-de-France

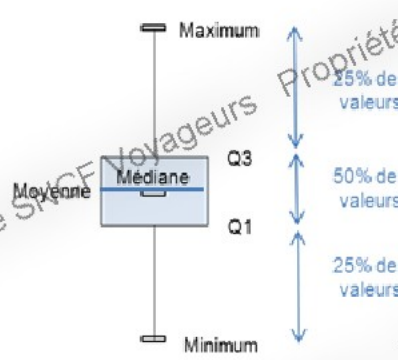
DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE INTERNE AEF

Références	Intitulé
DOC054177	Site de mesures de particules en continu en gare de Magenta (2019)

SYMBOLES ET ABRÉVIATIONS

Symboles (unités)	Définitions
$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Microgramme par mètre cube

DÉFINITIONS

Termes	Définitions
Boîte à moustaches	<p>Une boîte à moustache est un graphique représentant la répartition d'une série statistique. Ce traitement de données permet de représenter plusieurs informations :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La médiane de l'ensemble des données ; - La moyenne de l'ensemble des données ; - Les percentiles 25 (Q1) et 75 (Q3) qui correspondent aux extrémités de la boîte et qui contiennent 50% des données ; - Les minima et maxima aux extrémités des moustaches.  <p>Le diagramme illustre une boîte à moustaches. À l'extrémité supérieure, une ligne horizontale est étiquetée 'Maximum'. Une double flèche verticale descendante à sa droite indique la zone '25% des valeurs' jusqu'à la ligne 'Q3'. À l'intérieur de la boîte, une ligne horizontale est étiquetée 'Médiane'. Une autre double flèche verticale descendante à sa droite indique la zone '50% des valeurs' jusqu'à la ligne 'Q1'. À l'intérieur de la boîte, une autre ligne horizontale est étiquetée 'Moyenne'. Une dernière double flèche verticale descendante à sa droite indique la zone '25% des valeurs' jusqu'à la ligne 'Minimum' à l'extrémité inférieure.</p>
Humidité relative	L'humidité relative est donnée par le rapport entre la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air et la quantité de vapeur d'eau maximale possible (définition Météo France)
LoRa (réseau)	Le réseau LoRa (réseau étendu à longue portée) est un protocole de télécommunication permettant la communication à bas débit, par radio, d'objets à faible consommation électrique et connectés à l'Internet via des passerelles, participant ainsi à l'Internet des objets.
Médiane	La médiane est l'indicateur statistique qui partage la distribution d'un ensemble de données statistiques en deux parties égales, de sorte que 50% des données se situent au-dessus de la médiane et 50% des données se situent en dessous de cette valeur. (Définition INSEE)
Moyenne	La moyenne est l'indicateur statistique le plus répandu et le plus simple afin de résumer l'information fournie par un ensemble de données statistiques. Elle est égale à la somme de ces données divisée par leur nombre. (Définition INSEE)
PM10	Particules de diamètre aérodynamique moyen inférieur à 10 micromètres (µm)
PM2,5	Particules de diamètre aérodynamique moyen inférieur à 2,5 micromètres (µm)
TEOM	Tapered Element Oscillating Microbalance (microbalance à élément conique oscillant) : principe de mesure qu'utilise l'analyseur automatique de poussières

SOMMAIRE DU RAPPORT:

1 - OBJET	7
2 - METHODOLOGIE	7
2.1 - Descriptif de la gare	7
2.2 - Polluants mesurés	7
2.3 - Moyens de mesure	8
2.4 - Emplacement du site et période de mesure	8
2.5 - Méthodologie d'acquisition et de gestion des données	9
3 - RESULTATS ET COMMENTAIRES	10
3.1 - Niveaux moyens observés sur le quai en gare de Sevrans-Beaudottes	10
3.2 - Variabilité temporelle	11
3.4 - Comparaison des principaux résultats avec le site continu en gare de Magenta... ..	22
4 - FACTEURS D'INFLUENCE ET DE CONFORT	25
4.1 - Trafic ferroviaire et fréquentation	25
4.2 - Ventilation	29
4.3 - Qualité de l'air extérieur	29
5 - CONCLUSION	37
ANNEXES	38

1 - OBJET

La Direction des Gares d'Île-de-France (DGIF) a sollicité l'Agence d'essai ferroviaire (AEF) concernant la réalisation de différentes études relatives à la pollution particulaire dans l'air des gares souterraines et mixtes d'Île-de-France afin d'en approfondir les connaissances.

L'amélioration de la qualité de l'air dans les enceintes ferroviaires souterraines (EFS) est un sujet sur lequel la SNCF s'est impliquée depuis 2000. Le programme mis en place depuis 2016 s'inscrit quant à lui dans le cadre du renforcement de la surveillance de la qualité de l'air intérieur, prévu par le Grenelle de l'Environnement, dans le but de mieux renseigner les niveaux d'empoussièrement tout en étudiant les facteurs d'influence. Il n'existe pas de décret d'application spécifique à la surveillance de la qualité de l'air dans les EFS, ni de norme en vigueur dans ces lieux recevant du public. La gare de Sevrان-Beaudottes a déjà fait l'objet de campagnes de mesures de polluants gazeux et particulaires. La dernière s'est déroulée en 2017, dans le cadre des campagnes 15 jours ou 3 semaines réalisées dans 25 gares d'Île-de-France. Depuis juin 2018, la gare de Sevrان-Beaudottes est équipée au même titre que la gare de Magenta d'un analyseur pour la mesure en continu des concentrations en particules PM10 et PM2,5.

Le présent rapport restitue les résultats relatifs à l'exploitation du site de mesures en continu des particules PM10 et PM2,5 dans la gare de Sevrان-Beaudottes sur la période de janvier à décembre 2019.

2 - METHODOLOGIE

2.1 - Descriptif de la gare

La gare de Sevrان-Beaudottes se situe sur la ligne B du RER, dans le département de la Seine-Saint-Denis. Cette gare comporte deux voies et deux quais entièrement souterrains. Le bâtiment voyageur, c'est-à-dire l'espace comprenant le hall voyageurs et le guichet, et les accès aux quais sont aériens. Des tunnels encadrent la gare à chaque extrémité des quais. Un descriptif de la gare figure en Annexe 1.

2.2 - Polluants mesurés

Les mesures de qualité de l'air ont porté sur les concentrations en particules en suspension de fractions PM10 et PM2,5. Elles font partie des polluants, parmi ceux mesurés réglementairement dans l'air extérieur, dont les concentrations sont plus élevées en général dans les EFS que dans l'air ambiant extérieur, en particulier sur les quais souterrains.

Les particules sont capables de pénétrer dans l'appareil respiratoire et peuvent se déposer au niveau des alvéoles pulmonaires pour la fraction la plus fine (PM2,5).

De par les études menées antérieurement à la SNCF et dans d'autres réseaux ferroviaires souterrains, il est établi que leur présence est essentiellement due à l'activité ferroviaire :

- lors de l'usure des matériaux de freinage du fait de la friction roue-frein ;
- lors du contact roue-rail ;
- lors des contacts entre le matériel roulant et le système d'alimentation électrique.

La concentration en particules dans la gare est également sous l'influence de l'air extérieur. Cette influence varie en fonction d'un certain nombre de paramètres tels que la profondeur de la gare ou encore son fonctionnement aéraulique (volumétrie de la gare,

existence ou non d'un système de ventilation). L'évolution de la concentration dans l'air extérieur, notamment lors de pics de pollution, aura donc un impact plus ou moins fort sur la qualité de l'air dans les EFS. Les voyageurs sont également une source de particules (usure des vêtements, des chaussures, des sols).

2.3 - Moyens de mesure

Le site de mesures en continu mis en place en gare de Sevrans-Beaudottes est équipé d'un analyseur automatique de particules (TEOM 1405-D) installé dans une baie de mesure.

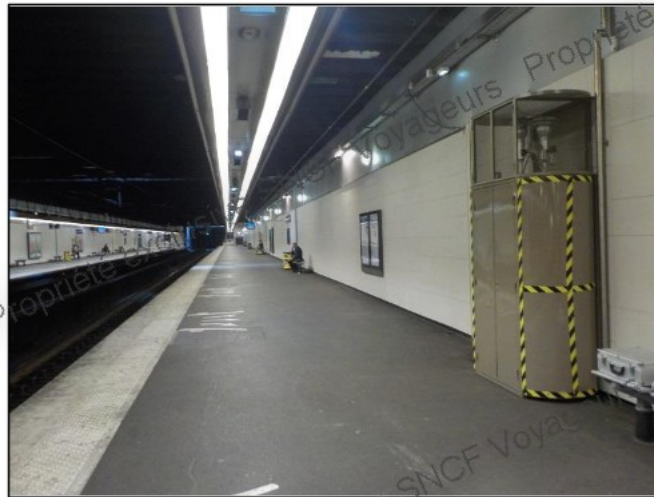


Figure 1 - Baie de mesure en gare de Sevrans-Beaudottes contenant l'analyseur automatique de particules (TEOM)

Le principe de mesure du TEOM (Tapered Element Oscillating Microbalance – ou microbalance à élément conique oscillant) repose sur une analyse de la variation de fréquence d'un élément conique oscillant supportant un filtre. La quantité de poussières aspirées et retenues sur le filtre augmente la masse du système oscillant et produit alors une décroissance de la fréquence de vibration de l'élément conique. Cette variation de fréquence mesurée en continu est alors convertie en variation de masse permettant ensuite d'obtenir une concentration des particules en suspension dans l'air (PM10 et PM2,5). L'analyseur automatique renseigne les concentrations en particules, en masse, avec un pas de temps de 15 minutes. Ce pas de temps permet de disposer de données temporelles fines sur les niveaux de particules en gare.

2.4 - Emplacement du site et période de mesure

Le site de mesure a été installé sur le quai de la voie 2 dans le sens de circulation Paris-banlieue parisienne, en direction de l'Aéroport Paris Charles de Gaulle. Cet emplacement se situe au milieu du quai, ce qui permet d'obtenir les données les plus représentatives. La localisation du point de mesure figure en **Annexe 2**.

Le site de mesure fonctionnant en continu, ce rapport détaille les mesures effectuées du 01/01/2019 au 31/12/2019 inclus. Cette période d'un an permet d'avoir suffisamment de données collectées et validées donnant une robustesse aux statistiques présentées dans les résultats. L'installation sur site de l'appareil a eu lieu en juin 2018 ce qui a entraîné une disponibilité des données sur 7 mois. Au contraire, en 2019, nous avons une période d'un an complet donnant une robustesse aux statistiques présentées dans les résultats.

2.5 - Méthodologie d'acquisition et de gestion des données

Les protocoles d'acquisition des données, de surveillance du site, de traitement et de validation des données sont décrits dans les documents internes de l'AEF et repris brièvement ci-dessous.

2.5.1 - Acquisition des données

L'intervalle d'acquisition des données des TEOM a été fixé à quinze minutes. Ce pas de temps a été retenu car il correspond à un compromis entre la sensibilité de l'analyseur TEOM (liée à la masse minimale détectable et à la concentration en particules pendant les périodes d'ouverture au public de la gare) et le suivi des évolutions des concentrations sans perte d'information notable sur les phénomènes ponctuels ou transitoires. Cet intervalle d'acquisition des données conduit à une concentration minimale détectable de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur les deux tailles de particules.

2.5.2 - Protocole de surveillance et suivi

Le protocole de surveillance du matériel de mesure et de suivi des données est basé sur les connaissances préalables de l'AEF sur la maintenance des TEOM et sur l'évolution des niveaux des concentrations en particules dans les gares souterraines.

La nécessité d'un niveau élevé de disponibilité des données impose une surveillance régulière des analyseurs pour palier à toute défaillance (la plus fréquente étant la rupture d'alimentation électrique). La récupération des données est réalisée de manière manuelle en l'absence de couverture réseau suffisante au niveau de l'emplacement de mesure. La récupération des données est effectuée lors des opérations de maintenance périodique. En parallèle un système a été développé exploitant le réseau LoRa, permettant de récupérer sur un serveur certains paramètres de fonctionnement de l'analyseur de particules. Ce système a permis de suivre le bon fonctionnement de l'analyseur à distance au cours de l'année 2019.

2.5.3 - Protocole de validation et de traitement des données

Le protocole de validation est basé sur un traitement par tableur des données brutes collectées. Ces données sont exportées au format Excel dans un fichier adapté. Celui-ci permet de mettre en évidence par un code de couleur (formats conditionnels) tous les éventuels dysfonctionnements du matériel de mesure (bruit électronique, colmatage du filtre de collection, dépassement de valeurs limites en débit, température, hygrométrie, etc.), ainsi que les intervalles entre deux données supérieures à 15 minutes, traduisant un arrêt de l'alimentation électrique et conduisant à des valeurs manquantes.

Les valeurs manquantes sont liées :

- aux coupures de courant. Ces coupures sont dues à des arrêts volontaires pour maintenance des installations électriques ou des arrêts involontaires suite à des défaillances ;
- aux périodes de maintenance des analyseurs, maintenance nécessaire pour maintenir la qualité des mesures.

Les données validées de concentration en particules, de température et d'hygrométrie sont ensuite transférées dans une autre feuille Excel qui réalise la mise en forme par tableaux de moyennes horaires, tableaux de moyennes par périodes (24 heures, nuit, pointes du matin et du soir, service commercial) et de graphiques journaliers

(concentrations en PM10 et PM2,5 ; températures et hygrométrie). Le fichier final comporte ces éléments sur une semaine d'acquisition de données.

3 - RESULTATS ET COMMENTAIRES

Les résultats sont dans un premier temps représentés sous forme de statistiques, boîtes à moustaches, du fait du grand nombre de données disponibles (site en continu). Les boîtes à moustaches sont des représentations graphiques qui permettent d'observer plus facilement la distribution d'une série de données. Une définition ainsi qu'une illustration sont fournies en début de rapport et rappelées en **Figure 2**.

Ce paragraphe contient également les profils de concentrations en particules à différentes échelles : journalière, hebdomadaire et mensuelle.

3.1 - Niveaux moyens observés sur le quai en gare de Sevrans-Beaudottes

Le traitement des données de concentrations en moyenne horaire en particules PM10 et PM2,5 est présenté sous forme de boîte à moustaches pour l'année 2019 en **Figure 2**.

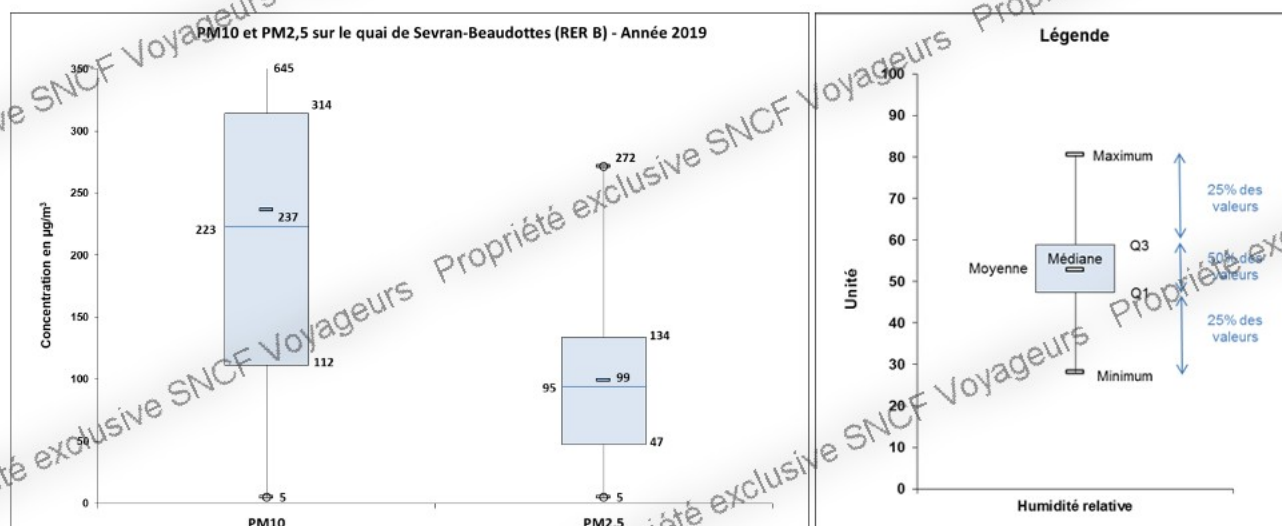


Figure 2 - Boîtes à moustaches des concentrations en moyennes horaires pour les PM10 et PM2,5 exprimés en µg/m³ en gare de Sevrans-Beaudottes (RER B - 2019)

Les boîtes à moustaches montrent une distribution relativement homogène des concentrations en PM10 et PM2,5. Les valeurs maximales sont isolées et importantes. Concernant les PM10, la moitié des concentrations mesurées sont comprises entre **112 et 315 µg/m³**, avec une moyenne de **223 µg/m³** et une médiane légèrement supérieure à **237 µg/m³**. Pour les PM2,5, la moitié des concentrations mesurées sont comprises entre **47 et 134 µg/m³**, pour une moyenne de **95 µg/m³** et une médiane qui également légèrement supérieure à la moyenne sur la période de **99 µg/m³**. La proportion moyenne de particules PM2,5 dans les particules PM10 est de 43%, soit un **ratio moyen PM2,5/PM10 de 0,43**. Ce ratio est obtenu en réalisant la moyenne des ratios horaires journaliers sur toute l'année.

La concentration horaire maximale mesurée a été observée le 04/07/2019, sur la tranche horaire 12h00-13h00 pour les PM10 et le 01/07/2019, sur la tranche horaire 20h00-21h00 pour les PM2,5. Durant ces tranches horaires, la concentration en PM10 a atteint **645**

$\mu\text{g}/\text{m}^3$, soit près de 3 fois la concentration moyenne mesurée en gare de Sevrans-Beaudottes sur la totalité de la période de mesure. La concentration en $\text{PM}_{2,5}$ mesurée le 01/07/2019 sur la tranche horaire 20h00-21h00, est de $272 \mu\text{g}/\text{m}^3$, soit une concentration plus de 2 fois supérieure à la concentration moyenne mesurée pour les $\text{PM}_{2,5}$ lors de l'année 2019.

Ces concentrations maximales sont survenues lors de l'heure de pointe du midi et du soir et n'ont pas été mesurées en dehors des périodes d'ouverture de la gare au public. Il n'est donc pas exclu que celles-ci soient en lien avec la réalisation de travaux dans le secteur de la gare de Sevrans-Beaudottes. Ces valeurs atypiques étant nettement supérieures aux moyennes horaires annuelles sur les mêmes périodes, nous ne sommes pas en mesure de les expliquer.

Conclusion :

Les concentrations moyennes sur l'année 2019, en PM_{10} et en $\text{PM}_{2,5}$ sont respectivement de **223 et $95 \mu\text{g}/\text{m}^3$** . Les concentrations horaires maximales mesurées en PM_{10} et $\text{PM}_{2,5}$ sont près de 3 fois supérieures aux concentrations moyennes mesurées pour chacune des deux fractions de particules en gare de Sevrans-Beaudottes. Ces concentrations maximales ont été mesurées lors des périodes de pointe du matin et du soir où les concentrations mesurées sont habituellement moins importantes (cf. paragraphe 3.2.3).

3.2 - Variabilité temporelle

Les données présentées comprennent des profils journaliers, hebdomadaires et mensuels.

3.2.1 - Variabilité mensuelle

Les profils mensuels en particules PM_{10} et $\text{PM}_{2,5}$ mesurés en gare de Sevrans-Beaudottes sont présentés en **Figure 3**.

Les niveaux moyens mensuels ont été calculés en effectuant la moyenne des concentrations hebdomadaires sur chaque mois. Une distinction a été effectuée entre les niveaux moyens hebdomadaires obtenus à partir des moyennes journalières sur 24 heures et à partir des moyennes journalières calculées sur la période correspondant à l'ouverture de la gare (5h00 (J) à 1h00 (J+1)), appelée « service commercial ». Cette distinction permet de tenir compte de l'absence de circulations des trains de voyageurs en dehors des périodes d'ouverture de la gare. Les niveaux observés en service commercial sont plus importants car les niveaux les plus faibles, qui sont principalement observés lors des périodes de fermeture de la gare, n'entrent pas dans le calcul des concentrations moyennes mesurées en service commercial.

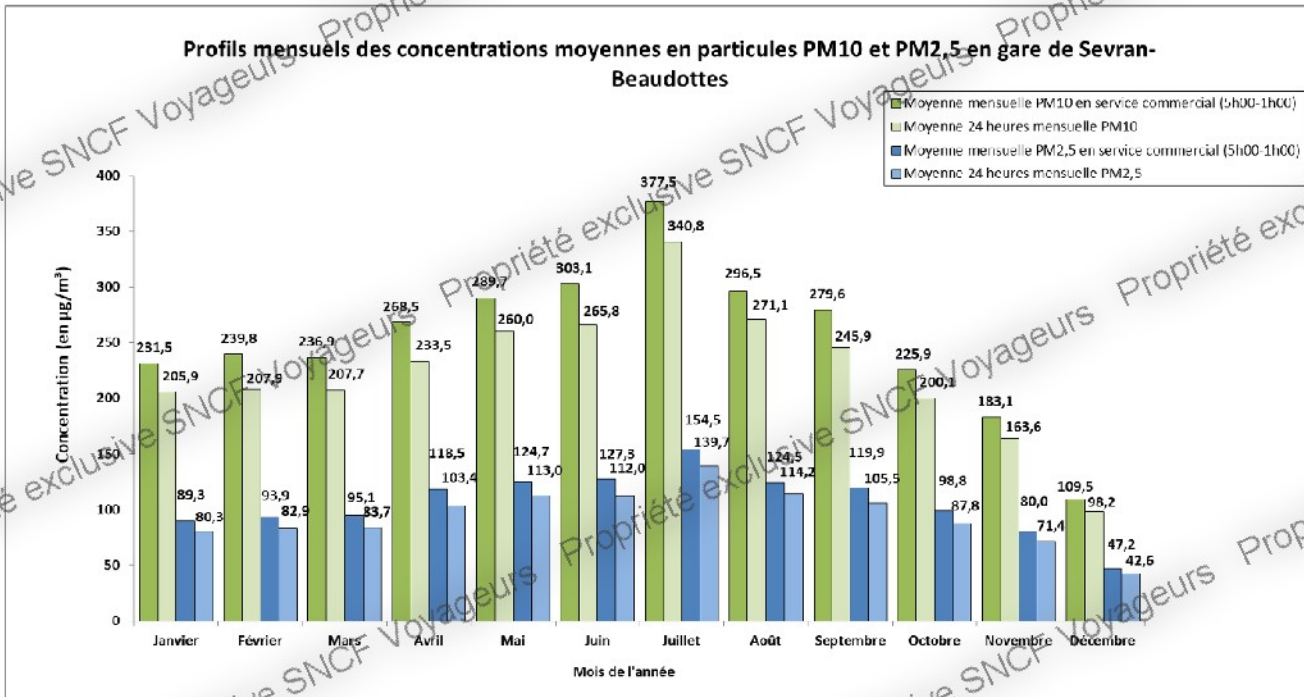


Figure 3 : Evolution des profils mensuels en PM10 et en PM2,5 exprimés en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en gare de Sevran-Beaudottes (RER B) pour l'année 2019.

L'observation des niveaux moyens mensuels en particules PM10 et PM2,5 sur la période d'ouverture de la gare lors de l'année 2019, permettent d'établir les constats suivants :

- Les concentrations moyennes mensuelles en service commercial, les plus importantes sont mesurées lors du mois de **juillet** avec des valeurs respectives en **PM10 et en PM2,5 de 377,5 et de 154,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** ;
- Le mois de **novembre 2019** montre les **concentrations moyennes les plus basses** de l'année. (Le mois de décembre comportant une majorité de journée de grèves, il est donc mis à part dans l'analyse de la concentration moyenne la plus basse). Les concentrations moyennes mensuelles durant la période d'ouverture de la gare au public lors de ce mois sont de **183,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les PM10 et 80,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les PM2,5**.
- Le premier trimestre 2019 montre des concentrations en PM10 et PM2,5 assez similaires, de l'ordre de **235 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour la fraction PM10** et de l'ordre de **90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les PM2,5** en service commercial. Il apparaît ensuite une augmentation progressive des concentrations sur la période d'avril à juin pour les deux fractions de particules avant d'observer une nette augmentation de ces dernières entre les mois de juin et juillet 2019. Cette hausse est d'environ de 25% pour les PM10 et de 20% pour les PM2,5. Ces dernières diminuent ensuite progressivement tout au long du reste de l'année.

Le mois de décembre a été marqué par un mouvement national de grève. L'analyseur a été en fonctionnement durant toute la période de grève annoncée par les organisations syndicales. Ainsi, du 05/12/2019 au 31/12/2019 la concentration moyenne durant les jours de grève est de **96 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les PM10, et de 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les PM2,5**. Sur cette même période en dehors des jours de grève les concentrations moyennes en PM10 et PM2,5 ont été respectivement de **187 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et 78 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** . Soit des baisses respectives d'environ **49% pour la fraction PM10 et 42% pour la fraction PM2,5**. Cette baisse des concentrations en particules est en lien avec la diminution des trains en circulation faisant suite au mouvement de grève. Le nombre de trains ayant circulé, en moyenne, lors des journées de grève du 10 et 12 décembre 2019 (jour ouvrable de grève) était de 112 contre 309 trains pour les journées du 12 et du 14 novembre 2019 (jours ouvrables sans grève). Soit une baisse du nombre de trains de **64%** lors de ces 2 journées de grève.

Conclusion :

Les concentrations moyennes mensuelles en PM10 et PM2,5 les plus importantes de l'année 2019 ont été mesurées lors du mois de **juillet** avec respectivement **377,5 et 154,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** en service commercial. Les concentrations en PM10 et PM2,5 les plus faibles sont ainsi mesurées lors du mois de novembre 2019 avec respectivement **183,1 et 80,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** en service commercial. Le mois de décembre quant à lui, a été marqué par des grèves qui ont eu un impact prononcé sur les diminutions de concentrations observées. Les concentrations mesurées sur cette période d'un an restent relativement élevées.

3.2.2 - Variabilité hebdomadaire

Les profils hebdomadaires en particules PM10 et PM2,5 obtenus en calculant les moyennes journalières pour les différents jours de la semaine sur toute la période de mesure en gare de Sevrans-Beaudottes sont présentés en **Figure 4**.

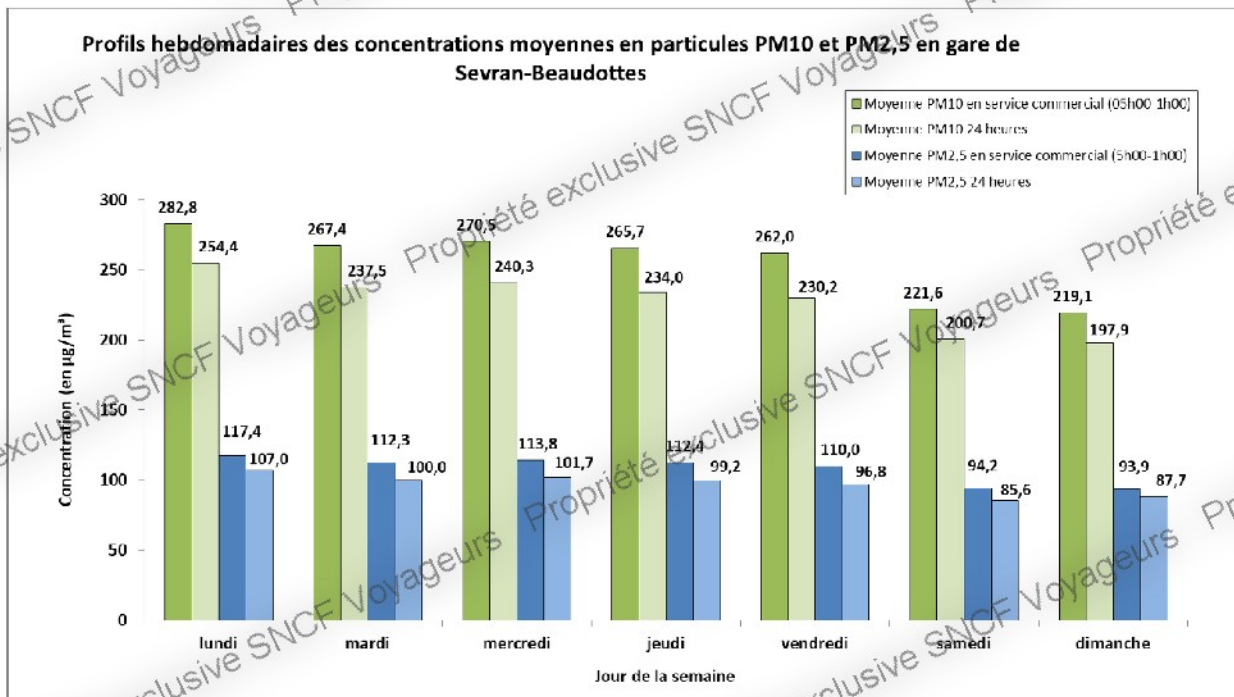


Figure 4 - Evolution des profils hebdomadaires en PM10 et en PM2,5 exprimés en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en gare de Sevrans-Beaudottes (RER B) pour 2019.

Les résultats présentés en **Figure 4** montrent que les niveaux moyens en particules sont stables les jours ouvrés (du lundi au vendredi) : entre **262 et 283 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** pour les particules PM10 et entre **110 et 117 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** pour les PM2,5 sur la période d'ouverture de la gare au public (moyenne en service commercial).

Une faible diminution s'observe les samedis et dimanches par rapport aux jours ouvrés aussi bien pour les concentrations en PM10 que pour les PM2,5. Cette diminution est de :

- **19% pour les PM10** avec une concentration moyenne de 220,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (service commercial);
- **17% pour les PM2,5** avec une concentration moyenne de 94,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (service commercial).

Ces résultats sont en partie liés à la baisse du nombre de trains en circulation durant les week-ends (cf. chapitre 4.1).

3.2.3 - Variabilité journalière

Les profils journaliers des concentrations en particules PM10 et PM2,5 sont présentés en **Figure 5**. Ils représentent les niveaux moyens observés chaque heure de la journée pour les jours ouvrés sur l'année 2019.

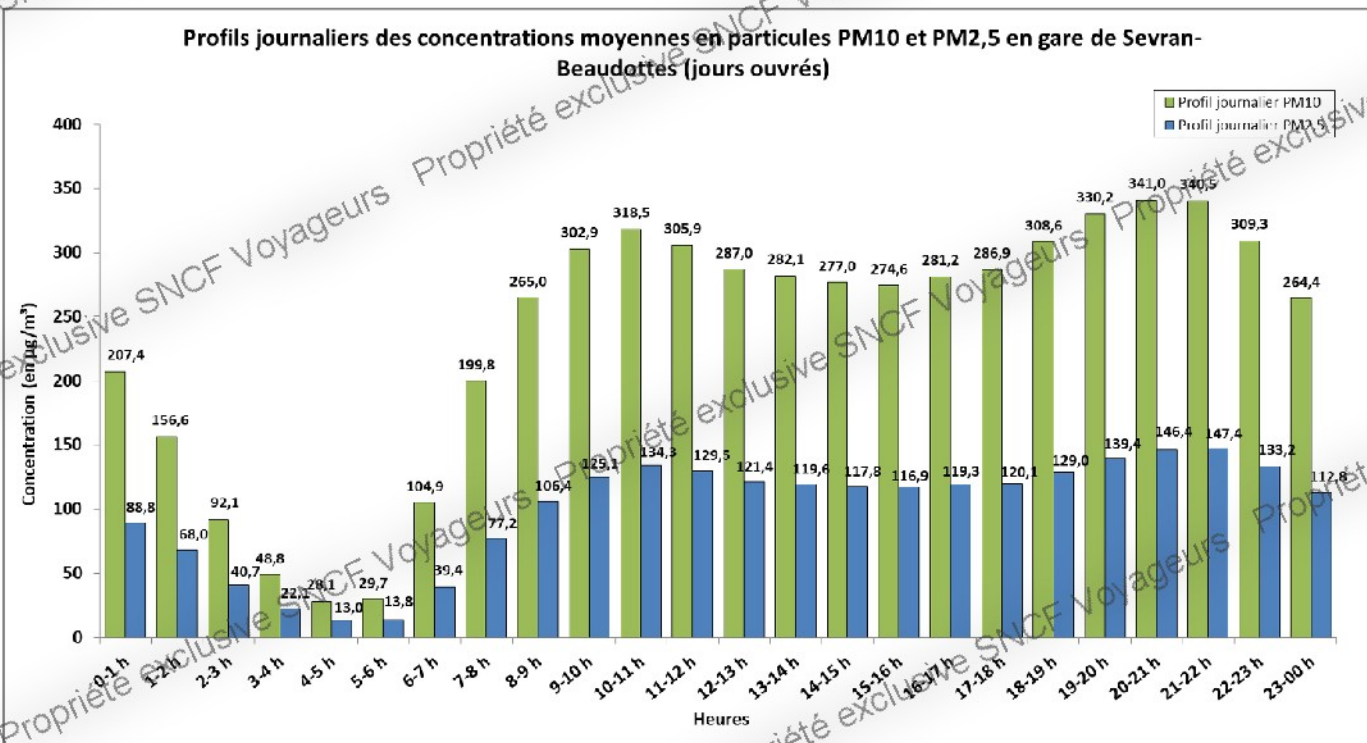


Figure 5 - Evolution des profils journaliers en PM10 et PM2,5 en gare de Sevan-Beaudottes pour 2019 (jours ouvrés).

DOC054178-00 / MES019200

GR_DOC42P2

Les profils journaliers présentés en **Figure 5** pour les particules PM10 et PM2,5 montrent une évolution journalière similaire aussi bien pendant qu'en dehors des périodes d'ouverture de la gare au public. Ces profils montrent 3 périodes importantes :

- une **période de pointe le matin**, approximativement de **8h00 à 12h00** ;
- une **période de pointe le soir** d'environ de **18h00 à 22h00** ;
- une **période de fermeture** de la gare au public de **01h00 à 05h00** (absence de circulations).

Durant les périodes de pointe, les concentrations horaires moyennes maximales sont mesurées, pour les deux fractions de particules, sur les créneaux horaires **10h – 11h** et **20h – 21h**. Ainsi, aux heures de pointe du matin et du soir, les concentrations horaires moyennes maximales en particules sont respectivement de **318,5 et 341,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les PM10** et de **134,3 et 147,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les PM2,5**.

Les concentrations les plus faibles sont mesurées durant la période de fermeture de la gare au public. Sur cette période, les niveaux d'empoussièrement diminuent jusqu'à environ **28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les PM10** et **13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les PM2,5**.

Les fluctuations observées sur le profil PM2,5 sont de plus faible amplitude que celles observées pour les PM10. Ceci peut s'expliquer par la taille des particules émises lors des circulations ferroviaires qui sont majoritairement des particules grossières. En effet, le temps de dépôt des particules en suspension varie selon leur taille, ainsi la différence observée concernant l'amplitude des variations horaires peut en partie s'expliquer du fait que les particules les plus grosses se déposent plus rapidement.

Les fluctuations mises en évidence au sein des profils journaliers en particules, aux heures de pointe du matin et du soir, sont en lien avec les activités dans la gare et particulièrement avec les circulations ferroviaires.

3.2.4 - Variations horaires sur une semaine

Les concentrations moyennes en particules PM10 et PM2,5 et leur évolution par tranches horaires sur une semaine est présenté en **Figure 6**.

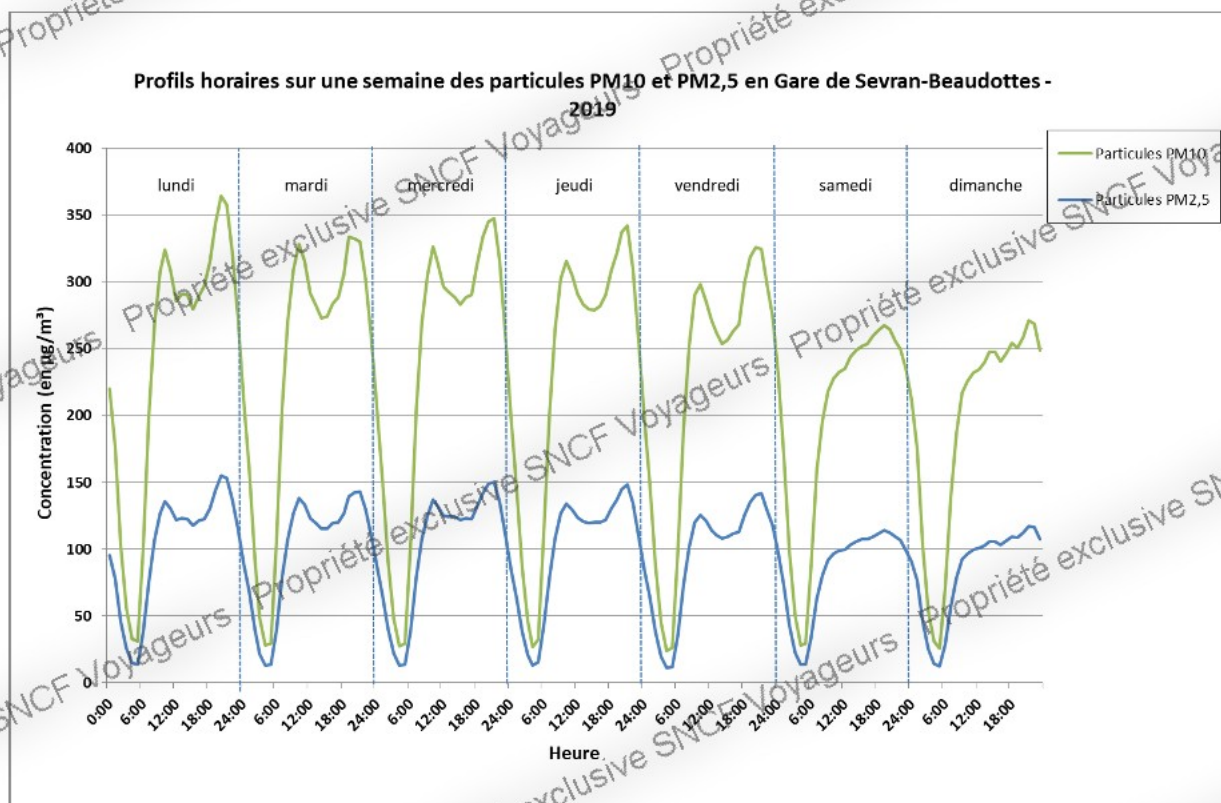


Figure 6 - Evolution des profils horaires sur une semaine complète en PM10 et PM2,5 en gare de Sevrans-Beaudottes pour l'année 2019.

Ce graphique montre d'une part les variations journalières avec l'existence de deux pics de concentration aux heures de pointes les jours ouvrés et les niveaux les plus faibles mesurés la nuit. D'autre part, il montre également la différence entre les variations observées les jours ouvrés et celles observées les samedis et dimanches (absence d'un réel pic de concentration le matin et atténuation des maximaux aux heures de pointe en fin de journée). Les profils de concentrations en PM10 et PM2,5 mesurés les samedis et dimanches sont similaires bien que les niveaux de particules soient légèrement plus élevés lors de la pointe du soir le dimanche que le samedi. Il apparaît également que pour les jours ouvrés, les concentrations en PM10 et PM2,5 sont toujours légèrement supérieures lors de la pointe du soir que lors de la pointe du matin.

3.3 - Comparaison des principaux résultats avec les campagnes antérieures

Les campagnes de mesures en continu réalisées en 2018 et 2019 ont permis de collecter des données en quantité suffisante chaque année, rendant possible la comparaison des résultats obtenus lors de ces exercices sur divers pas de temps.

3.3.1 - Comparaison de la distribution des données

La Figure 7 permet de confronter la distribution des données de PM10 et PM2,5 lors des campagnes 2018 et 2019.

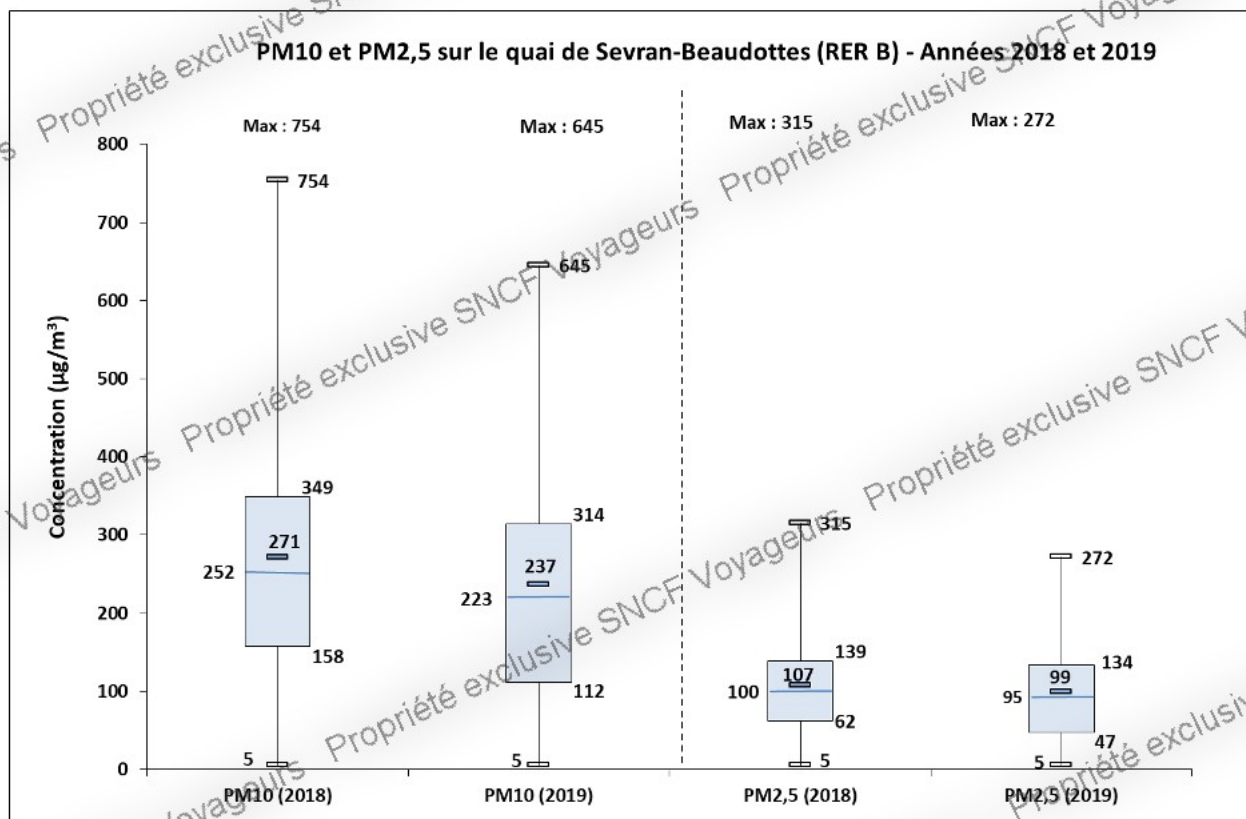


Figure 4 – Boîtes à moustaches des concentrations en moyenne horaire en PM10 et PM2,5 en gare de Sevrans pour les années 2018 et 2019.

Les résultats indiquent qu'en 2019, une baisse de la concentration moyenne en PM10 a été observée par rapport à 2018. Durant l'année 2018, seulement les données du 2eme semestre (de juin à décembre) ont été prélevées. Une diminution des concentrations moyennes **de 12% et de 5%** a été observée respectivement pour les PM10 et les PM2,5 entre 2018 et 2019. Les concentrations maximales en PM10 et PM2,5 mesurées en 2019 sont plus faible par rapport à celles mesurées en 2018. Il est à noter qu'en 2018, l'analyseur a été installé en juin entrainant donc une absence des données sur le premier semestre.

3.3.2 - Comparaison des données mensuelles

La **Figure 8** présente les concentrations moyennes mensuelles en PM10 et PM2,5 en service commercial obtenues lors des campagnes 2018 et 2019 en gare de Sevrans-Beaudottes.

Les résultats des deux années de mesures en continu montrent des différences dans l'observation des profils de concentrations en PM10 et PM2,5. Les résultats relatifs à la distribution annuelle des concentrations en particules issus de la représentation en boîtes à moustaches en **Figure 7**, ne confirment pas les similitudes observées entre les profils mensuels des années 2018 et 2019. Ceci est due au fait qu'en 2018, nous n'avons pas eu de données avant juin mais aussi parce qu'à partir d'août, les concentrations en PM10 et PM2,5 sont systématiquement supérieures à celle mesurées en 2019.

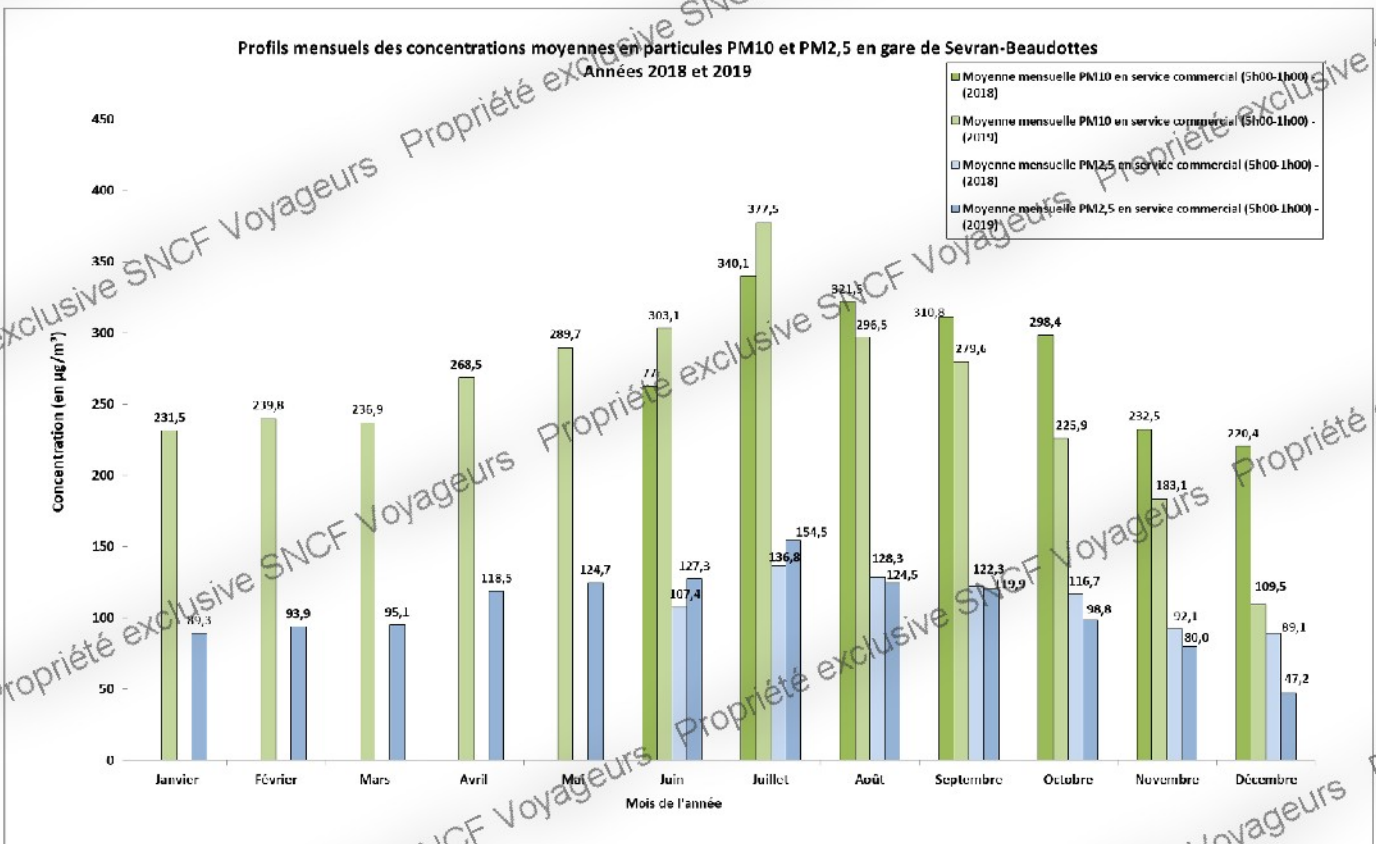


Figure 5 – Comparaison des profils mensuels de concentration en particules PM10 et PM2,5 en gare de Sevrans-Beaudottes de 2018 à 2019

DOC054178-00 / MES019200

3.4 - Comparaison des principaux résultats avec le site continu en gare de Magenta

Des mesures en continu des particules PM10 et PM2,5 sont réalisées sur les quais de la gare de Magenta depuis 2016. Ces données peuvent servir, à titre indicatif, à situer les niveaux de particules mesurés en gare de Sevrans-Beaudottes par rapport à un autre site de mesures en continu. Il est toutefois important de noter que les différences existantes entre les niveaux mesurés dans ces deux gares s'expliquent par de nombreux facteurs. Il est possible de citer notamment la configuration et la conception de la gare : sa profondeur, son âge, la longueur des tunnels qui encadrent la gare, les types de matériaux de freinage, la vitesse et la fréquence des trains, le volume de voyageurs, la présence de systèmes de ventilation.

3.4.1 - Comparaison de la distribution des données

La **Figure 9** permet de mettre en regard la distribution des données de PM10 et de PM2,5 mesurées lors des campagnes menées en gare de Magenta et Sevrans-Beaudottes pour l'année 2019. Sur les deux sites l'acquisition des données s'est déroulée en continu du 01/01/2019 au 31/12/2019.

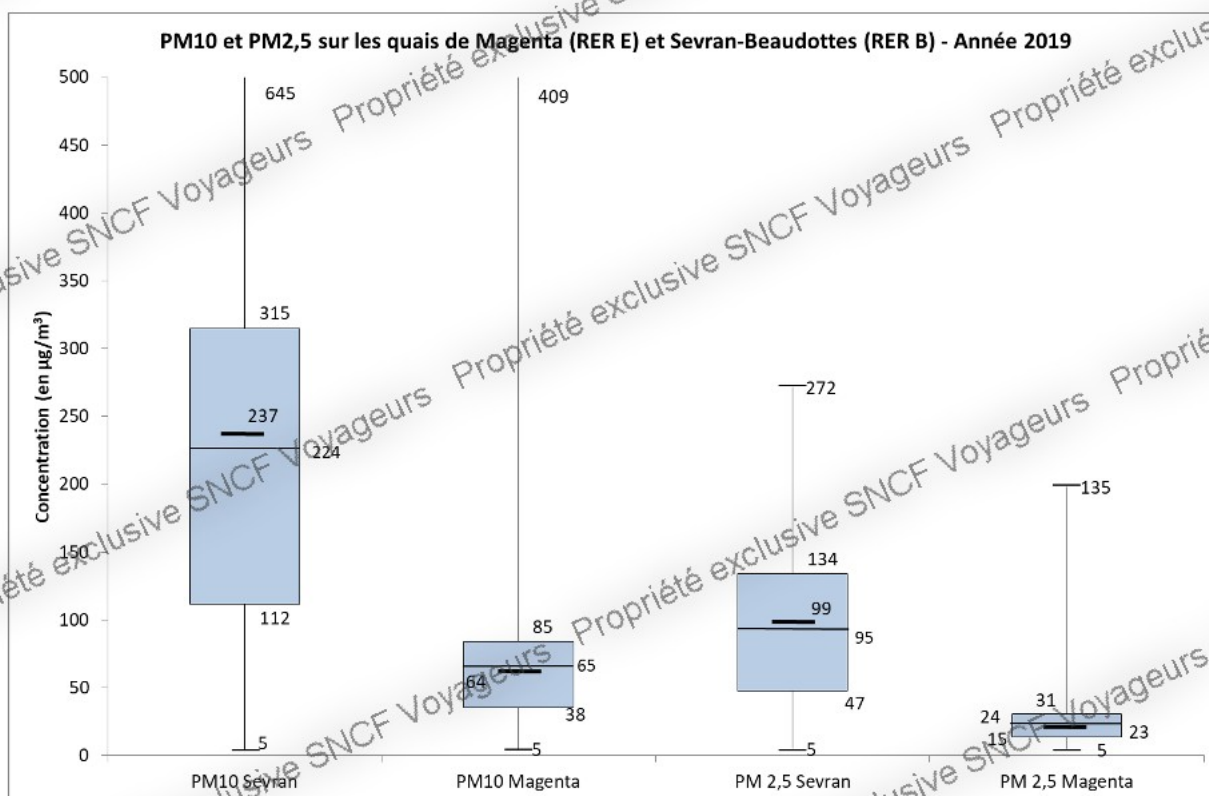


Figure 9 - Boîtes à moustaches des concentrations en moyenne horaire pour les PM10 et les PM2,5 en gare de Magenta et de Sevrans-Beaudottes pour l'année 2019.

La comparaison des données des deux sites de mesure indique que les concentrations moyennes en 2019 sur le site de Sevrans sont :

- De l'ordre de 3,5 fois la moyenne annuelle mesurée sur le site de Magenta pour la fraction de particules PM10 ;
- Près de 4 fois la valeur moyenne annuelle mesurée sur le site de Magenta pour la fraction de particules PM2,5.

3.4.2 - Comparaison des données mensuelles

La **Figure 10** présente les concentrations moyennes mensuelles en service commercial pour les PM10 et PM2,5 lors des campagnes 2019 pour les gares de Magenta et Sevrans-Beaudottes.

Propriété exclusive SNCF Voyageurs

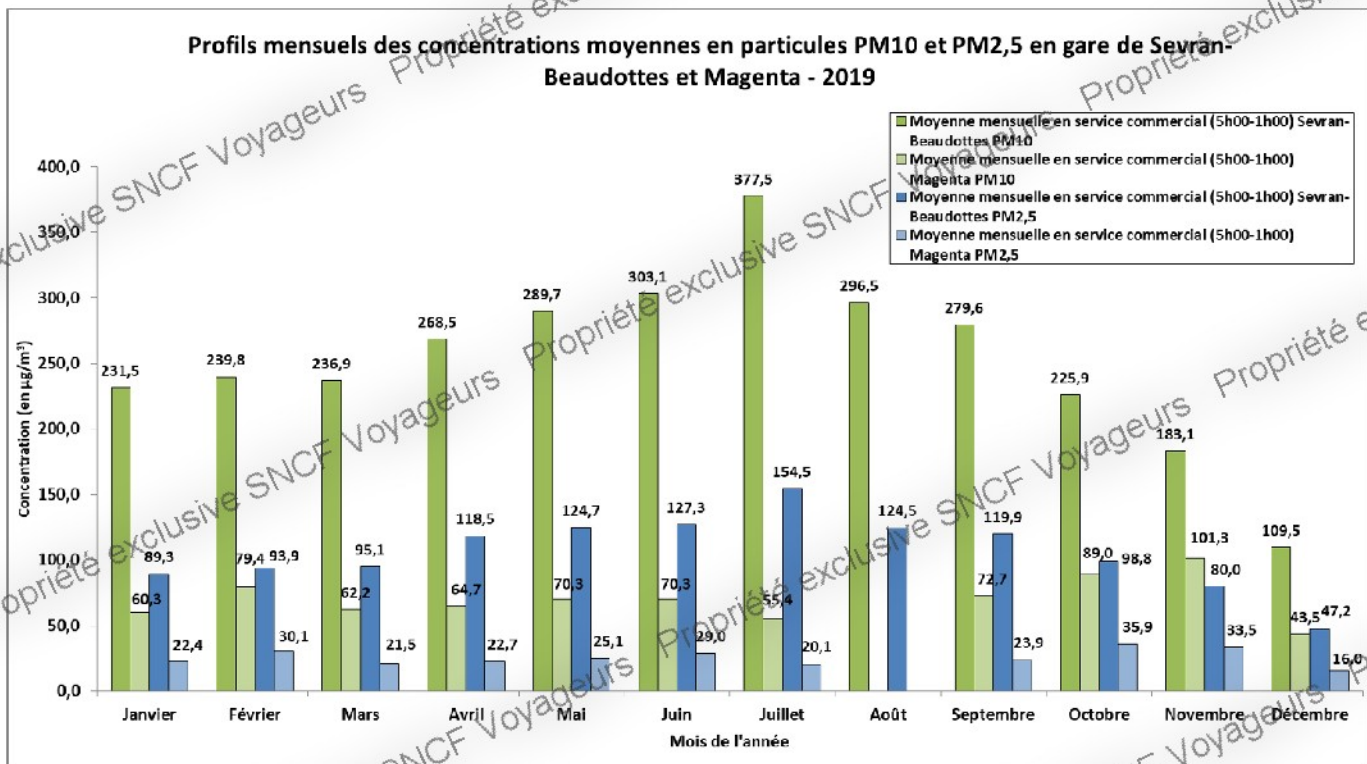


Figure 10 - Comparaison des profils mensuels de concentrations en particules PM10 et PM2,5 en gare de Magenta (RER E) et en gare de Sevran-Beaudottes (RER B) - 2019.

DOC054178-00 / MES019200

OR_DO042P2

Les résultats de la **Figure 10** rendent compte des différences qui existent entre les concentrations mesurées en gare de Sevrans-Beaudottes et Magenta durant l'année 2019. Pour les PM₁₀, les concentrations moyennes mesurées en 2019, pour le service commercial, sont comprises entre **43,5 et 101,3 µg/m³ en gare de Magenta** contre des valeurs comprises entre **109,5 et 377,5 µg/m³ en gare de Sevrans-Beaudottes**. L'évolution des profils de PM₁₀ pour ces deux gares sont différents. La différence entre les profils réside dans le fait qu'en gare de Sevrans, après le mois de juillet les concentrations moyennes mensuelles diminuent progressivement jusqu'à atteindre la concentration moyenne mensuelle en service commercial la plus faible de l'année en décembre. Pour Magenta, les concentrations moyennes diminuent dès le mois d'août avant de connaître une nouvelle augmentation lors du mois d'octobre et novembre. L'examen des profils de concentrations moyennes en PM_{2,5} montre que les concentrations sont comprises entre **16 et 35,9 µg/m³ en gare de Magenta** contre des valeurs comprises entre **47,2 et 154,5 µg/m³ en gare de Sevrans-Beaudottes** sur l'année 2019. Les profils des concentrations en PM_{2,5} dans les deux gares montrent une évolution similaire aux profils de concentrations décrit pour les PM₁₀.

Les ratios PM_{2,5}/PM₁₀ calculés à partir des concentrations moyennes mensuelles pour chacune des deux gares précédemment citées ont permis de calculer un ratio moyen PM_{2,5}/PM₁₀ sur la période janvier-décembre 2019. Ainsi, en gare de **Sevrans-Beaudottes le ratio moyen PM_{2,5}/PM₁₀ est de 0,42** alors qu'en gare de **Magenta le ratio PM_{2,5}/PM₁₀ est de 0,36**. En dehors des différences de concentrations moyennes observées dans ces deux gares pour chacune des fractions de particules, il apparaît tout de même que la proportion de PM_{2,5} dans les PM₁₀ soit légèrement inférieure en gare de Magenta.

4 - FACTEURS D'INFLUENCE ET DE CONFORT

4.1 - Trafic ferroviaire et fréquentation

Le trafic théorique en gare de Sevrans-Beaudottes (nombre théorique de trains par heure) pour l'année 2019 a été transmis par Transilien en fonction des jours ouvrés, samedis et dimanches sur la période couvrant la campagne de mesures. Le nombre théorique de trains circulant par jour en gare de Sevrans-Beaudottes est de 222 pour les jours ouvrés et de 152 pour les samedis et dimanches.

La **Figure 11** reprend sur un même graphique le nombre de trains en circulation avec les profils journaliers des concentrations moyennes en particules PM₁₀ pour les jours ouvrés.

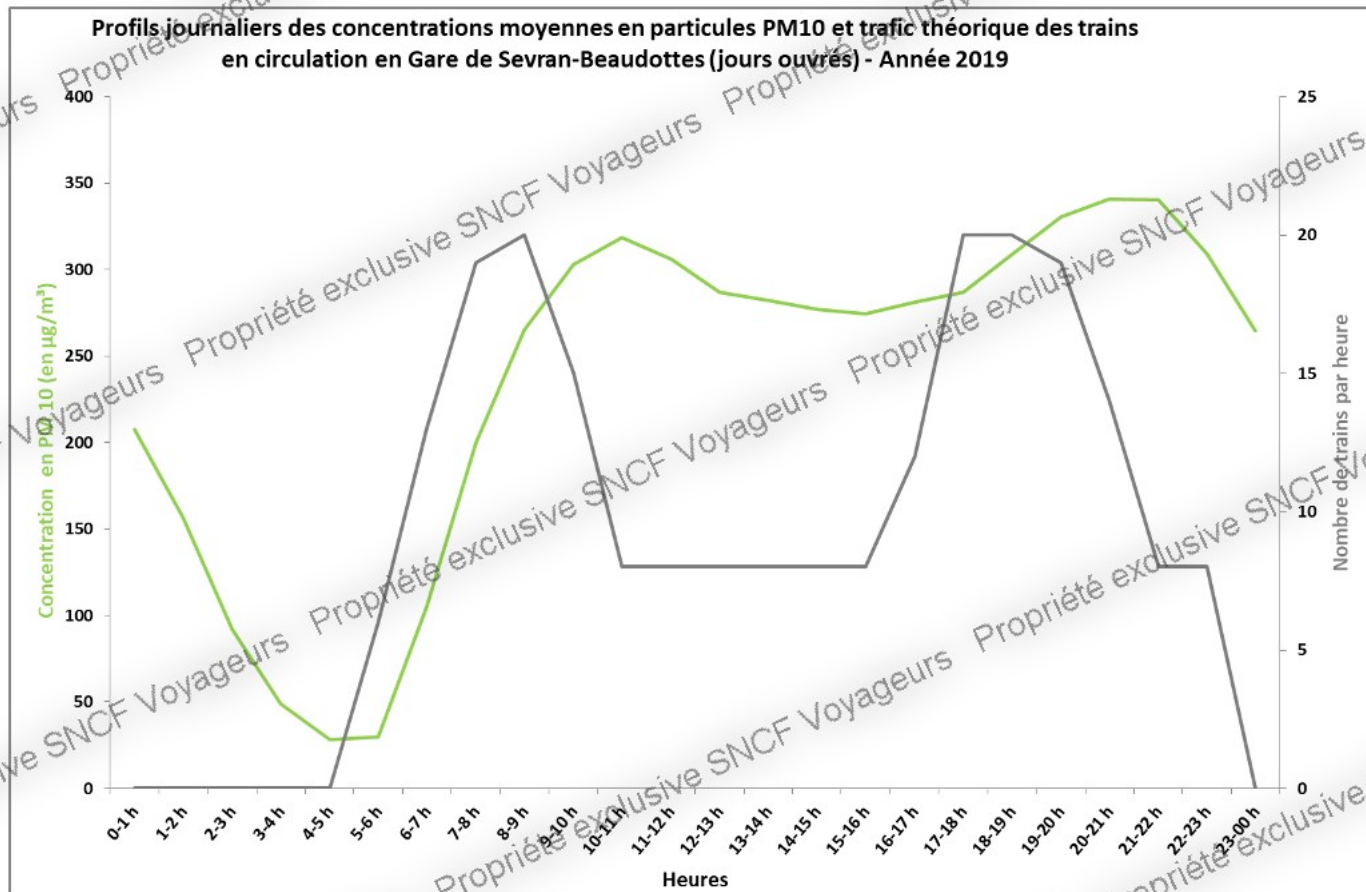


Figure 11 – Comparaison entre les profils journaliers en particules PM10 et le trafic théorique des trains en circulations en gare de Sevrans-Beaudottes lors des jours ouvrés pour 2019.

Les profils journaliers de la concentration moyenne horaire en particules et du nombre théorique de trains en circulation en gare de Sevrans-Beaudottes présentent des similitudes. Lors de la période de fermeture de la gare au public (1h00-5h00), la circulation des trains s'arrête et les concentrations en particules PM10 diminuent, avec un décalage temporel sans doute dû, en partie, au temps nécessaire au dépôt des particules en suspension. Avec la reprise des circulations ferroviaires dès 5h00, il apparaît peu de temps après, une augmentation des concentrations en PM10 sur la tranche horaire de 6h00 à 7h00. Les deux périodes de pointes du matin et du soir sont visibles sur le profil de concentrations en PM10. Ces dernières coïncident avec les périodes où les circulations ferroviaires théoriques sont les plus importantes, avec toutefois un décalage. Ceci s'explique en partie par le délai de la mesure. Ces résultats indiquent qu'à l'échelle journalière, la circulation des trains est un facteur d'influence important pour expliquer la variation des niveaux de particules (phénomène d'émissions et de remise en suspension des particules).

La Figure 12 renseigne sur l'évolution mensuelle des concentrations en particules PM10 et du nombre de voyageurs en gare de Sevrans-Beaudottes pour l'année 2019.

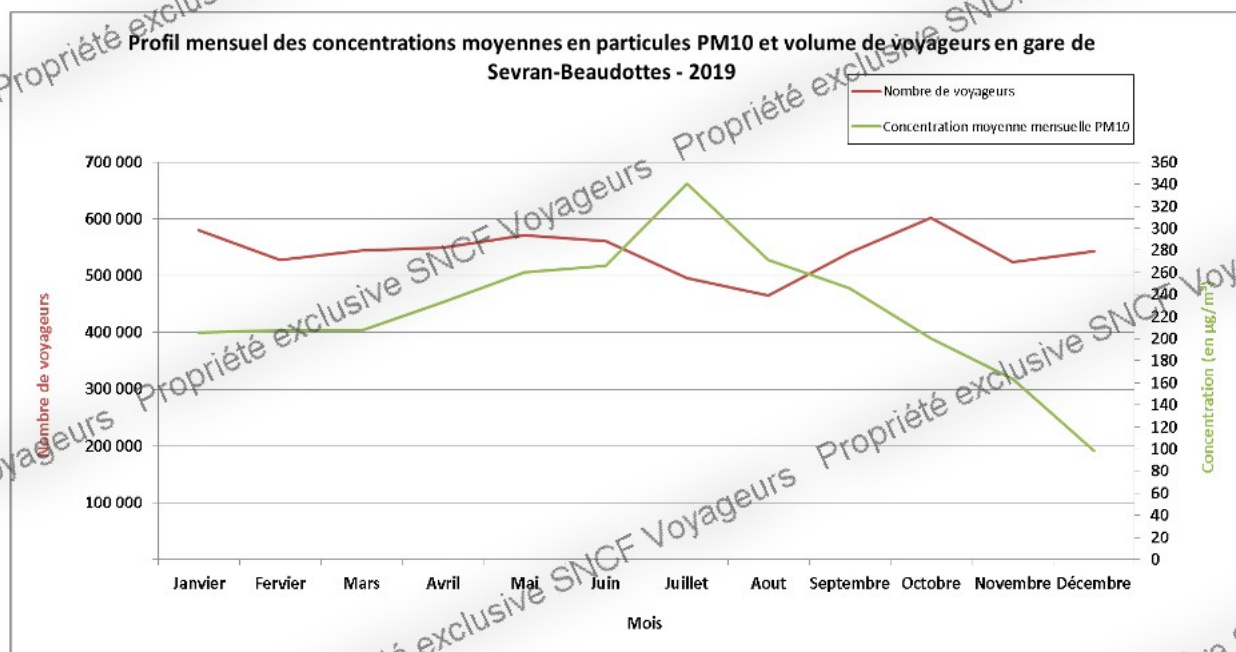


Figure 12 - Evolution mensuelle de la concentration en particules PM10 et de nombre de voyageurs en gare de Sevrans-Beaudottes durant l'année 2019.

L'évolution des concentrations mensuelles en particules PM10 et les données relatives au volume de voyageurs ayant emprunté la gare de Sevrans-Beaudottes montrent des profils différents. Le profil de PM10 renseigne d'abord une augmentation progressive de la concentration mensuelle entre les mois de janvier et juin, suivi par une forte augmentation entre juin et juillet avant de finir par une baisse progressive des concentrations en PM10 entre juillet et décembre. Le volume de voyageurs est relativement stable lors du premier semestre. L'évolution du volume de voyageurs est synonyme d'une baisse de la fréquentation voyageurs entre les mois de juin, juillet et août. Le volume voyageurs augmente ensuite lors du mois de septembre avant de montrer de légères fluctuations jusqu'à la fin de l'année.

Il ne semble donc pas y avoir de corrélation forte à l'échelle mensuelle entre les deux paramètres en gare de Sevrans-Beaudottes sur la période considérée.

La **Figure 13** renseigne l'évolution mensuelle du volume de voyageurs (ou fréquentation voyageurs) et du nombre de trains (ou circulations ferroviaires) en gare de Sevrans-Beaudottes pour l'année 2019.

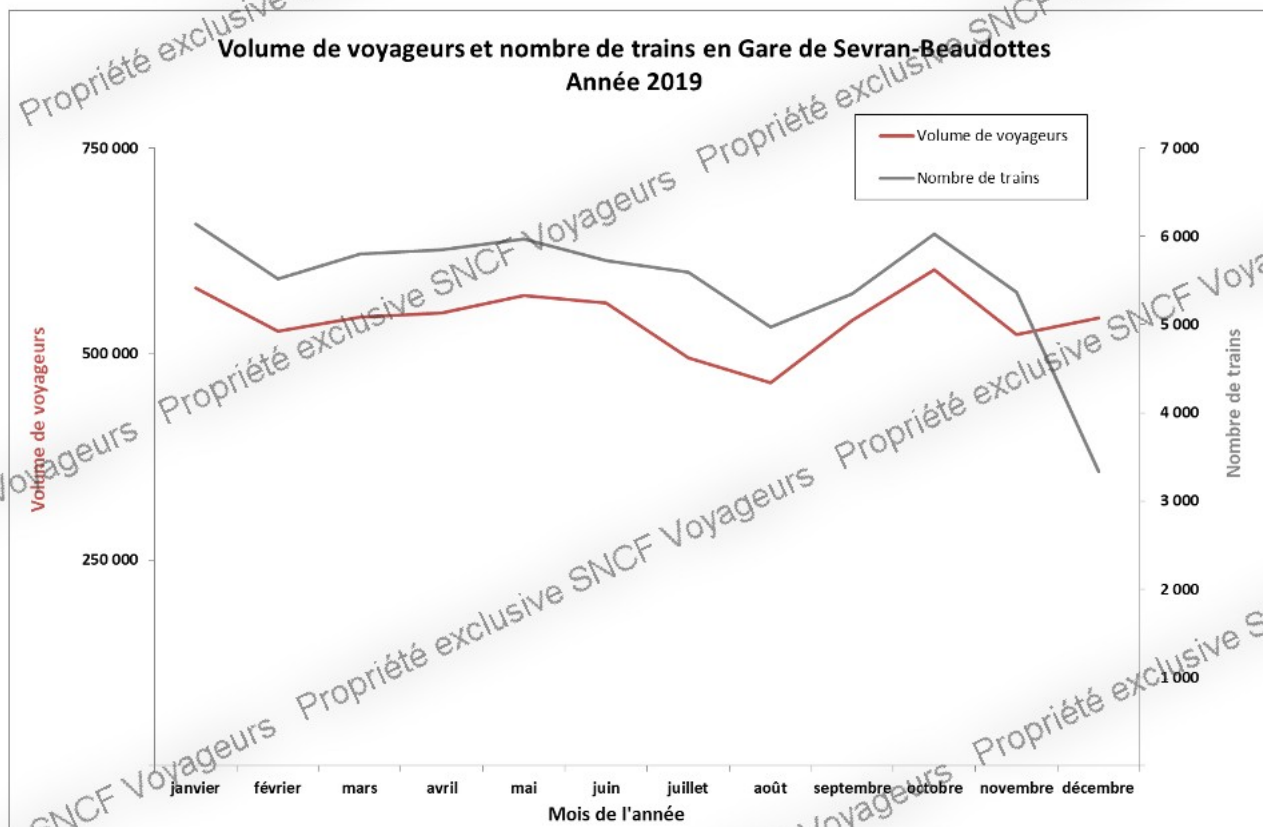


Figure 13 - Evolution mensuelle du volume de voyageurs et du nombre de trains en gare de Sevan-Beaudottes sur 2019.

Les données présentées en **Figure 13** montrent que le volume de voyageurs ayant emprunté la gare de Sevan-Beaudottes et le nombre de trains en circulation (nombre de trains de voyageurs en service commercial, les trains sans voyageurs ne sont pas comptabilisés) dans cette gare ont une évolution similaire sur l'année 2019 ;

Les principales différences concernant l'évolution de ces deux paramètres est observée dans les cas suivant :

- Entre les mois de novembre et décembre, on note une diminution importante du nombre de trains en circulations 5362 trains en novembre 2019 contre 3328 trains en décembre 2019 soit une diminution **de l'ordre de 38%** alors que le nombre de voyageurs a dans le même temps augmenté et passe de 523 297 voyageurs en novembre 2019 à 543 489 voyageurs en décembre 2019. La diminution du nombre de trains en circulation s'explique notamment par le mouvement de grève.

La période juillet-août connaît à la fois une baisse de la fréquentation de voyageurs ainsi qu'une baisse du nombre de trains en circulation en gare de Sevan-Beaudottes. Dans le même temps, les mois de juillet et août font état des concentrations moyenne mensuelles les plus importantes en PM10 et PM2,5 mesurées sur l'année 2019. De la même manière, les augmentations successives du nombre de voyageurs et du nombre de trains ayant circulé en gare lors des mois de septembre et octobre ne sont pas synonymes d'une augmentation de la concentration en particules PM10 et PM2,5.

4.2 - Ventilation

Il n'existe pas de ventilation de confort en gare de Sevrans-Beaudottes. La ventilation de la gare est naturelle, par les accès et les tunnels encadrant la gare. Cependant, il existe tout de même un dispositif de désenfumage. Ce type de ventilation a pour but d'évacuer les fumées produites par un incendie. Pour cela, divers scénarios de ventilation sont pilotés via un poste de commandement. Le scénario retenu est choisi en fonction de la localisation de l'incendie. Les scénarios et le fonctionnement des divers ventilateurs sont validés périodiquement par des essais de désenfumage effectués de nuit, hors périodes d'ouverture de la gare.

4.3 - Qualité de l'air extérieur

4.3.1 - Généralités

La qualité de l'air ambiant mesurée à l'extérieur diffère de celle mesurée dans les enceintes ferroviaires souterraines (EFS), mais les polluants de l'air extérieur peuvent tout de même influencer la qualité de l'air mesurée en ces lieux. Dans les EFS, l'influence de la qualité de l'air extérieure peut être liée aux caractéristiques suivantes :

- la typologie de la gare : souterraine ou mixte (c'est-à-dire à la fois aérienne et souterraine) ;
- sa profondeur ;
- son système de ventilation (naturelle ou mécanique et dans ce dernier cas, entretien et maintien des performances) ;
- son environnement dans le milieu urbain et en particulier ses liaisons avec l'extérieur.

L'influence de la pollution extérieure sera d'autant plus marquée que la gare est peu profonde et qu'il existe divers accès vers l'extérieur. De manière générale, les émissions anthropiques (relatives aux activités humaines) et les conditions météorologiques conditionnent la qualité de l'air ambiant extérieur.

Les conditions météorologiques sont variables d'une année à l'autre et peuvent à elles seules être synonymes de conditions favorables ou défavorables à l'accumulation des polluants atmosphériques, comme les polluants particuliers (PM10 et PM2,5). En effet, des conditions météorologiques dépressionnaires associées généralement à un temps pluvieux ou venteux sont en général favorables à la dispersion des polluants atmosphériques. Alors qu'à l'inverse, des conditions anticycloniques associées à des vents de faible intensité et/ou à la présence d'inversions de températures sont souvent favorables à l'accumulation de la pollution dans les basses couches de l'atmosphère.

4.3.2 - Comparaison avec une station de mesure extérieure voisine

Les niveaux moyens mensuels en PM10 mesurés en gare de Sevrans-Beaudottes sont comparés à ceux mesurés par la station extérieure Airparif la plus proche géographiquement. Cette station de fond périurbaine, fait l'objet de mesures de PM10 et est située rue du Chemin Jaune à proximité de l'avenue Diderot dans la commune de Tremblay-en-France. Une représentation est fournie en **Figure 14**.



Figure 14 Plan de situation de la gare de Sevrان-Beaudottes et de la station de fond périurbaine la plus proche.

La Figure 15 présente l'évolution des concentrations moyennes mensuelles en particules PM10 mesurées en gare de Sevrان-Beaudottes et au niveau de la station périurbaine Airparif située dans la commune de Tremblay-en-France.

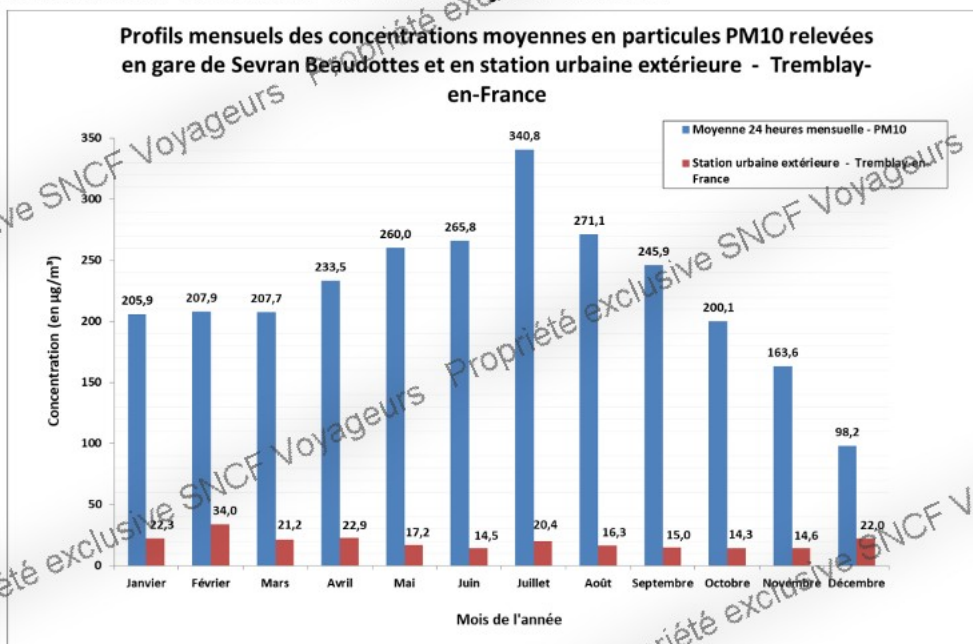


Figure 15 - Evolution mensuelle de la concentration en PM10 en gare de Sevrان-Beaudottes et en station périurbaine de Tremblay-en-France – 2019

Les profils de concentrations présentés en Figure 13 montrent qu'il existe des différences importantes entre les niveaux mesurés en gare de Sevrان-Beaudottes et la station extérieure périurbaine la plus proche. Les concentrations moyennes mensuelles en PM10 mesurées au niveau de la station de Tremblay-en-France sur la période entre janvier et décembre 2019 sont comprises entre 14 et 34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Les données mensuelles au niveau

de cette station extérieure sont relativement stables d'un mois à l'autre. Ces niveaux sont en moyenne plus de dix fois inférieures à ceux mesurés en gare de Sevrans-Beaudottes. L'influence de l'air extérieur sur les concentrations mesurées en gare de Sevrans-Beaudottes semble très limitée en ce qui concerne l'apport de polluants particuliers à l'échelle mensuelle. En 2018, les mêmes observations ont eu lieu. Ce qui au final, pourrait expliquer que, sur les quais, l'air extérieur a peu d'impact.

4.3.3 - Influence des conditions météorologiques extérieures (bilan météorologique et épisodes de pollution)

Il a été mentionné en paragraphe 4.3.1 que les conditions météorologiques extérieures peuvent influencer de manière favorable ou défavorable les niveaux de pollution vis-à-vis de certains polluants. Dans son bilan annuel relatif à la pollution de l'air en Île-de-France publié en 2019, l'association agréée de surveillance de la qualité de l'air en Île-de-France, Airparif, montre que « 2019 se caractérise globalement par un ensoleillement généreux et des températures très clémentes. Elle reste toutefois marquée par deux vagues de chaleur d'une intensité exceptionnelle durant l'été ».

En ce qui concerne **les températures**, le bilan montre que « L'hiver 2018-2019 parmi les 10 hivers les plus chauds depuis le début du XX^{ème} siècle. L'été 2019 a été marqué par deux vagues de chaleur assez courtes (25-30 juin et 21-26 juillet), d'une intensité historique. »

Vis-à-vis du paramètre **pluviométrie**, les données indiquent que « sur l'ensemble de l'année 2019, la quantité de précipitations a été conforme à la normale, avec toutefois des trimestres contrastés. Les deux premiers trimestres ont été plutôt secs. Ce déficit pluviométrique, associé à des températures clémentes, a induit un assèchement exceptionnel et persistant des sols superficiels. En revanche, les mois d'octobre à décembre ont été très pluvieux. »

Les conditions météorologiques ont montré que les épisodes de pollution aux particules ont été en hausse par rapport à 2018. Ces épisodes ont concerné 7 journées de dépassement du seuil d'information en PM10 dont 6 en février 2019 en raison « d'une alternance de conditions dispersives, douces et venteuses, et de périodes plus froides et plus anticycloniques. ». Il n'y a pas eu d'autres dépassement de seuil d'information ou d'alerte pour les polluants particuliers. L'influence de ceux-ci ont été négligeable au vu des concentrations déjà présente sur le quai.

4.3.4 - Paramètres de confort

Les paramètres de confort (température ambiante et humidité relative) ont été mesurés sur le quai durant toute la période de la campagne de mesure. Le traitement des données de température et d'humidité relative à partir des relevés quart-horaires est présenté dans les boîtes à moustaches en **Figure 16**.

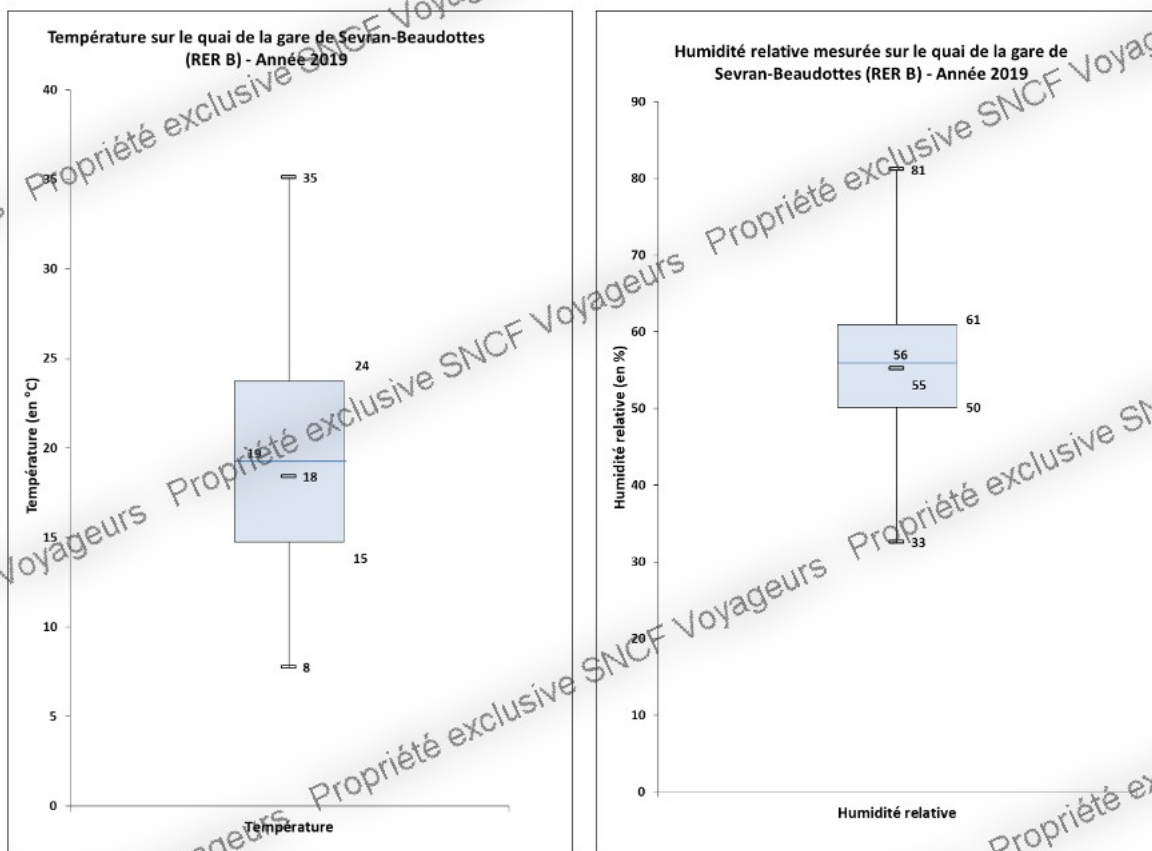


Figure 16 - Boîtes à moustaches des relevés quarts horaires en température ambiante (en °C) et en humidité relative (en %) en gare de Sevrans-Beaudottes pour 2019

La **température moyenne** en gare de Sevrans-Beaudottes est de **19°C**, avec des valeurs mesurées comprises entre 8 et 35°C. L'**humidité relative moyenne** est quant à elle de **56%**, avec des valeurs mesurées comprises entre 33 et 81%.

A titre de comparaison, en gare de Magenta, la température moyenne de 20°C est légèrement supérieure à celle mesurée en gare de Sevrans-Beaudottes. Les données entre les deux gares de références sont du même ordre de grandeur.

La **Figure 17** présente sur un même graphique, l'évolution mensuelle des concentrations en particules PM10 et des températures moyennes mensuelles mesurées en gare de Sevrans-Beaudottes pour 2019.

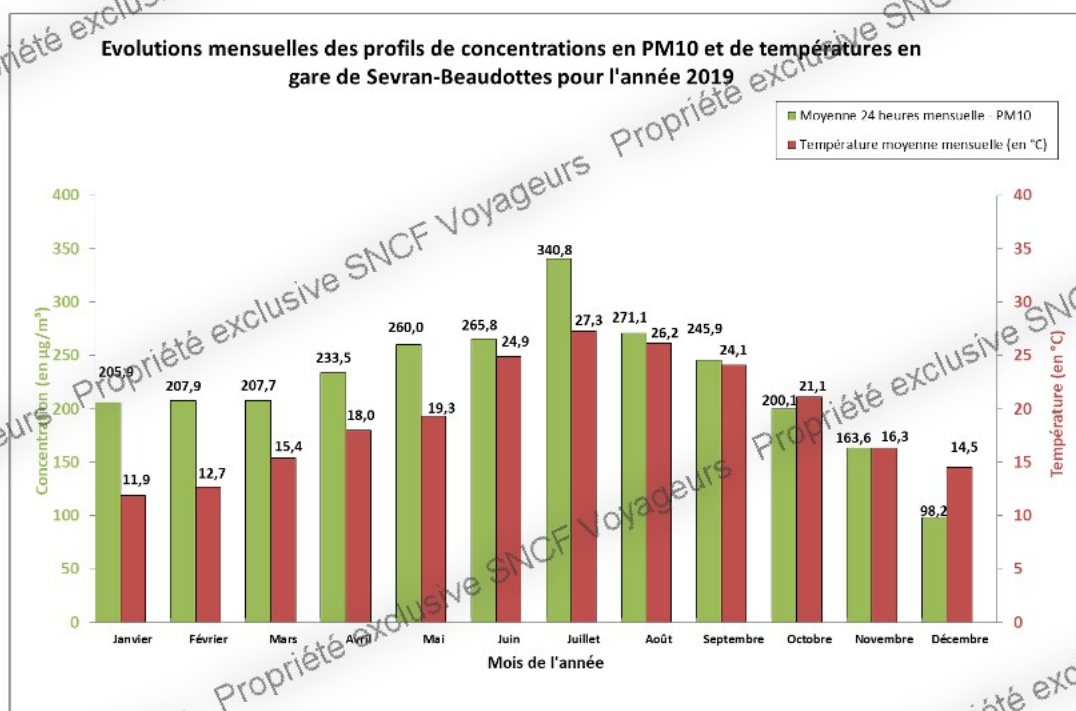


Figure 17 - Profils de concentrations en PM10 et de température en gare de Sevan-Beaudottes - 2019.

Les résultats présentés en **Figure 17** montrent que les profils mensuels de température ont une évolution similaire à celles des concentrations moyennes en PM10.

Au cours de l'année 2019, nous observons que les tendances entre les PM10 et les températures subissent les mêmes variations. Le mois de **juillet** est le mois pour lequel les températures moyennes mesurées sur le quai ont été **les plus importantes** avec une température moyenne mensuelle de **27,3°C**. Dans le même temps, la concentration moyenne mensuelle en PM10 mesurée lors du mois de juillet est également la **plus importante de l'année 2019 (340,8µg/m³)**. L'été 2019 étant caractérisé par des températures supérieures aux normales de saison, il n'est pas surprenant de constater des températures moyennes supérieures à 25°C sur le quai lors des mois de juillet et août. Les concentrations moyennes en PM10 et les températures moyennes mensuelles augmentent sur la période de janvier à juillet puis diminuent ensuite progressivement de juillet à décembre.

Pour le mois de décembre, du fait des grèves, une concentration plus faible des PM10 a eu lieu confirmant la forte baisse de concentration indiquée sur le graphique tandis que la température ne subit pas cette influence.

La **Figure 18** présente sur un même graphique, l'évolution mensuelle des concentrations en particules PM10 et de l'humidité relative moyenne mesurées en gare de Sevan-Beaudottes pour 2019.

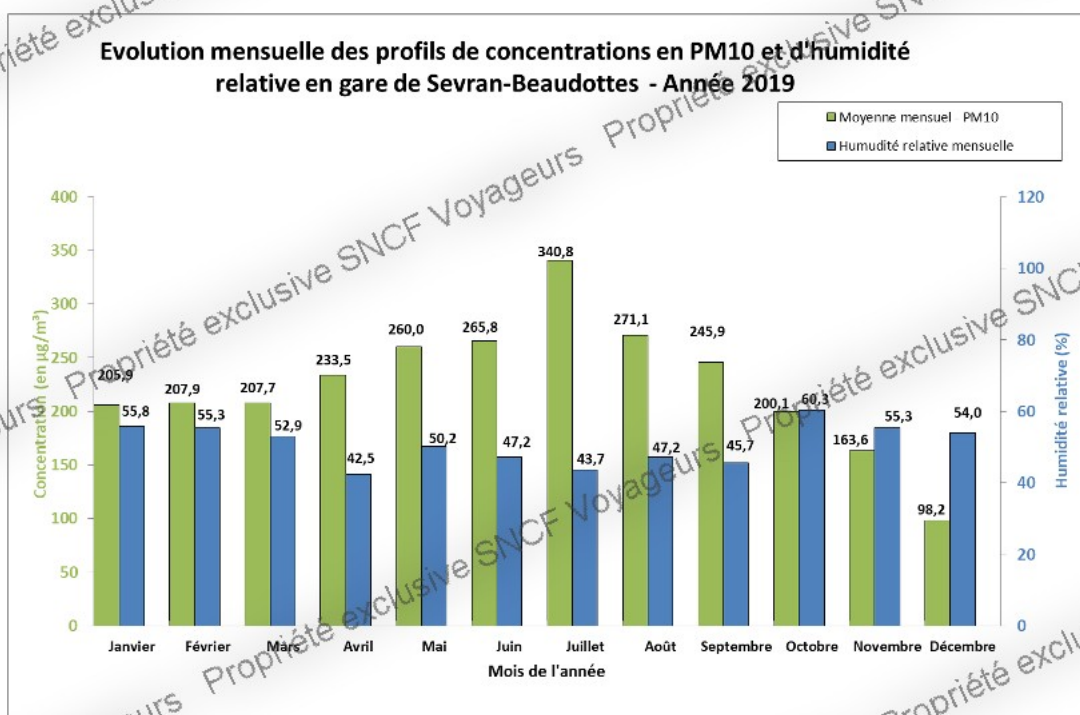


Figure 18 - Profils de concentrations en PM10 et d'humidité relative en gare de Sevan-Beaudottes - 2019

Les résultats de la Figure 18 indiquent que les mois de mai à septembre 2019 pour lesquels les concentrations en PM10 sont les plus importantes de l'année, montrent les humidités relatives moyennes les plus faibles de l'année. En octobre, novembre et décembre 2019, les concentrations en PM10 sont les plus basses de l'année respectivement de 200,1, 163,6 et 98,2 µg/m³ alors que les humidités relatives moyennes sont les plus importantes de 2019 avec respectivement 60,3%, 55,3% et 54%. Au regard de leur évolution, ces deux paramètres sont inversement corrélés.

Ces résultats ne sont pas surprenants puisque l'humidité relative de l'air varie en fonction de sa température de sorte que lorsque la température augmente, l'humidité relative (cf. définition humidité relative) diminue. Cela vient du fait que plus l'air est chaud, plus il peut contenir d'eau sous forme vapeur. On notera également que les conditions pluviométriques extérieures obtenues en 2019 (cf. paragraphe 4.3.3) sur l'Île de France montrent une pluviométrie très déficitaire sur le premier semestre (incluant le mois de juin) puis très excédentaire à compter d'octobre.

En gare de Sevan-Beaudottes, les mois de juillet et août 2019 sont donc caractérisés par un air plus chaud et plus sec au niveau des quais durant lesquels les concentrations en PM10 ont été les plus importantes de l'année. Ces conditions sont moins favorables en ce qui concerne la pollution particulaire dans la gare. De manière antagoniste, les mois d'octobre, novembre et décembre 2019 sont quant à eux caractérisés par un air plus froid et plus humide sur les quais de la gare de Sevan-Beaudottes, avec en parallèle les concentrations en PM10 les moins importantes de l'année.

La température sur les quais et les niveaux mesurés en particules sont positivement corrélés, alors que l'humidité relative est inversement corrélée aux niveaux de particules en gare de Sevrans-Beaudottes sur la période de mesure. Ces corrélations n'impliquent pas un lien de causalité, c'est-à-dire qu'ils ne sont pas directement la cause des variations des niveaux en particules mesurés en gare. Les informations fournies au paragraphe 4.3.3 en lien avec les conditions météorologiques extérieures semblent être en adéquation avec les paramètres de confort mesurés au niveau des quais de la gare suggérant qu'il existe une influence de l'air extérieur sur les paramètres de confort mesurés en air intérieur dans la gare. Lors de ces premières mesures en continu en gare de Sevrans-Beaudottes, l'influence des paramètres extérieurs de température et d'humidité relative semble plus prononcée qu'en gare de Magenta, et ce probablement en raison du fait que les quais de la gare de Sevrans-Beaudottes sont situés à une profondeur moins importante par rapport au niveau de la rue que ceux de Magenta.

La comparaison des concentrations en PM10 au niveau de la station périurbaine la plus proche à la gare de Sevrans-Beaudottes a montré que sur la période correspondante (cf. paragraphe 4.3.2) les concentrations extérieures en PM10 ont été relativement faibles. Ce dernier constat montre que les circulations ferroviaires influencent principalement les niveaux de particules mesurés. Une tendance similaire pour l'hygrométrie par rapport aux PM et pour la température par rapport aux PM a été observé en 2018.

4.3.5 - Influence de travaux extérieurs

Les activités en lien avec des chantiers extérieurs situés à proximité directe de la gare ont potentiellement pu être une source supplémentaire de particules. Dans le cadre du projet du Grand Paris Express, la construction de la gare de Sevrans-Beaudottes de la ligne 16 du nouveau métro s'implante à proximité de la gare RER B Sevrans-Beaudottes de chaque côté de l'avenue Salvador Allende. En 2019, des travaux préparatoires puis de terrassement ont été effectués. Ils ont notamment consisté à :

- L'installation du chantier ;
- L'installation des parois moulées ;
- Le début des travaux de terrassement.

A partir de décembre 2018 et jusqu'avril 2019, s'est également déroulé l'installation de chantier du groupement Salini-NGE pour le chantier de génie civil. Ces travaux ont impliqué la réalisation d'un léger terrassement, de compactage pour la réalisation de la plateforme et la mise en place de la base vie et des palissades.

L'ensemble des travaux décrits a très certainement été source d'émissions de poussières de tailles variées. Cependant, en l'absence de mesures à l'extérieur de la gare RER B, la part des émissions liées à ces travaux ne peut être quantifiée. L'influence de ces émissions n'a donc pas pu être étudiée. Un résumé des travaux est fourni en **Annexe 3**.

Conclusion :

L'examen des facteurs d'influence vis-à-vis des concentrations en particules en gare de Sevrans-Beaudottes a permis de montrer le lien, plus ou moins marqué, de plusieurs paramètres avec les niveaux mesurés en particules au niveau du quai tels que : circulations ferroviaires, volume voyageurs, conditions météorologiques extérieures, épisodes de pollution.

En effet, la comparaison des profils journaliers de concentrations en particules PM10 avec l'évolution des circulations ferroviaires montre l'importance des circulations ferroviaires sur l'émission, la remise en suspension des particules et les niveaux mesurés et ce à l'échelle journalière. Ce lien entre circulations ferroviaires (nombre de trains en circulation) et les niveaux de particules mesurés sur le quai de la gare est moins visible à l'échelle mensuelle. La comparaison entre les flux de voyageurs mensuels et les concentrations moyennes mensuelles en particules PM10 n'ont pas montré de lien évident entre ces deux paramètres.

La comparaison des données de la station urbaine d'Airparif située au plus proche de la gare de Sevrans-Beaudottes montre que les niveaux de concentrations en PM10 mesurés au niveau de cette station ont été largement inférieurs aux concentrations mesurées sur le quai de la gare. Les résultats indiquent que les niveaux d'empoussièrement mesurés sont principalement expliqués par les émissions et remises en suspension liées aux circulations ferroviaires. De plus, l'étude du facteur de température a mis en évidence une similitude avec les concentrations en PM. L'hygrométrie quant à elle, ne semble pas avoir un réel rapport avec les concentrations particulières.

Les variations observées pour les paramètres étudiés à l'échelle mensuelle que sont la fréquentation et le nombre de trains en circulation ne permettent pas à eux seuls d'expliquer les profils de concentrations en particules obtenus.

5 - CONCLUSION

Ce rapport présente les niveaux de concentration observés en gare de Sevrans-Beaudottes pour les particules PM10 et PM2,5 dans le cadre de la campagne de mesure réalisée en continu de janvier à décembre 2019.

La concentration moyenne annuelle en gare de Sevrans-Beaudottes sur l'ensemble de la période de mesure a été de **223 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en PM10** et de **95 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en PM2,5**. La répartition mensuelle des concentrations moyennes a montré une augmentation régulière entre janvier et juillet, mois qui a enregistré les concentrations moyennes en PM10 et PM2,5 les plus importantes sur l'année, puis celles-ci diminuent ensuite progressivement tout au long du reste de l'année. L'évolution des profils hebdomadaires a montré l'existence de différences de niveaux particuliers mesurés entre les jours ouvrés et les week-ends : une baisse de l'ordre de 19% pour les PM10 et de 17% pour les PM2,5 est observée les week-ends par rapport aux jours ouvrés. Le détail des profils journaliers a révélé l'existence de deux pics de concentrations en particules mesurés aux heures de pointes du matin (8h-12h) et du soir (18h-22h). Ces profils ont révélé également une chute des niveaux mesurés la nuit, lors de la période de fermeture de la gare.

La circulation ferroviaire est le principal paramètre permettant d'expliquer les niveaux de particules, et leur évolution à l'échelle journalière, observés en gare de Sevrans-Beaudottes au vu de sa configuration (gare souterraine, non équipée d'un système de ventilation de confort). L'examen des données mensuelles relatives à l'évolution de la fréquentation voyageurs et des circulations ferroviaires n'ont pas permis d'établir de lien de corrélation important entre ces paramètres et les données d'empoussièrement à l'échelle mensuelle. L'examen des données de qualité de l'air ambiant et des conditions météorologiques ont également montré que l'influence de la qualité de l'air extérieur semble limitée du fait des différences marquées entre les niveaux de particules en gare et au niveau de la station de mesure extérieure la plus proche. Ces paramètres constituent toutefois un ensemble complexe : c'est pourquoi la seule analyse d'un paramètre indépendamment des autres n'est parfois pas suffisante pour expliquer les niveaux de polluants particuliers mesurés.

La comparaison des données disponibles avec le site de mesures en continu en gare de Magenta a montré des différences importantes concernant les concentrations en particules. Les niveaux mesurés en gare de Sevrans-Beaudottes sont en moyenne 3 fois supérieurs pour la fraction PM10 et de l'ordre de 4 fois supérieures pour la fraction PM2,5.

ANNEXES

RAPPORT

SITE DE MESURE DE PARTICULES EN CONTINU EN GARE DE SEVRAN-BEAUDOTTES - 2019

SOMMAIRE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : DESCRIPTIF DE LA GARE DE SEVRAN BEAUDOTTES.....	40
ANNEXE 2 : EMLACEMENT DU POINT DE MESURE.....	41
ANNEXE 3 : PLANS DE SITUATION DES TRAVAUX DANS LE CADRE DU GRAND PARIS EXPRESS AYANT EU LIEUX DURANT LA CAMPAGNE DE MESURES EN GARE DE SEVRAN BEAUDOTTES.....	42

Propriété exclusive SNCF Voyageurs

AGENCE D'ESSAI FERROVIAIRE	SITE DE MESURE DES PARTICULES EN CONTINU EN GARE DE SEVRAN- BEAUDOTTES	PAGE 40/42
ANNEXES	ANNEXE 1 : DESCRIPTIF DE LA GARE DE SEVRAN BEAUDOTTES	Nombre de page(s) : 1



Plan 1 - Emplacement de la gare de Sevrans Beaudottes sur la ligne B du RER.

Positionnement

La gare de Sevrans-Beaudottes (cf. point rouge sur le plan 1) est desservie par les trains de la ligne B du RER et ne dispose pas de correspondance ferroviaire. La gare est desservie par différentes lignes de bus. La gare se situe sur le tracé de la nouvelle ligne 16 du Grand Paris Express qui devrait être opérationnelle à l'horizon 2024-2025.

Caractéristiques architecturales

La gare de Sevrans-Beaudottes comporte une partie souterraine (deux quais et deux voies) et une partie aérienne (guichet, bulle d'information, salle des pas perdus). Cette gare n'est pas équipée de ventilation mécanique de confort, elle est ventilée naturellement.

Matériel roulant

Le matériel circulant en service commercial en gare de Sevrans-Beaudottes est constitué des types M184 et M179. En conditions normales de circulation, en considérant le trafic théorique de trains en 2019, le nombre de trains en heure de pointe est au maximum de 20 par heure. En dehors des deux périodes de pointe la semaine, le nombre de trains en heure creuse est d'environ 8 trains par heure. Des trains sans arrêts circulent avec et sans voyageurs.

Fréquentation des voyageurs

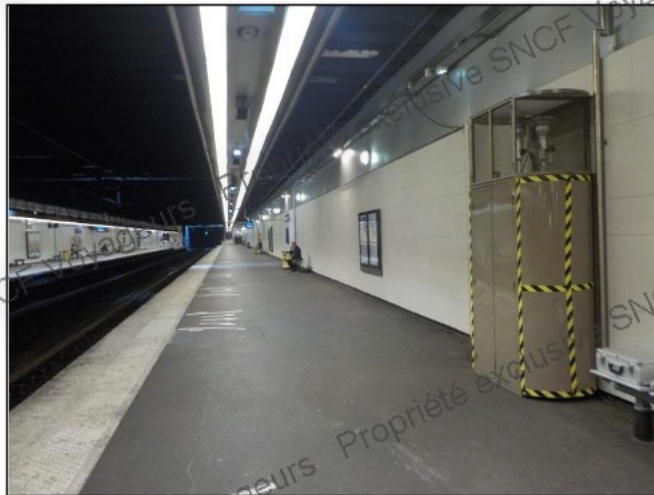
En termes de fréquentation, la gare accueille chaque jour ouvré en moyenne 18 066 personnes (nombre de voyageurs montants en 2014). Le volume de voyageurs annuel pour l'année 2019 est de 6 504 113 voyageurs.

DOC054178-00 / MES019200

GR_DOC42P2



Plan 2 - Plan représentant 2 niveaux de la gare (RDC niveau rue : guichet (BV),
salle des pas perdus/ Sous le niveau RDC : quais et voies)

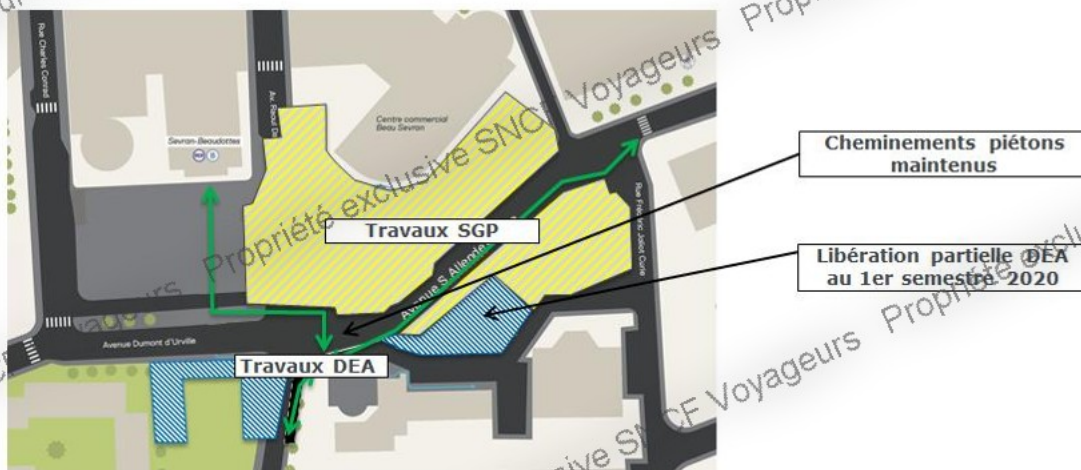
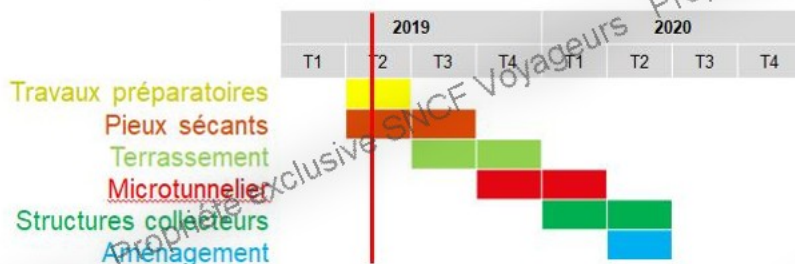


Photographie 1 – Emplacement de la baie de
mesure sur le quai N°2

ANNEXES

**ANNEXE 3 : PLANS DE SITUATION DES TRAVAUX DANS
LE CADRE DU GRAND PARIS EXPRESS AYANT EU LIEUX
DURANT LA CAMPAGNE DE MESURES EN GARE DE
SEVRAN BEAUDOTTES**

Nombre de page(s) : 2



Plan 3 – Situation des travaux entre décembre 2018 et juin 2020