

# AGENCE D'ESSAI FERROVIAIRE



## RAPPORT

### SITE DE MESURES DE PARTICULES EN CONTINU EN GARE DE MAGENTA - 2020

**Référence AEF : DOC056443-00 / MES018933**

## AGENCE D'ESSAI FERROVIAIRE

21, avenue du Président Allende

F - 94407 Vitry sur Seine CEDEX – France

[affaire.aef@sncf.fr](mailto: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 GENERALE TRANSILIEEN**

A l'attention d'Anais WATBLED

10 Rue Camille MOKE

93212 Paris

France

## SITE DE MESURES DE PARTICULES EN CONTINU EN GARE DE MAGENTA - 2020

**Résumé :**

L'Agence d'Essai Ferroviaire réalise depuis 2016 des mesures de la qualité de l'air en gare de Magenta (site en continu). Les mesures portent sur les concentrations en particules PM10 et PM2,5. L'année 2020 a été une année particulière en raison des périodes de confinements et couvre-feu.

Les concentrations moyennes annuelles en PM10 et PM2,5 pour l'année 2020 ont été respectivement de 56 et 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . La répartition mensuelle des concentrations moyennes a montré l'existence de deux périodes (hivernale et automnale) durant lesquelles les niveaux de particules mesurés ont été les plus importants en 2020.

La comparaison des données disponibles en 2020 avec les exercices 2018 et 2019 a montré des concentrations moyennes en PM10 et PM2,5 proches bien que légèrement inférieures en 2020.

#### Elaboration du rapport

Rédacteur

Nom : BRUN Ghislain

Fonction : Technicien supérieur en qualité de l'air

Vérificateur

Nom : GHOZZI Fayes

Fonction : Ingénieur d'études en qualité de l'air

#### Approbation du rapport

Nom : PETIT Olivier

Fonction : Directeur Délégué Activité  
MES

**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 : <a href="http://www.airparif.asso.fr/etat-air/bilan-annuel">http://www.airparif.asso.fr/etat-air/bilan-annuel</a>	Bilan de la qualité de l'air – Année 2020 Surveillance et information en Ile-de-France

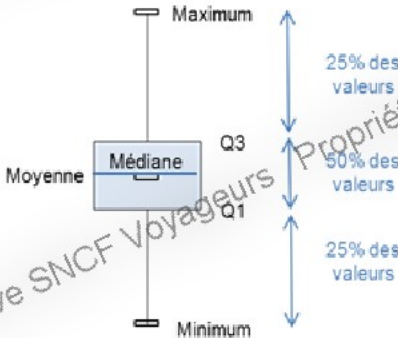
**DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE INTERNE AEF**

Références	Intitulé
DOC047931	Site de mesures de particules en continu en gare de Magenta (2016)
DOC049057	Site de mesures de particules en continu en gare de Magenta (2017)
DOC050453	Site de mesures de particules en continu en gare de Magenta (2018)
DOC054177	Site de mesures de particules en continu en gare de Magenta (2019)
DOC056444	Site de mesure de particules en continu en gare de Sevrans-Beaudottes (2020)

**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"> <li>- La médiane de l'ensemble des données ;</li> <li>- La moyenne de l'ensemble des données ;</li> <li>- Les percentiles 25 (Q1) et 75 (Q3) qui correspondent aux extrémités de la boîte et qui contiennent 50% des données ;</li> <li>- Les minima et maxima aux extrémités des moustaches.</li> </ul> 
Coefficient de Pearson	Le coefficient de corrélation linéaire simple, dit de Bravais-Pearson (ou de Pearson), est une normalisation de la covariance par le produit des écarts-type des variables (définition Université Lumière Lyon 2).
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)
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 ( $\mu\text{m}$ )
PM2,5	Particules de diamètre aérodynamique moyen inférieur à 2,5 micromètres ( $\mu\text{m}$ )
TEOM	Tapered Element Oscillating Microbalance (microbalance à élément conique oscillant) : principe de mesure qu'utilise l'analyseur automatique de poussières.

**SOMMAIRE DU RAPPORT:**

<b>1 - OBJET</b> .....	<b>7</b>
<b>2 - METHODOLOGIE</b> .....	<b>7</b>
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 .....	9
2.5 - Méthodologie d'acquisition et de gestion des données .....	9
<b>3 - RESULTATS ET COMMENTAIRES</b> .....	<b>11</b>
3.1 - Niveaux moyens observés sur le quai en gare de Magenta .....	11
3.2 - Variabilité temporelle .....	12
3.3 - Comparaison des principaux résultats avec les campagnes antérieures .....	19
3.4 - Comparaison des données avec le site continu en gare de Sevrans-Beaudottes (RER B) .....	23
<b>4 - FACTEURS D'INFLUENCE ET DE CONFORT</b> .....	<b>26</b>
4.1 - Trafic ferroviaire et fréquentation.....	26
4.2 - Ventilation.....	29
4.3 - Qualité de l'air extérieur.....	30
<b>5 - CONCLUSION</b> .....	<b>36</b>
<b>ANNEXES</b> .....	<b>37</b>
<b>SOMMAIRE DES ANNEXES</b> .....	<b>38</b>

## 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. Dans ce cadre, il a été décidé de suivre l'évolution dans le temps de cette pollution. La gare de Magenta (RER E) a ainsi été équipée d'une station de mesure permettant la surveillance en continu des particules fines PM10 et PM2,5.

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. La gare de Magenta a fait l'objet de plusieurs campagnes de mesures de polluants gazeux et particulaires, notamment en 2000, 2002 et 2006. 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.

Le présent rapport restitue les résultats relatifs à l'exploitation du site de mesure en continu des particules PM10 et PM2,5 dans la gare de Magenta pour l'année 2020. Il est toutefois notable que l'année 2020 est une année particulière du fait des travaux EOLE de l'été et des périodes de confinements et de couvre-feu comme indiqué ci-dessous :

- 1er confinement national : du mardi 17 mars au dimanche 17 mai 2020 ;
- 2<sup>ème</sup> confinement national : du vendredi 30 octobre au dimanche 13 décembre 2020 ;
- Couvre-feu à 20 h : du lundi 14 décembre au vendredi 15 janvier 2021.

## 2 - METHODOLOGIE

### 2.1 - Descriptif de la gare

La gare de Magenta se situe sur la ligne E du RER, dans le 10<sup>ème</sup> arrondissement de Paris. Cette gare possède de nombreuses correspondances sur le réseau d'Île-de-France notamment avec les lignes de métro 2, 4 et 5. La gare comporte également deux grands ensembles reliant ses quais à la gare du Nord et au quartier proche de la gare de l'Est. La gare de Magenta comporte deux quais et quatre voies (51, 52, 53 et 54) sur béton. Les quais comprennent un tunnel central (section de 50 m<sup>2</sup>) à deux voies et deux tunnels latéraux (section 32 m<sup>2</sup>), chacun à une voie. Un système de ventilation mécanique est en place et assure une ventilation de deux types : désenfumage et confort.

Le volume de voyageurs en Gare de Magenta (RER E) est de 89 385 voyageurs en moyenne par jour en 2020.

Un descriptif des caractéristiques la gare figure en Annexe 1.

### 2.2 - Polluants mesurés

Les mesures ont porté sur les concentrations en particules en suspension dans l'air : PM10 et PM2,5. Les particules 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.

Ces 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 est également sous l'influence de l'air extérieur. Cette influence varie en fonction d'un certain nombre de paramètres qui ont été déterminés lors d'études antérieures, 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 mesure en continu mis en place en gare de Magenta 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 Magenta et visuel sur 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 51 dans le sens de circulation Paris-banlieue parisienne, en direction de Chelles - Gournay et de Villiers-sur-Marne. Le point de mesure est situé à proximité du local DA61, à l'identique de l'emplacement retenu lors de précédentes campagnes de mesure réalisées en gare de Magenta (octobre 2000, juin 2002, février 2006, site en continu 2016, 2017, 2018, 2019). 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 01/01/2020 au 31/12/2020 inclus (sauf période du 1<sup>er</sup> confinement et de travaux d'été en gare pour cause d'indisponibilité de l'appareil de mesure). Cette période d'un an permet d'avoir suffisamment de données collectées et validées donnant une robustesse aux statistiques présentées dans les résultats.

Les rapports annuels sont déjà disponibles pour les années précédentes, de 2016 à 2019.

## **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.

### **2.5.2 - Protocole de surveillance et de 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 à distance depuis le site de mesure au moyen d'un boîtier connecté à l'analyseur. Il permet la récupération automatique et le rapatriement des données de qualité de l'air vers les serveurs informatiques situés à l'AEF. Ce système a permis de suivre le bon fonctionnement de l'analyseur à distance au cours de l'année.

### 2.5.3 - Protocole de validation et de traitement des données

Le protocole de validation est basé sur un traitement des données brutes collectées par le TEOM. Les données brutes sont mises en base sur les serveurs de l'AEF au moyen d'un logiciel de traitement associé. Celui-ci permet de mettre en évidence par un code de couleur, la qualité de la donnée brute fournie par l'analyseur de particules et d'effectuer par la suite une validation des données. Ainsi 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 (valeurs manquantes) sont renseignées dans l'interface logiciel.

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, ce sont des maintenances nécessaires pour maintenir la qualité des mesures.
- à des arrêts des analyseurs pour cause de travaux en gare (gare fermée au public pendant ces travaux).

Les données validées de concentrations en particules et de températures sont ensuite exportées au sein de fichiers Excel sous forme de rapports hebdomadaires simplifiés. Ces rapports simplifiés contiennent la mise en forme des données à travers des tableaux de moyennes horaires et quart horaires ainsi que des tableaux de moyennes par périodes (24 heures, nuit, pointes du matin et du soir, service commercial). Le fichier final comporte l'ensemble de 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 Magenta

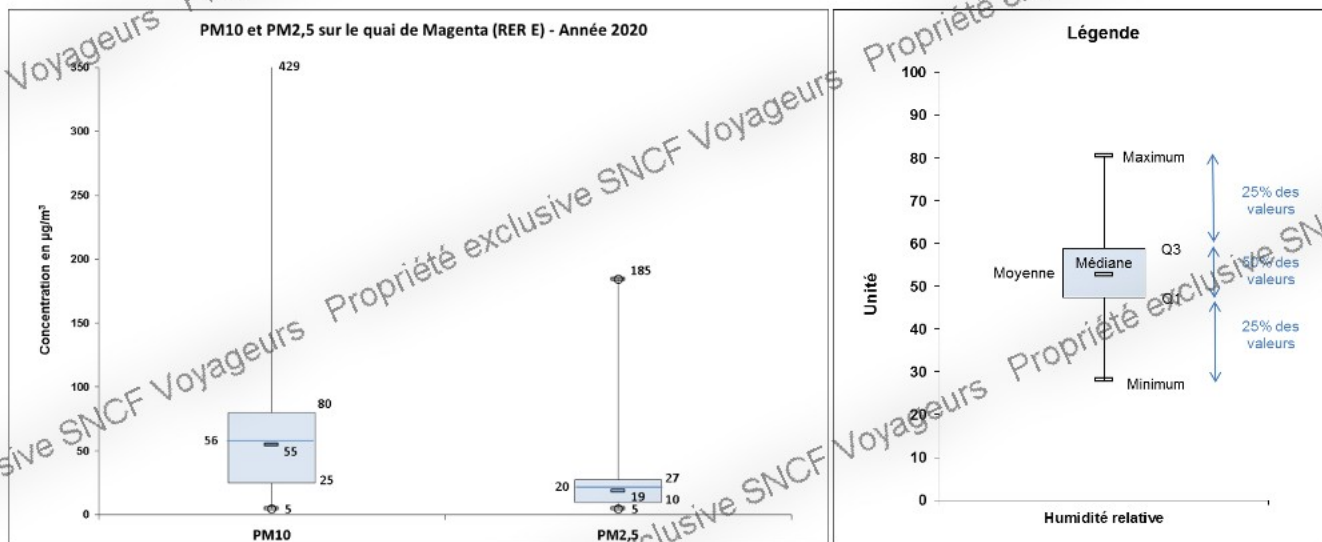


Figure 2 - Boîtes à moustaches des concentrations en moyennes horaires en PM2,5 et en PM10 exprimés en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en gare de Magenta pour l'année 2020

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 2020 en Figure 2. Il est à noter qu'en 2020, le TEOM n'a pas fonctionné durant le 1<sup>er</sup> confinement (du 17 mars au 17 mai) avec absence de données sur cette période (période d'arrêt du TEOM), en raison d'une indisponibilité de l'analyseur de poussières pour cause d'impossibilité de réaliser les maintenances périodiques sur l'appareil (17 mars – 17 mai 2020). De plus, la gare a été fermée du 14 juillet au 31 août pour cause de travaux entre la gare de Magenta et d'Hausmann-St Lazare.

Les boîtes à moustaches montrent une distribution « équilibrée » des concentrations pour les PM10 et les PM2,5, avec cependant des valeurs maximales ponctuelles et importantes. Concernant les PM10, la moitié des concentrations mesurées sont comprises entre **25 et 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$** , avec une moyenne de **56  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**  et une médiane de **55  $\mu\text{g}/\text{m}^3$** . Pour les PM2,5, la moitié des concentrations mesurées sont comprises entre **10 et 27  $\mu\text{g}/\text{m}^3$** , avec une moyenne de **20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**  et une médiane à **19  $\mu\text{g}/\text{m}^3$** . La proportion moyenne de particules PM2,5 dans les particules PM10 est de **36%**, soit un **ratio moyen PM2,5/PM10 de 0,36** calculé à partir des ratio horaires PM2,5/PM10 tout au long de l'année.

Les concentrations maximales en PM10 et PM2,5 ont été mesurées lors de la journée du mardi 17 novembre 2020 de 09h00 à 10h00. La concentration en PM10 a atteint **429**

$\mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne horaire soit **environ 8 fois la concentration moyenne annuelle** mesurée en gare de Magenta. La concentration en particules fines PM<sub>2,5</sub> mesurée durant ce pic a atteint **185  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  soit environ 9 fois la concentration moyenne annuelle en PM<sub>2,5</sub>.**

Ce pic de concentrations pour chacune des fractions de particules PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> est survenu lors de la pointe du matin (17/11/2020) mais fait suite à un pic de concentrations en PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> survenu lors de la nuit du 16/11 au 17/11/2020. L'origine de ces deux pics de concentrations n'ont pu être identifiés.

### **Conclusion :**

Les concentrations moyennes annuelles en PM<sub>10</sub> et en PM<sub>2,5</sub> sont respectivement de **56  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  et 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$** . Il est à noter qu'en 2020, une partie des données lors des mois de mars, avril, mai, juillet et août sont absentes, en raison d'une indisponibilité de l'analyseur de poussières. Les concentrations horaires maximales mesurées pour chacune des deux fractions de particules PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> ne sont pas représentatives d'une situation ordinaire et sont très supérieures aux concentrations moyennes mesurées en gare de Magenta.

### **3.2 - Variabilité temporelle**

Pour une question de lisibilité, il est difficile de présenter les relevés horaires sur l'ensemble de la campagne de mesures du fait de la nature du site (site continu) et de la période couverte lors de cette campagne (1 an). Les données présentées contiennent des profils journaliers, hebdomadaires et mensuels.

#### **3.2.1 - Variabilité mensuelle**

Les profils mensuels en particules PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> mesurées en gare de Magenta 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 des moyennes journalières calculées sur la période correspondante à l'ouverture de la gare (5h00 (J) à 1h00 (J+1)). Cette distinction permet de tenir compte de l'absence de circulation des trains de voyageurs en dehors des périodes d'ouverture de la gare. Les niveaux observés en service commercial sont plus importants (+12,2% en moyenne sur l'année pour les PM<sub>10</sub> et +10,4% en moyenne sur l'année pour les PM<sub>2,5</sub>) que ceux observés la nuit. Il est à noter également que les mois de mars, mai et juillet sont « incomplets » car durant la moitié de ceux-ci, le TEOM était indisponible pour cause de travaux ou de fermeture de la gare (incapacité de réaliser les maintenances bimensuelles).

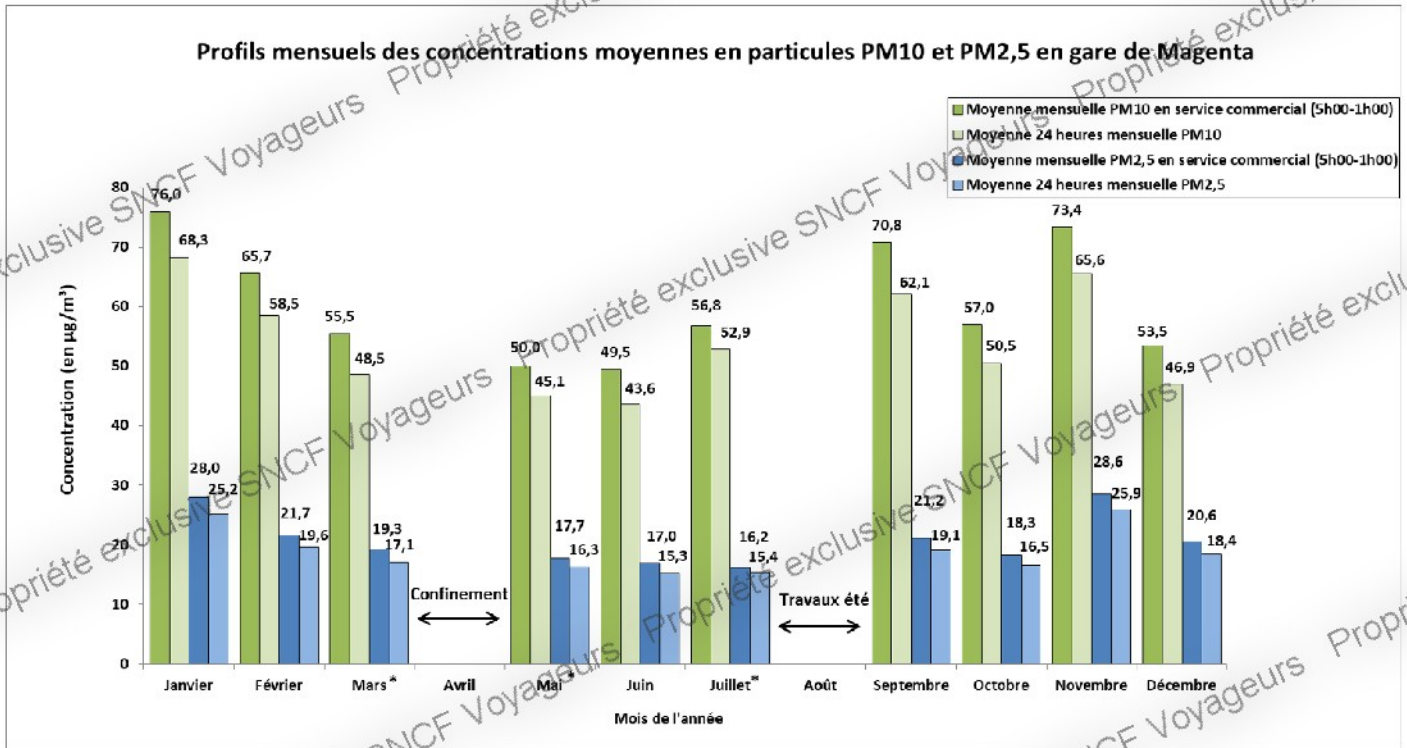


Figure 3 - Evolution des profils mensuels en PM10 et en PM2,5 exprimés en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en gare de Magenta (RER E) pour l'année 2020.

\*Pour une raison de taux de disponibilité des données, les mois de mars, mai et juillet ne sont pas utilisés dans le bilan mensuel.

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

Deux périodes distinctes ont été identifiées tout au long de l'année 2020 :

- La période de janvier à février ;
  - La période de septembre à décembre.
- Les concentrations moyennes mensuelles montrent une tendance à la baisse sur la période janvier – février 2020. On note une baisse des concentrations moyennes mensuelles en service commercial de l'ordre de 27% et 29% respectivement pour les PM10 et PM2,5 entre les mois de janvier et février 2020.
  - La période septembre – décembre est synonyme de variations mensuelles plus importantes d'un mois à l'autre. Les concentrations moyennes en PM10 en service commercial sont comprises entre 53,5 et 73,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  et entre 18,3 et 28,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les PM2,5 sur la période.
  - Les concentrations moyennes mensuelles les plus faibles de l'année ont été observées lors du mois de juin 2020 avec respectivement 49,5 et 17  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les PM10 et les PM2,5. Cette situation s'observe dans un contexte marqué par un retour progressif à une fréquentation voyageurs et des circulations ferroviaires plus proches de celles habituellement observées seulement deux semaines après la fin du 1<sup>er</sup> confinement de mars.
  - Les mois de janvier et novembre montrent respectivement les concentrations moyennes mensuelles les plus élevées en particules de l'année en PM10 et en PM2,5.
  - Les travaux d'été 2020 ont impliqué la mise à l'arrêt du TEOM (13% de taux de disponibilité des données en juillet pendant la période d'ouverture de la gare) et les périodes de confinements de mars à mai (les taux de disponibilité pour mars, avril et mai sont respectivement de 33%, 0% et 32%) puis novembre (2<sup>ème</sup> confinement du 30 octobre au 13 décembre) ont eu notamment pour conséquence une réduction du trafic ferroviaire en gare de Magenta (baisse de 50% du trafic en heures de pointes).
  - Les autres mois de l'année (mai, octobre et décembre) ont montré des concentrations moyennes mensuelles en PM10 et en PM2,5 plutôt proches comprises entre 50 et 55  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les PM10 et 17-20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en service commercial.
  - L'écart entre la concentration mensuelle la plus faible et la plus élevée est de 26,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les PM10 (49,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en juin contre 76,0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en janvier soit une augmentation de 35%) et de 12,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les PM2,5 (16,2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en juillet contre 28,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en novembre soit une concentration ayant pratiquement doublé entre ces deux mois).

**Conclusion :**

Les résultats ont montré une baisse progressive des concentrations **dès le mois de février** (65,7 et 55,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en PM10 et 21,7 et 19,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en PM2,5 respectivement en février et mars).

Les concentrations moyennes mensuelles en particules ont été les plus faibles lors du mois **de juin 2020. Elles sont proches de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les PM10 et de 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les PM2,5.** Cependant, ces données ne sont pas représentatives d'un trafic normal pour cause de fin du 1<sup>er</sup> confinement en mai et d'un retour très lent vers un nombre de train plus important (80% du trafic normal).

Les mois de janvier et novembre sont caractérisés par les concentrations moyennes en particules PM10 et PM2,5 **les plus élevées de l'année** avec une moyenne mensuelle maximale de **76,0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en PM10 et 28,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en PM2,5.**

Les mois d'octobre et décembre ont montré des concentrations moyennes en particules assez proches en PM10 et PM2,5 comprises entre 49,5 et 57,0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  et entre 15,3 et 20,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

L'année a également été marquée par deux périodes de confinements entre mars et mai (du 17 mars au 17 mai 2020) puis de fin octobre à décembre (du 30 octobre au 15 décembre) ayant eu pour conséquence une adaptation du plan de transport sur le RER E avec une réduction du trafic en gare de Magenta (50% du trafic assuré lors des heures de pointes durant les périodes de confinement).

**3.2.2 - Variabilité hebdomadaire**

Les profils hebdomadaires en particules PM10 et PM2,5 (moyennes annuelles par jour) en gare de Magenta sont présentés en Figure 4.

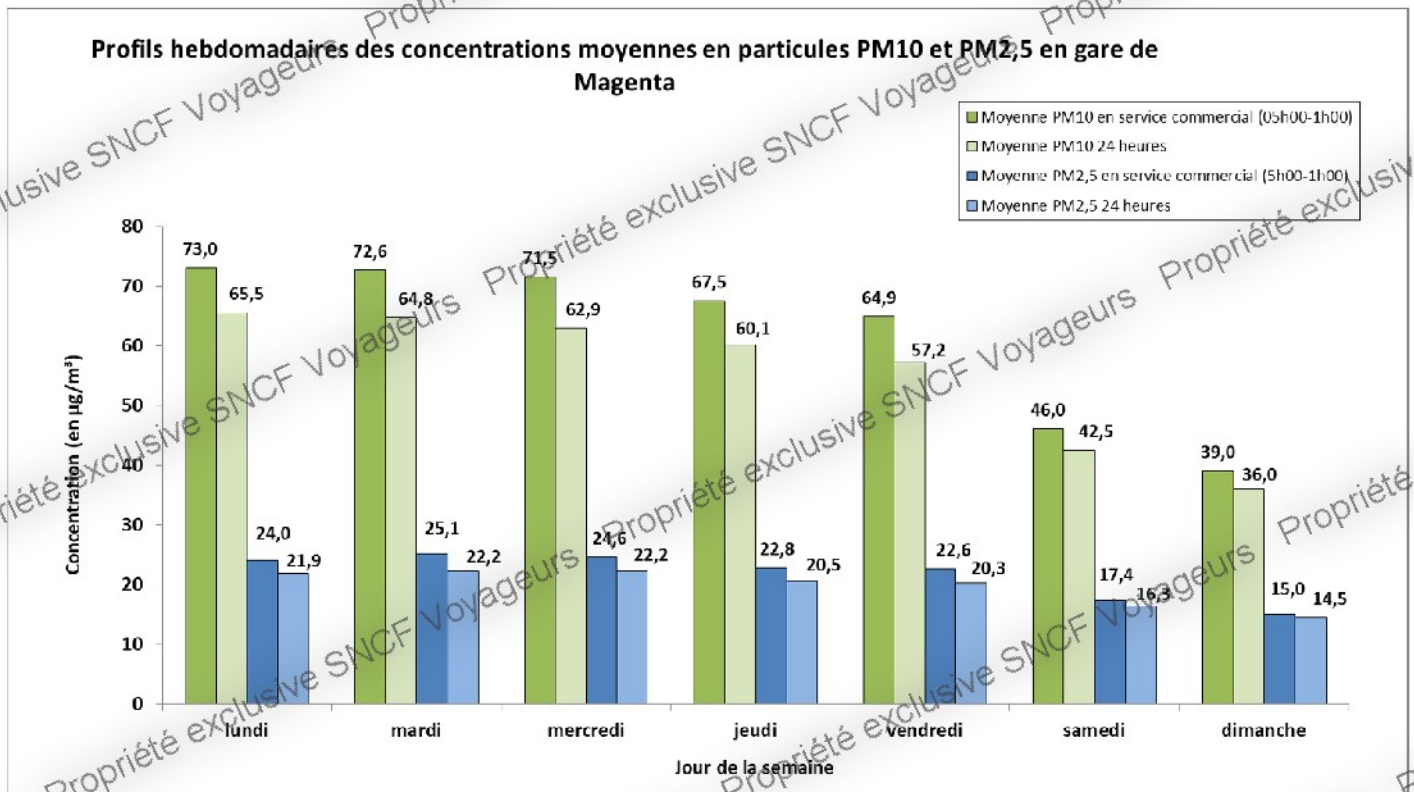


Figure 4 - Evolution des profils hebdomadaires en PM10 et en PM2,5 exprimés en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en gare de Magenta (RER E) pour l'année 2020.

DOC056443-00 / MES018933

08\_2020



Les niveaux moyens en particules sont relativement stables les jours ouvrés (du lundi au vendredi) avec une légère tendance à la baisse pour les jeudis et vendredi. Ces derniers sont d'environ **70 µg/m<sup>3</sup> pour les particules PM10** et environ **24 µg/m<sup>3</sup> pour les PM2,5** sur la période d'ouverture au public de la gare (moyenne en service commercial).

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

- de l'ordre de **29%** pour les PM2,5 avec une concentration moyenne de 16 µg/m<sup>3</sup> ;
- de l'ordre de **39%** pour les PM10 avec une concentration moyenne de 43 µg/m<sup>3</sup>.

Ces résultats sont en partie liés à la baisse du nombre de trains en circulation durant les week-ends mais aussi du nombre de voyageurs (volume de voyageurs).

### 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'ensemble de l'année 2020.

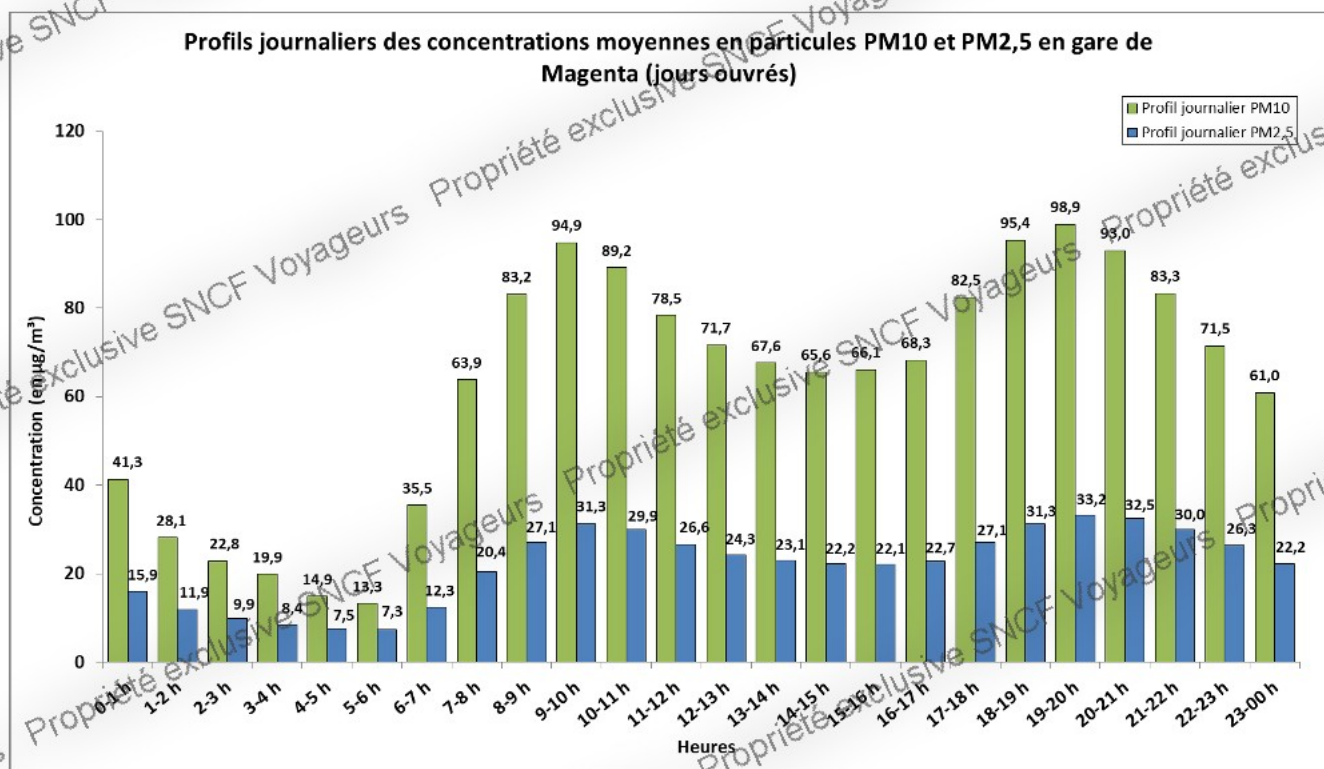


Figure 5 - Evolution des profils journaliers en PM10 et PM2,5 en gare de Magenta pour l'année 2020 (jours ouvrés)

Les profils journaliers présentés en Figure 5 sont comparables pour les particules PM10 et PM2,5 sur les heures creuses et les heures de fermetures de la gare (même tendance).

Les profils journaliers montrent 3 périodes importantes :

- une **période de pointe le matin**, approximativement de **8h00 à 12h00** ;
- une **période de pointe le soir** d'environ **18h00 à 22h00** ;

- une **période de fermeture de la gare au public de 01h00 à 05h00** (absence de circulations)

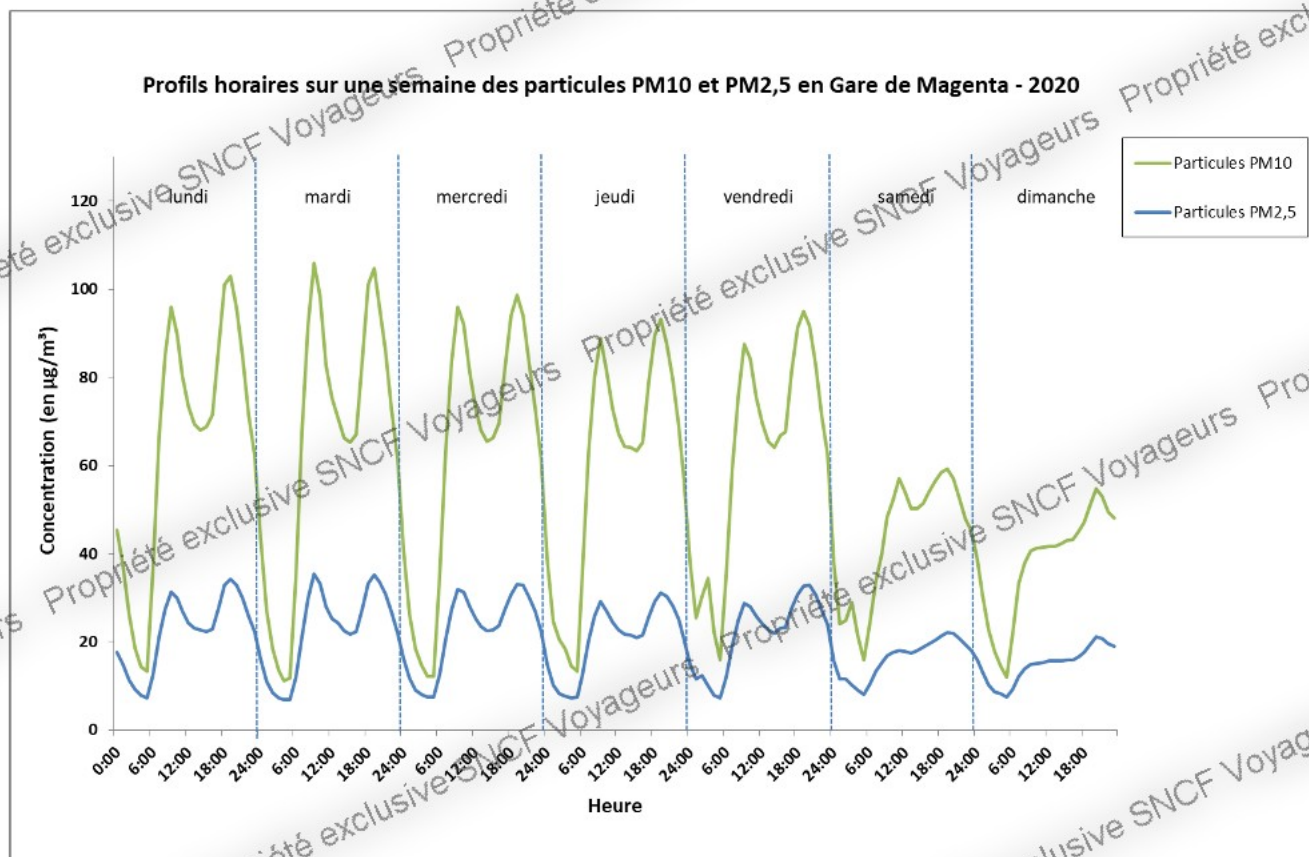
Durant les périodes de pointes, les concentrations horaires moyennes maximales sont mesurées, pour les deux types de particules : elles **sont comprises entre 95 et 99  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les PM10 et entre 31 et 33  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en PM2,5.**

Les concentrations les plus faibles sont mesurées durant la période de fermeture de la gare au public. Sur cette période, les niveaux diminuent jusqu'à environ 13  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les PM10 et 7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les particules 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. 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 la circulation ferroviaire. 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.

### 3.2.4 - Variations horaires sur une semaine

Le détail des variations horaires des concentrations moyennes en particules sur une semaine (moyennes des 52 semaines de l'année 2020) est présenté en Figure 6.



Ce graphique montre d'une part les variations journalières avec l'existence de deux pics de concentrations aux heures de pointes 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 dimanche matin et atténuation des maximaux aux heures de pointe en fin de journée).

### 3.3 - Comparaison des principaux résultats avec les campagnes antérieures

Les campagnes de mesures en continu réalisées en 2016, 2017, 2018, 2019 et 2020 ont permis de collecter des données en quantité suffisante chaque année, rendant possible la comparaison des résultats obtenus lors de ces quatre 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 effectuées ces dernières années entre 2016 et 2020.

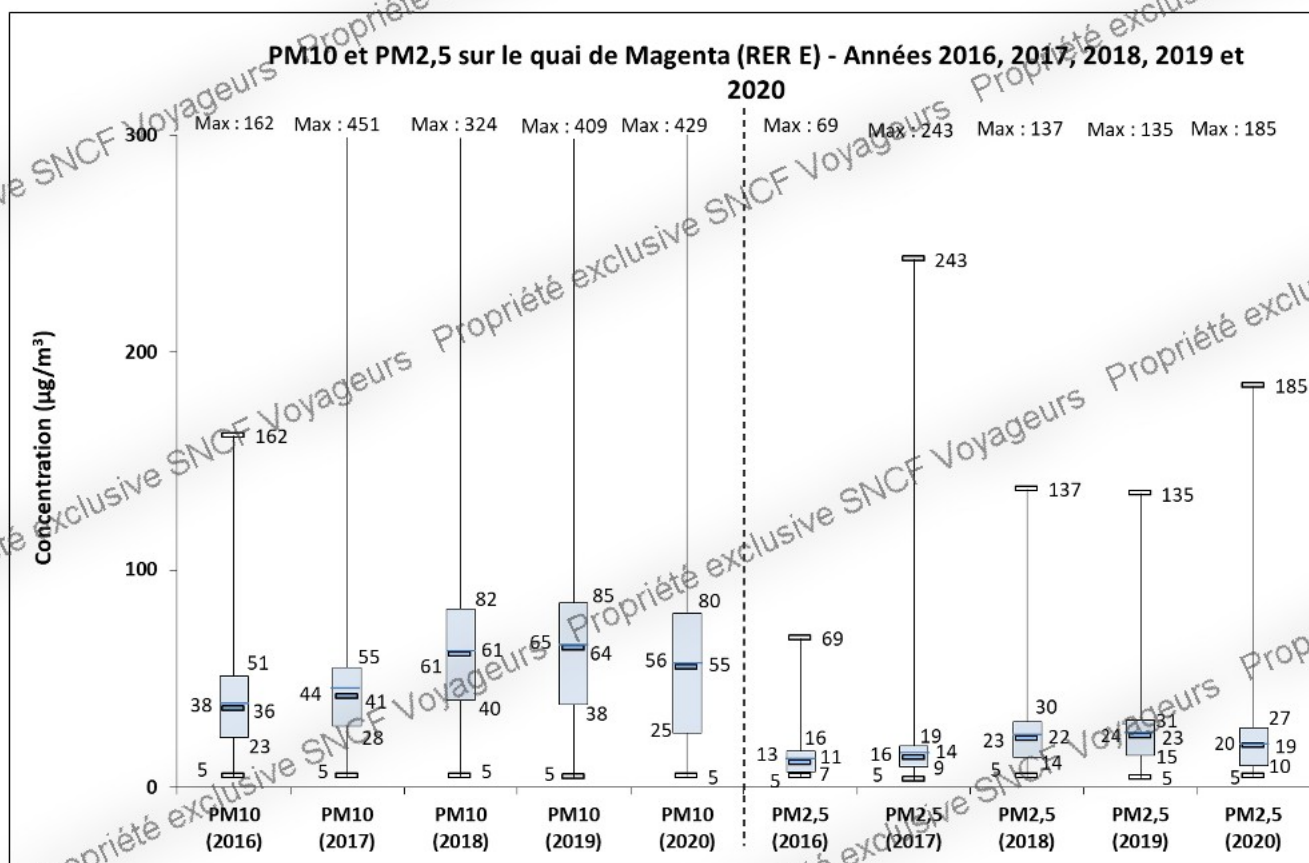


Figure 7 – Boîtes à moustaches des concentrations en moyenne horaire en PM10 et PM2,5 en gare de Magenta pour les années 2016, 2017, 2018, 2019 et 2020.

La distribution des données pour les deux fractions de particules obtenue en 2020 est assez similaire avec celles des deux dernières campagnes (2018 et 2019). Une légère baisse des concentrations moyennes est observée pour l'année 2020 par rapport aux exercices 2018 et 2019. Ces baisses sont respectivement de :

- 14% et 17% pour les PM10 et les PM2,5 entre 2019 et 2020 ;
- 8 % et 13% pour les PM10 et les PM2,5 entre 2018 et 2020.

On note que les maxima observés en 2020 sont légèrement supérieurs à ceux mesurés en 2018 et 2019.

La distribution des données de 2020 est également en rupture avec celles des campagnes 2016 et 2017. Les concentrations moyennes de 2020 sont en hausse par rapport aux campagnes 2016 et 2017. Ces hausses sont respectivement de :

- 47% et 54% pour les PM10 et les PM2,5 entre 2016 et 2020.
- 27% et 25% pour les PM10 et les PM2,5 entre 2017 et 2020.

L'hypothèse émise quant à cette augmentation entre les profils des années 2016/2017 et les profils de l'année 2020 est le démarrage des travaux EOLE sur la ligne E à partir de février 2018.

La baisse des concentrations moyennes entre 2019 et 2020 est quant à elle probablement liée à la crise sanitaire et à la baisse de l'activité ferroviaire qui en a découlé.

### 3.3.2 - Comparaison des données mensuelles

Les Figures 8 et 9, en pages suivantes, présentent respectivement les concentrations moyennes mensuelles en PM10 et PM2,5 en service commercial obtenues lors des campagnes 2018, 2019 et 2020 en gare de Magenta. Par souci de clarté, le choix s'est porté sur la représentation graphique et la comparaison des trois dernières années de données.

Les résultats des trois années de mesures en continu montrent des différences dans l'observation des profils de concentrations en PM10 et PM2,5. En 2020, la tendance générale à la hausse par rapport aux années 2016 et 2017 observée dès 2018 se poursuit malgré quelques différences dans l'observation des profils mensuels. Il reste toutefois compliqué de faire des généralités puisque 2020 a été une année spécifique.

L'exploitation des profils mensuels en PM10 et PM2,5 de l'année 2020 montre les tendances suivantes :

- En dehors du mois de janvier 2020 pour lequel les concentrations mesurées en PM10 et PM2,5 sont les plus importantes sur ces 3 dernières années, il apparaît que les concentrations moyennes mensuelles de 2020 sont souvent très proches et légèrement inférieures à celles mesurées lors des campagnes 2018 et 2019.
- Sur la période mai – juin cette tendance semble s'atténuer et les concentrations moyennes mensuelles de 2020 se situent à des niveaux inférieurs à ceux mesurés en 2018 et 2019.

Aucune valeur n'a été enregistrée durant les mois d'avril et d'août 2020 du fait de la fermeture de la gare en raison du confinement (avril) et de la réalisation de travaux (août). Pour rappel les mois de mars et avril 2018 sont respectivement marqués par une période de grève et une plage de données non acquises par l'analyseur TEOM. En août 2019, une absence est également notée en raison des travaux EOLE en gare de Magenta.

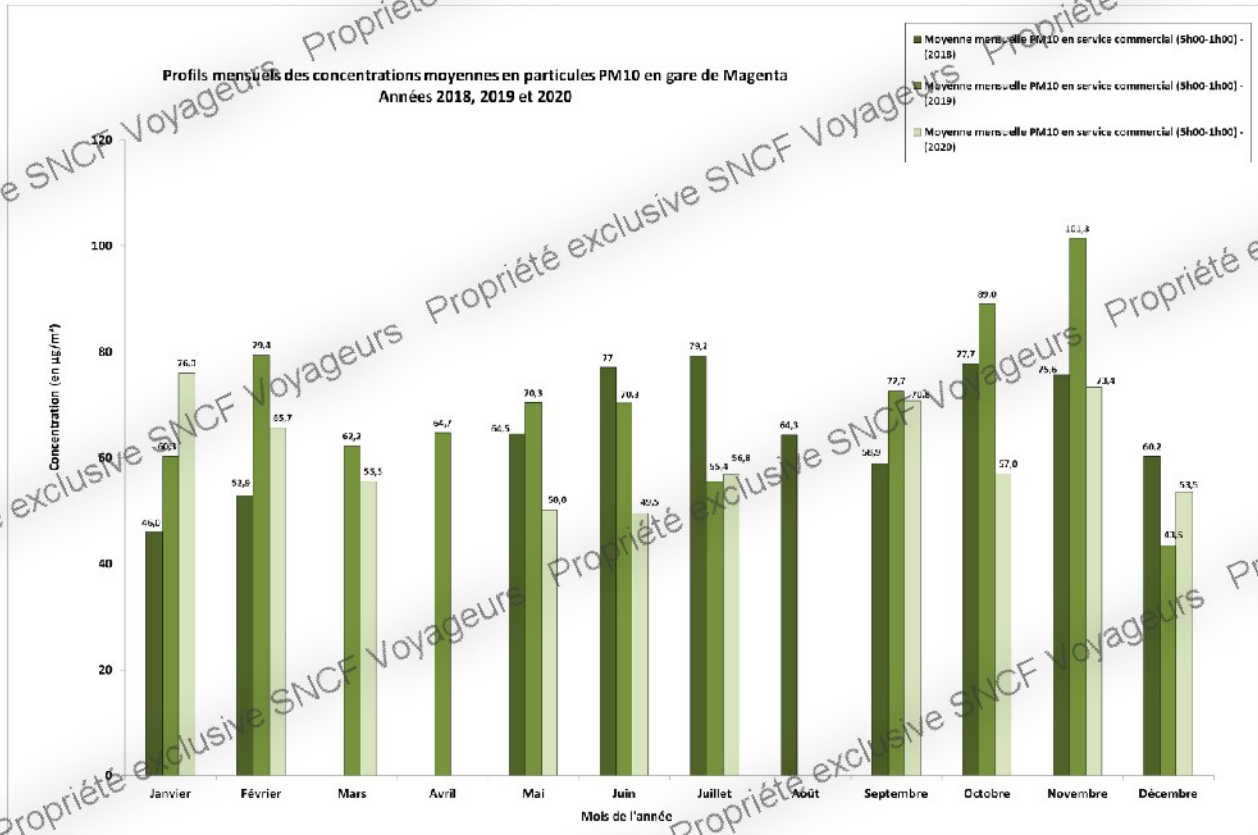


Figure 8 – Comparaison des profils mensuels de concentration en particules PM10 en gare de Magenta de 2018 à 2020

DOC056443-00 / MES018933

OR\_202042F2

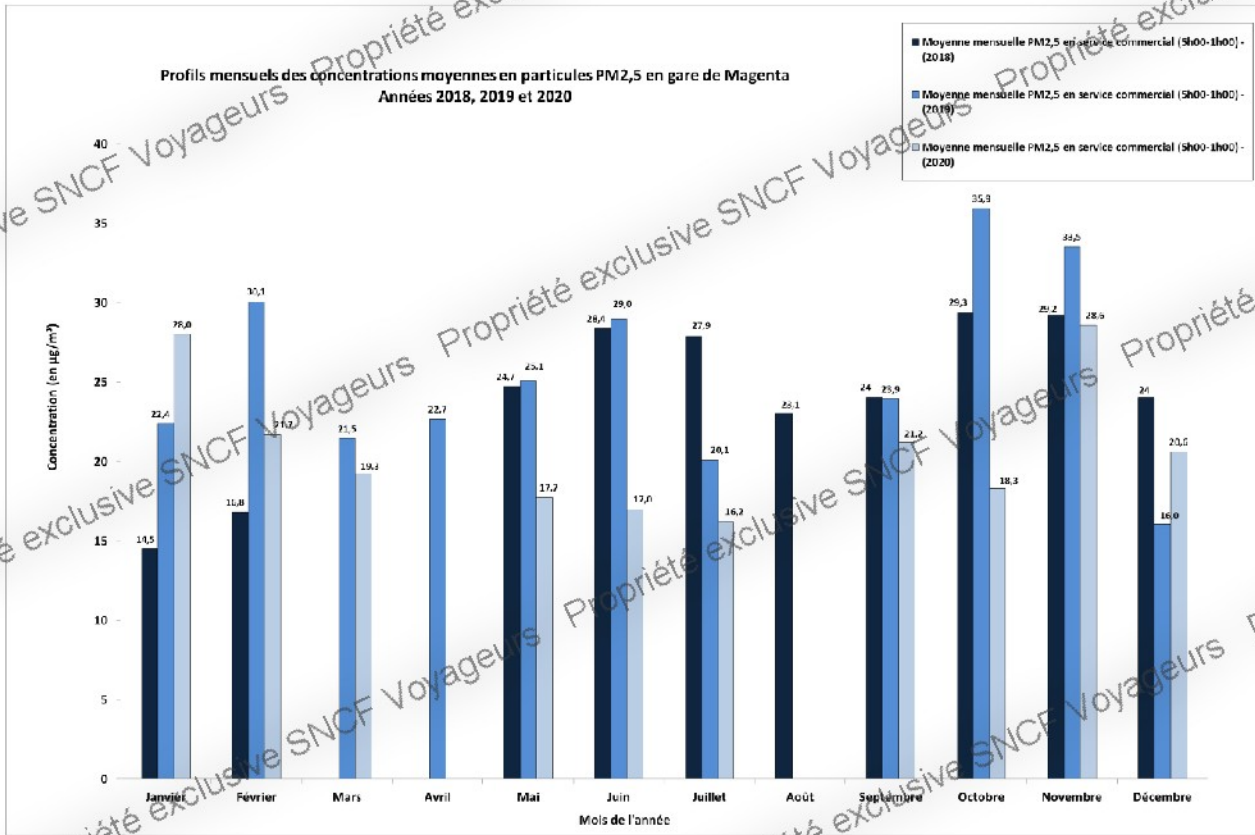


Figure 9 – Comparaison des profils mensuels de concentration en particules PM2,5 en gare de Magenta de 2018 à 2020

DOC056443-00 / MES018933

OR\_0042P2

### 3.4 - Comparaison des données avec le site continu en gare de Sevrans-Beaudottes (RER B)

#### 3.4.1 - Comparaison de la distribution des données

La Figure 10 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 2020 (il est à noter que les TEOM des deux sites ont été arrêté du 17 mars au 17 mai 2020).

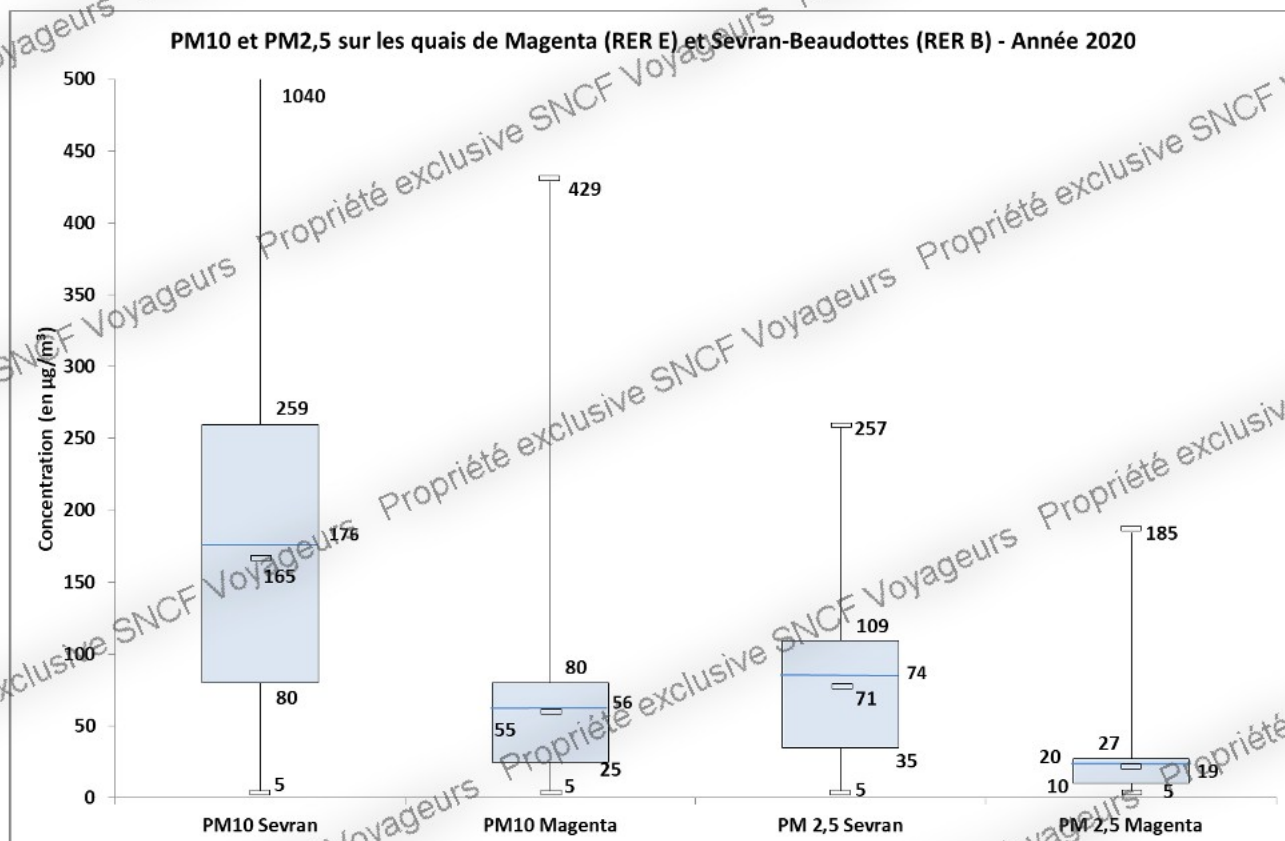


Figure 10 - Boîtes à moustaches des concentrations en moyenne horaire pour les PM10 et les PM2,5 en gare de Magenta et de Sevrans-Beaudottes pour l'année 2020.

La comparaison des données des deux sites de mesure indique que, lors de l'année 2020 sur le site de Magenta :

- La concentration moyenne annuelle en PM10 est environ 3 fois moins importante que la concentration moyenne annuelle mesurée sur le site de Sevrans-Beaudottes ;
- La concentration moyenne annuelle en PM2,5 est environ 4 fois moins importante que la concentration moyenne annuelle mesurée sur le site de Sevrans-Beaudottes.

Les concentrations horaires maximales mesurées en gare de Magenta sont environ 2 fois inférieures aux concentrations maximales mesurées en gare de Sevrans-Beaudottes pour la fraction des PM10 et environ 1,5 fois moins importantes pour la fraction PM2,5.

Les ratios PM2,5/PM10 calculés à partir des concentrations moyennes mensuelles pour chacune des deux gares précédemment citées ont permis de calculer un ratio moyen PM2,5/PM10 sur 2020. **Ainsi en gare Magenta le ratio PM2,5/PM10 est de 0,36 alors qu'en gare de Sevrans-Beaudottes le ratio moyen PM2,5/PM10 est de 0,42.** 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<sub>2,5</sub> dans les PM<sub>10</sub> est proche pour ces deux gares.

### 3.4.2 - Comparaison des données mensuelles

La Figure 11 présente les concentrations moyennes mensuelles en service commercial pour les PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> lors des campagnes 2020 pour les gares de Magenta et Sevrans-Beaudottes.



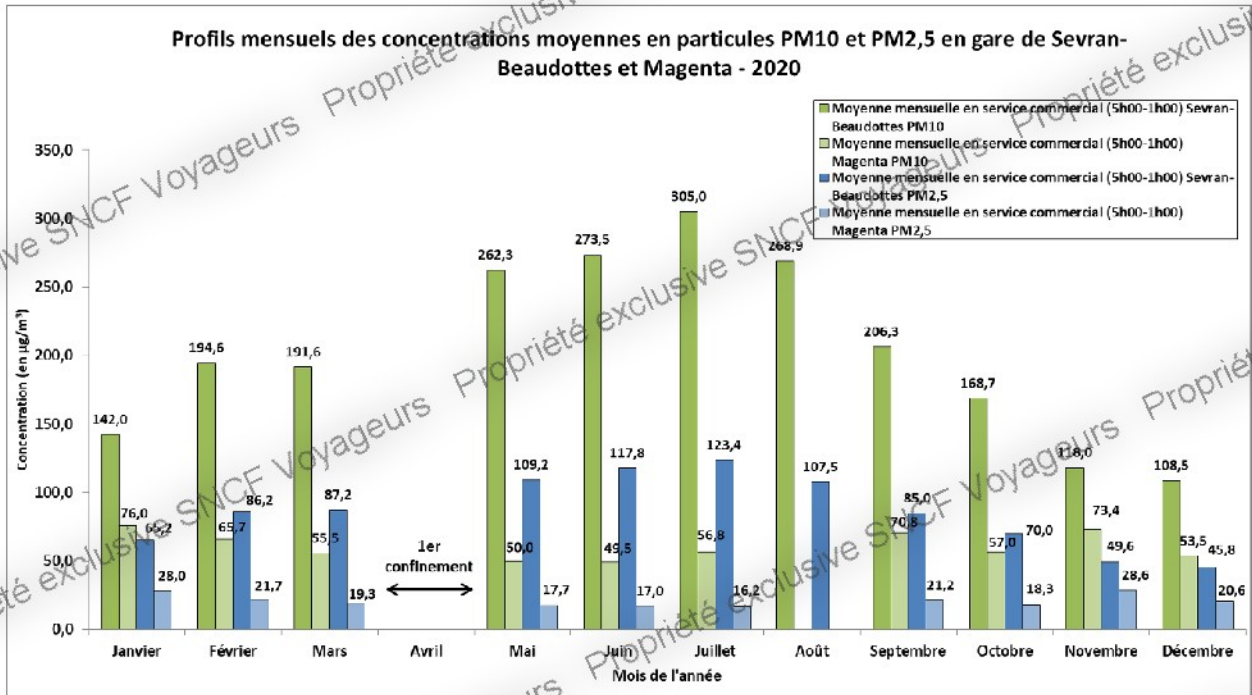


Figure 11 - Comparaison des profils mensuels de concentration en particules PM10 et PM2,5 en gare de Magenta (RER E) et en gare de Sevrان-Beaudottes (RER B) - 2020.

Les résultats de la Figure 11 rendent compte des différences qui existent entre les concentrations mesurées en gare de Sevrans-Beaudottes et Magenta sur l'année 2020. Pour les PM10, les concentrations moyennes mensuelles mesurées en gare de Magenta sur 2020 sont comprises entre **49,5 et 76,0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**  contre des valeurs comprises entre **108,5 et 305,0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en gare de Sevrans-Beaudottes**. L'évolution des profils de PM10 pour ces deux gares sont différents. Cette différence 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 oscillent tout au long de l'année après un premier trimestre marqué par une décroissance des concentrations moyennes mensuelles.

L'examen des profils de concentrations moyennes en PM2,5 montre que les concentrations sont comprises entre **16,2 et 28,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en gare de Magenta** contre des valeurs comprises entre **45,8 et 123,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en gare de Sevrans-Beaudottes** 2020. Le profil des concentrations en PM2,5 en gare de Sevrans-Beaudottes montre une évolution similaire au profil de concentrations décrit pour les PM10. Le profil des concentrations en PM2,5 en gare de Magenta est également proche de celui des PM10 dans cette même gare, avec cependant une concentration moyenne mensuelle maximale mesurée en octobre 2020.

#### **4 - FACTEURS D'INFLUENCE ET DE CONFORT**

Dans les EFS, la qualité de l'air peut être influencée par les 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) ;
- sa fréquentation (nombre de voyageurs) ;
- la fréquence de circulation du matériel roulant ;
- son ancienneté ;
- son environnement dans le milieu urbain et en particulier ses liaisons avec l'extérieur.

##### **4.1 - Trafic ferroviaire et fréquentation**

Le trafic en gare de Magenta (nombre réel de trains par mois) et la fréquentation (volumes de voyageurs mensuels) pour l'année 2020 ont été transmis par Transilien sur la période couvrant la campagne de mesures. Le nombre moyen réel de trains circulant par mois en gare de Magenta est de 7690 (hors périodes de confinements ou de travaux d'été).

La Figure 12 reprend sur un même graphique le nombre de trains en circulation avec le profil mensuel des concentrations moyennes en particules PM10.

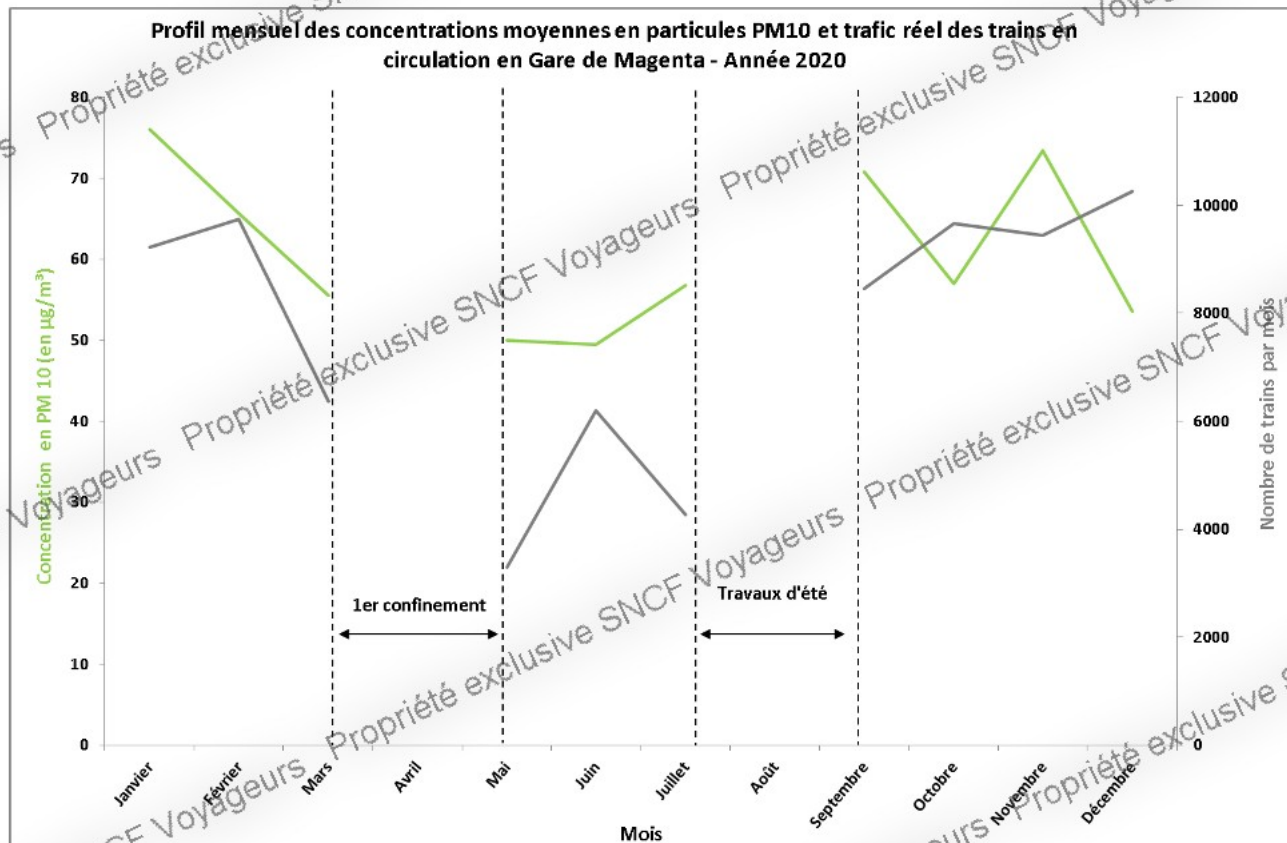


Figure 12 - Comparaison entre les profils mensuel en particules PM10 et le trafic réel des trains en circulation en gare de Magenta pour l'année 2020.

L'évolution mensuelle des concentrations en particules montre des tendances différentes de celui du nombre réel de trains en circulation en gare de Magenta.

L'examen des données disponibles montre que lors du premier trimestre la baisse des concentrations en PM10 est observée dès le mois de janvier jusqu'en mars 2020. Dans le même temps une hausse du nombre de trains en circulation a d'abord été observée entre les mois de janvier et février sans que cela n'ait entraîné d'augmentation des concentrations moyennes mensuelles en PM10. Le premier confinement national en lien avec la crise sanitaire a démarré au 17 mars 2020 et a entraîné une baisse importante du nombre de trains en circulations du fait d'une adaptation du plan de transport (prise en compte uniquement des trains lors de la période du 1<sup>er</sup> au 17 mars puis du 17 au 31 mai dans le calcul du trafic pour ces deux mois). Les données Transilien disponibles ont fait état d'une offre de transport à hauteur de 23% de l'offre nominale durant le confinement ayant pour conséquence une réduction du trafic avant une reprise progressive en sortie du premier confinement. La période mai-juin 2020 est donc marquée par une reprise lente et progressive du trafic ferroviaire et c'est également la période de l'année 2020 pour lesquelles les concentrations moyennes de PM10 ont été parmi les plus faibles de l'année (concentrations moyennes mensuelles de l'ordre de 50 µg/m<sup>3</sup>). Les profils de concentrations en particules et du nombre de trains sont également différents lors des quatre derniers mois de l'année. On notera toutefois que malgré ce constat, le trafic est en hausse dès le mois de septembre 2020 (plus de 8000 trains en circulation par mois) avec dans le même temps des concentrations en PM10 proches de celles mesurées en janvier 2020. La légère baisse du trafic entre octobre et novembre coïncide avec le début du second confinement (démarrage au 30/10/2020).

La Figure 13 renseigne sur l'évolution mensuelle des concentrations en particules PM10 en service commercial et du nombre de voyageurs en gare de Magenta pour l'année 2020.

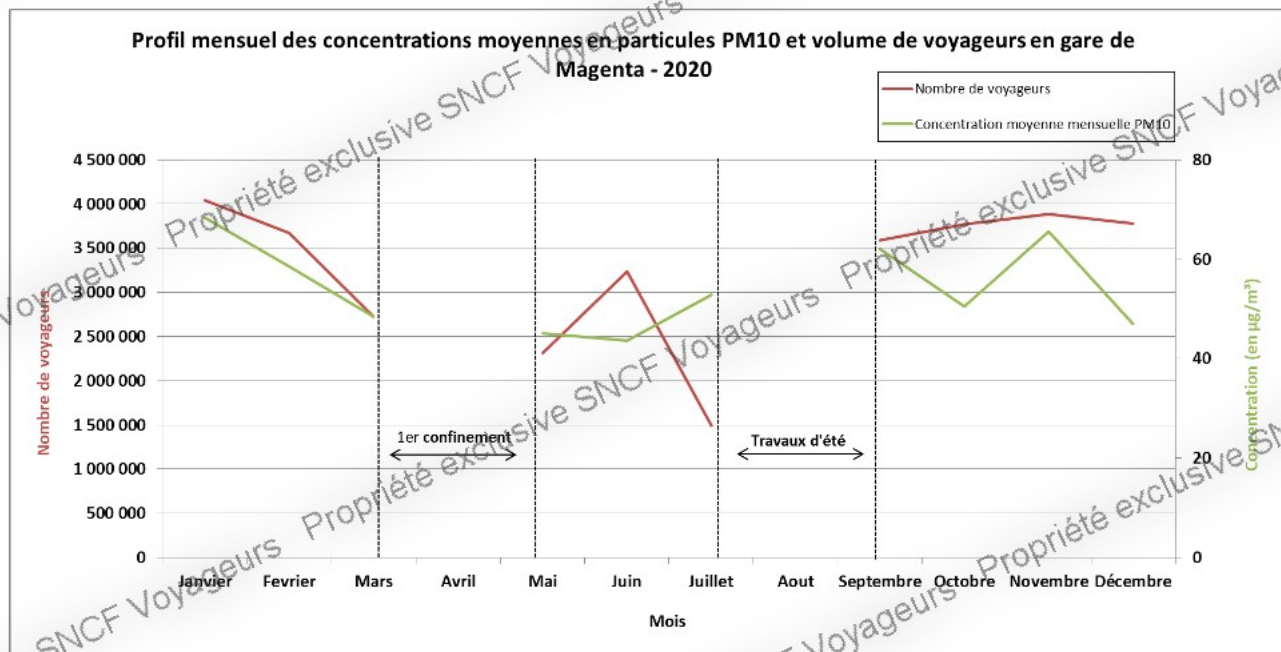


Figure 13 – Evolution mensuelle de la concentration en particules PM10 et du nombre de voyageurs en gare de Magenta pour l'année 2020.

Les résultats montrent qu'à l'échelle mensuelle il n'y a pas eu d'évolution similaire pour la majorité des périodes de l'année entre le nombre de voyageurs ayant fréquenté la gare de Magenta et les concentrations moyennes de particules PM10 mesurés en 2020. L'évolution des courbes montre des similitudes particulières entre octobre et novembre et entre février et mars. Une décroissance des concentrations est observée entre janvier et mars pour les deux paramètres. Le volume de voyageurs passe de 4 040 956 à 2 726 212 avec une baisse des concentrations en PM10 associées sur la même période de 68,3 µg/m³ à 48,5 µg/m³. Entre les mois de mai et juin les concentrations en PM10 sont restées assez stables (autour de 50 µg/m³) avant de montrer une légère hausse dès le mois de juillet (56,8 µg/m³). Dans le même temps le volume voyageurs sur cette période est marqué par une hausse entre les mois de mai et juin pour atteindre plus de 3 000 000 de voyageurs, s'en suit une baisse du nombre de voyageurs en gare de Magenta lors du mois de juillet (1 500 000 voyageurs).

Sur la période septembre – décembre 2020, les concentrations moyennes mensuelles en PM10 sont marquées par une alternance de hausses et baisses successives (comprises entre 50 et 75 µg/m³) par ailleurs le volume voyageurs en gare a progressivement augmenté entre septembre et novembre (compris entre 3 500 000 et 3 900 000 voyageurs mensuel) avant de montrer une légère baisse en décembre.

La Figure 14 renseigne l'évolution mensuelle du volume de voyageurs (ou fréquentation voyageurs) et du nombre de trains (ou circulations ferroviaires) en gare de Magenta pour l'année 2019.

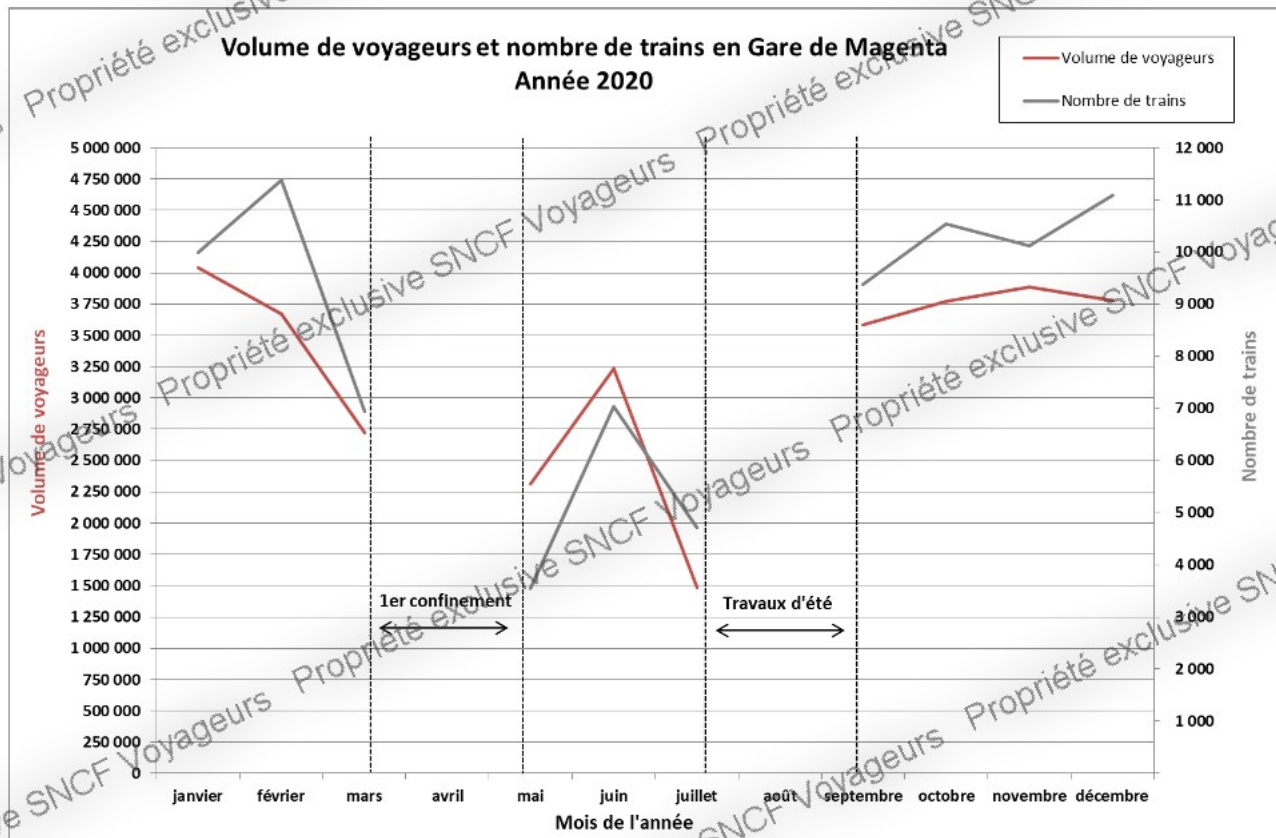


Figure 14 - Evolution mensuelle du volume de voyageurs et du nombre de trains en gare de Magenta pour l'année 2020.

Les données présentées en Figure 14 montrent les points suivants :

- Le volume de voyageurs et le nombre de trains ont une évolution **similaire sur quelques périodes de l'année** (février-mars, mai-juillet et septembre-octobre).
- Durant les **mois de mai et juillet**, le nombre de voyageurs et de trains sont très inférieurs à la tendance annuelle puisque le volume moyen annuel de voyageurs est de 3 249 449, contre 2 344 388 sur la période mai à juillet. Par ailleurs la moyenne annuelle du nombre de trains en circulations en 2020 est de 8 472 trains, contre 5 097 trains en moyenne de mai à juillet. Ceci peut s'expliquer par la fin du 1<sup>er</sup> confinement (reprise progressive du trafic ferroviaire à la mi-mai) du 11 mars au 17 mai puis les travaux de rehaussement des voies en gare de Magenta sur la période estivale du 15 juillet au 1<sup>er</sup> septembre 2020 qui ont conduit à une fermeture de la gare au public.

#### 4.2 - Ventilation

Il existe 2 types de ventilation en gare de Magenta :

- La ventilation de désenfumage. Cette 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. Il 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.

- La ventilation de confort. Son rôle est de renouveler l'air des gares et des tunnels. Elle joue également un rôle de régulation de la température en extrayant l'air chaud par les puits Papillon avec un apport d'air extérieur au niveau des quais. Les particules générées par la circulation ferroviaire en tunnel sont donc dirigées préférentiellement vers l'extérieur plutôt que vers la gare. Ce trajet élimine également la chaleur produite par les rames en tunnel pour éviter de réchauffer la gare.

Un schéma descriptif est repris en Figure 15.

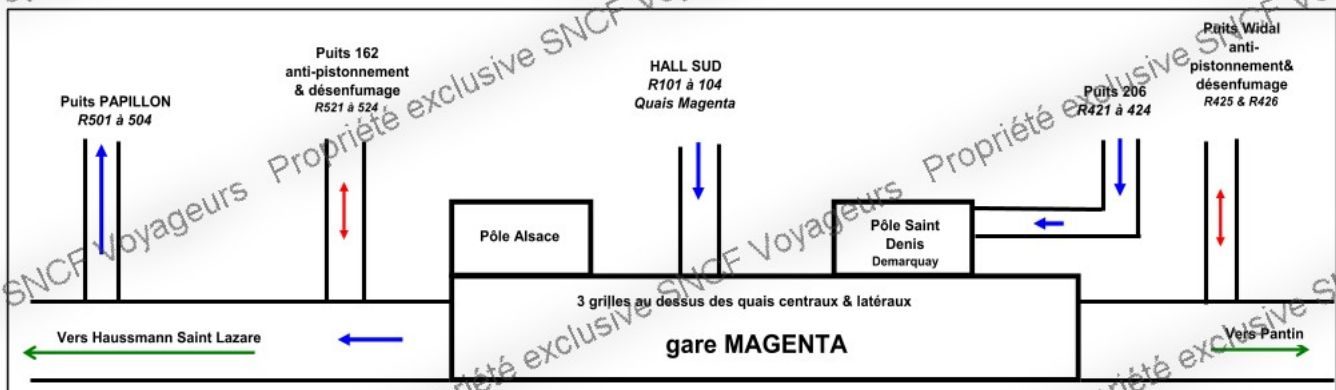


Figure 15- Représentation schématique de la ventilation du RER E.

Sur ce schéma, les **flèches bleues** correspondent au sens de l'air induit par les ventilateurs via les grilles, couloirs et tunnels. Les **flèches rouges** correspondent aux puits de désenfumage où le sens de l'air alterne en fonction de l'effet piston produit par la circulation ferroviaire.

Il n'a pas été noté de dysfonctionnement du système de ventilation durant l'année 2020.

Les exercices de désenfumage réalisés au mois d'octobre n'ont pas montré de variations particulières des concentrations en particules PM10 et PM2,5.

### 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.

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 Magenta sont comparés à ceux mesurés par la station extérieure Airparif la plus proche géographiquement.

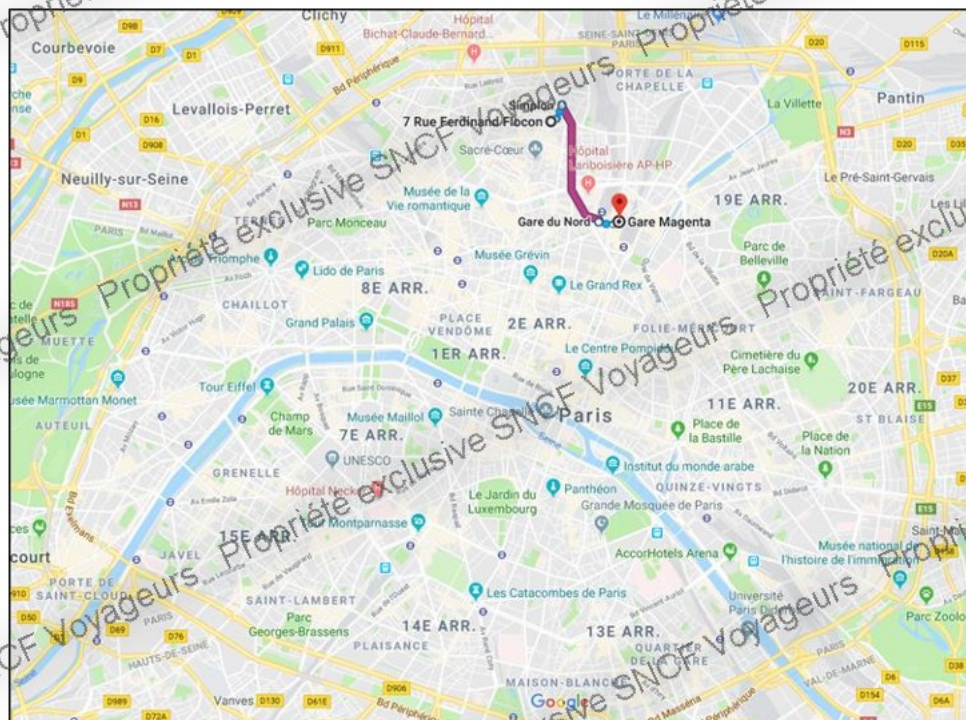


Figure 16 – Plan de situation de la gare de Magenta et de la station de fond urbaine la plus proche.

Cette station de fond urbain est située au 7 rue Ferdinand Flocon, dans le 18<sup>ème</sup> arrondissement parisien. Une représentation est fournie en Figure 16.

La Figure 17 présente l'évolution des concentrations moyennes mensuelles en particules PM10 mesurées en gare de Magenta et au niveau de la station urbaine Airparif située dans le 18<sup>ème</sup> arrondissement.

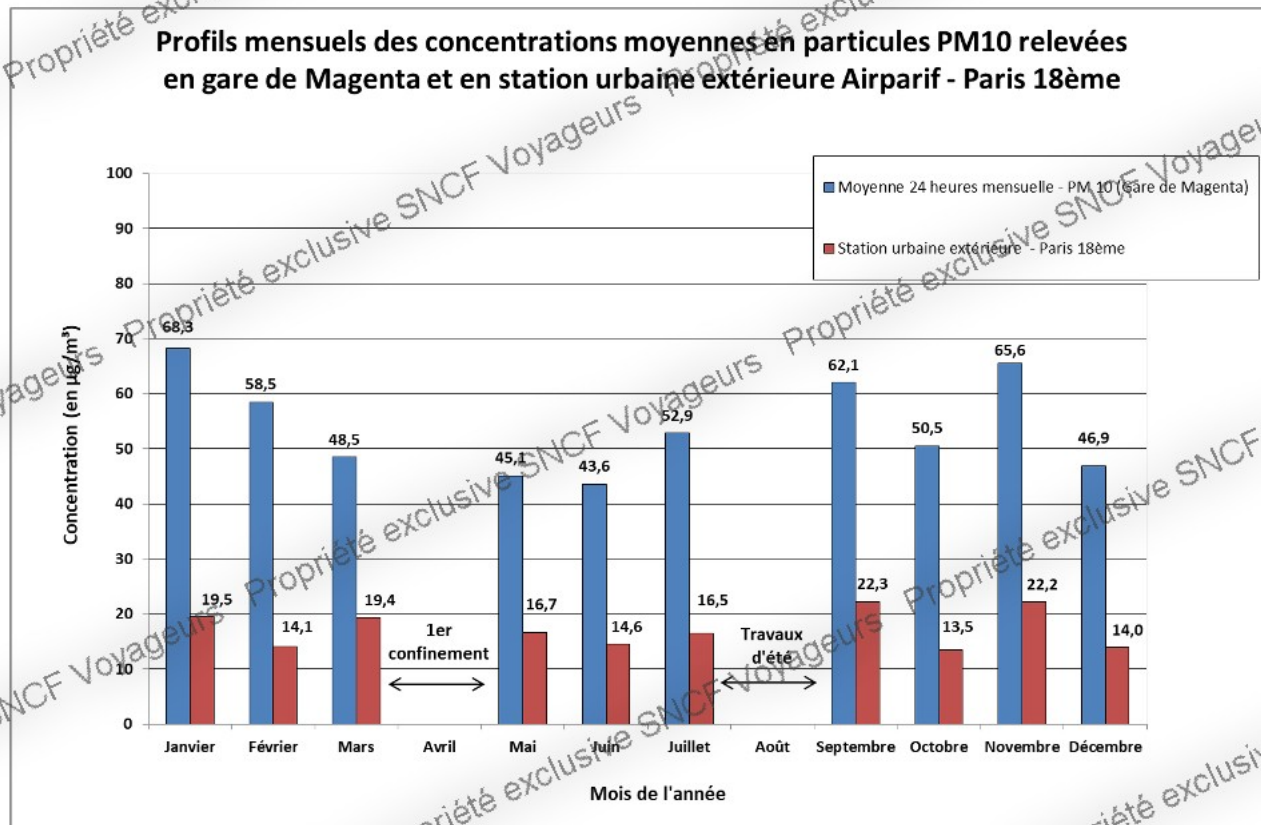


Figure 17 - Evolution mensuelle de la concentration en PM10 en gare de Magenta et en station urbaine Airparif - Paris 18<sup>ème</sup>

L'évolution des deux profils de concentrations en PM10 rend compte des différences entre les deux environnements considérés tout au long de l'année. Dans un premier temps, il apparaît que les variations de concentrations en PM10 sont de plus importantes au niveau de l'air extérieur puisque les concentrations sont comprises en 13,5 et 22,3 µg/m³ (65% de variation) contre des valeurs comprises entre 45,1 et 68,3 µg/m³ (51% de variation) sur le quai de la gare de Magenta. Une tendance à la baisse (mars) de la concentration moyenne en PM10 est observée en gare malgré une hausse au niveau de la station extérieure. De manière générale, les données montrent qu'en 2020, ces deux paramètres sont marqués par une alternance de croissances et décroissances suivant la même tendance en PM10 au cours des mois sauf pour le 1<sup>er</sup> trimestre et le mois de juillet. Les données des années précédentes ont montré que ces paramètres étaient faiblement corrélés.

Le mois de mars est toutefois particulier du fait de l'arrêt du TEOM le 17 mars 2020 donc de l'absence de données sur la moitié du mois.

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

Il a été mentionné en introduction du paragraphe 4 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 2020, l'association agréée de surveillance de la qualité de l'air



en Île-de-France, Airparif, montre que « 2020 se caractérise globalement par un ensoleillement généreux, des températures très clémentes et un déficit en précipitations ».

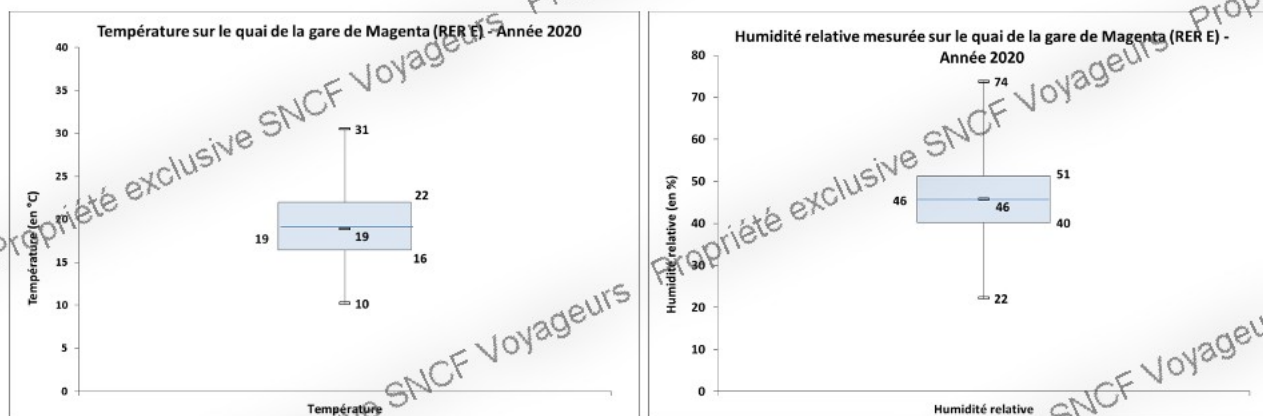
En ce qui concerne **les températures**, le bilan montre que « les températures moyennes ont été douces voire chaudes : les 12 mois de l'année se sont caractérisés par une alternance de conditions dispersives, douces et venteuses, et de rares périodes plus froides et plus anticycloniques. »

Vis-à-vis du paramètre **pluviométrie**, les données indiquent que « sur l'ensemble de l'année 2020, la quantité de précipitations a été globalement déficitaire, avec toutefois des saisons contrastées. Le printemps et l'été 2020 ont été particulièrement secs tandis que le mois de février, octobre et décembre ont été plus pluvieux. »

Les conditions météorologiques ont montré que les épisodes de pollution aux particules ont été peu nombreux (5 jours d'épisode de pollution PM10 au total dont 2 en janvier (24 et 25 janvier), 1 en mars (28 mars) et 2 en novembre 2020 (26 et 27 novembre)) en raison « des conditions météorologiques globalement très favorables à la dispersion des émissions locales en période hivernale, avec des températures clémentes qui ont limité les émissions liées au chauffage. »

#### 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 moustache en Figure 18. Les données de température et d'humidité relative sont indisponibles pour les mois de mars et avril et entre juillet et septembre en raison d'indisponibilités des appareils de mesures sur ces périodes.



**Figure 18 – Représentation en boîtes à moustaches des relevés quart-horaires de température ambiante (en °C) et d'humidité relative (en %) en gare de Magenta pour l'année 2020.**

Les résultats indiquent que la température moyenne en gare de Magenta est de **19°C**, avec des valeurs mesurées **comprises entre 10 et 31°C**. La moitié des données

mesurées durant l'année montre des températures comprises entre 16 et 22 °C. Ces données sont relativement proches de celles mesurées lors des campagnes précédentes :

- En 2019, la température moyenne annuelle est de 20°C ;
- En 2018, la température moyenne annuelle est de 22°C ;
- En 2017, la température moyenne annuelle est de 20°C ;
- En 2016, la température moyenne annuelle est de 19°C.

L'humidité relative moyenne en gare de Magenta est de **46%** en 2020. Les valeurs mesurées ont été **comprises entre 22 et 74%** alors que la moitié des données mesurées durant l'année montrent des valeurs comprises entre 40 et 51%. Les données 2020 relative à ce paramètre montrent des différences avec les années précédentes :

- En 2019, l'humidité relative moyenne annuelle est de 44% ;
- En 2018, l'humidité relative moyenne annuelle est de 41% ;
- En 2017, l'humidité relative moyenne annuelle est de 49% ;
- En 2016, l'humidité relative moyenne annuelle est de 53%.

La Figure 19 présente l'évolution mensuelle des concentrations en particules PM10 et des températures mesurées en gare de Magenta pour l'année 2020.

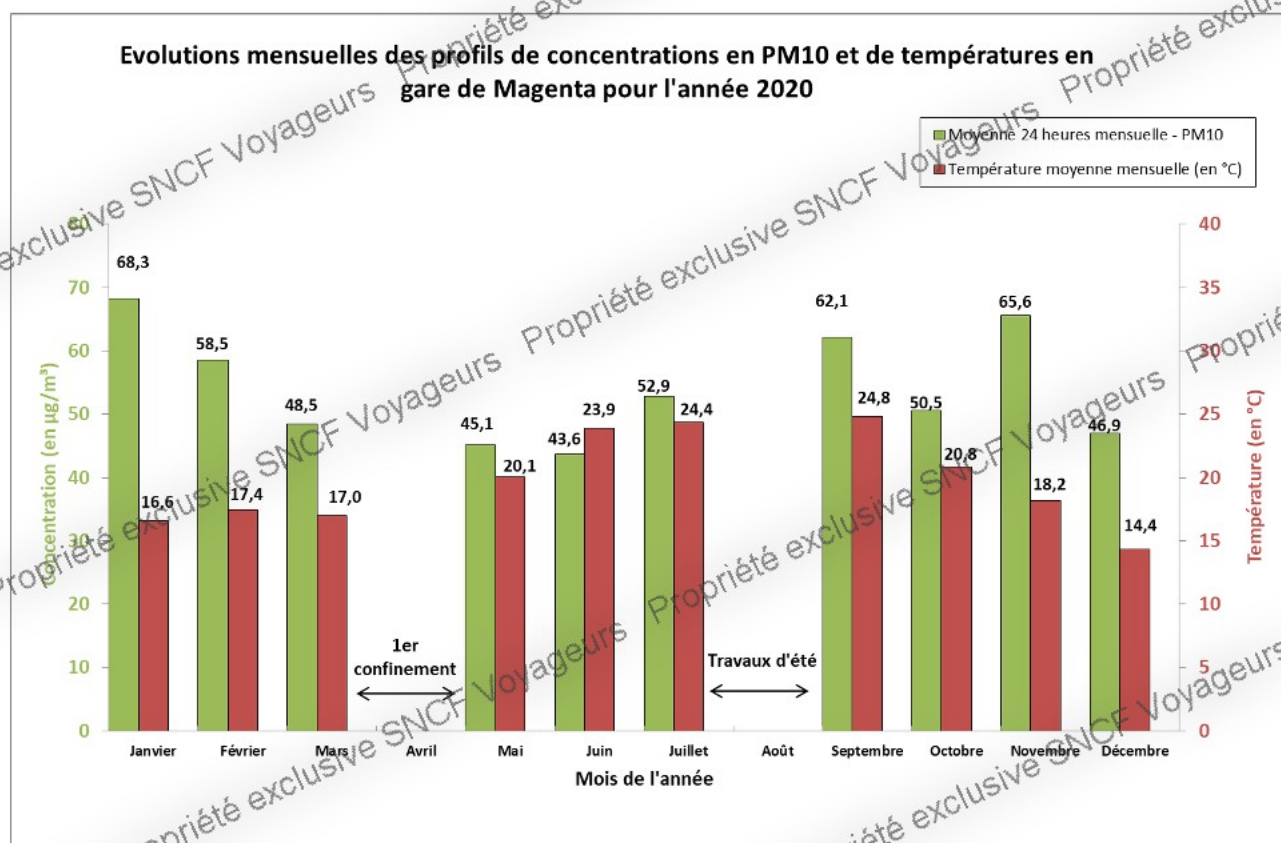


Figure 19 – Profil de concentrations en PM10 et de température en gare de Magenta – Année 2020

Les résultats de la figure 19 montrent que la période la plus chaude de l'année est le second semestre 2020. Dès le mois de juillet les températures moyennes mesurées sur le quai de Magenta ont atteint 24,4°C (avec 24,8°C en septembre au maximum). Les

températures moyennes sur le quai de la gare baissent ensuite progressivement tout le long du dernier trimestre.

Les profils de température et les concentrations moyennes en PM10 mesurées sur le quai ne sont pas corrélés. Le mois de novembre a montré des concentrations moyennes en PM10 supérieures à celles mesurées durant la période estivale alors que les températures moyennes mesurées ont diminué.

### **Conclusion :**

L'examen des facteurs d'influence vis-à-vis des concentrations en particules en gare de Magenta a permis de montrer l'impact, plus ou moins marqué, de plusieurs paramètres : circulations ferroviaires, nombre de 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 les niveaux mesurés, ce qui en fait le facteur d'influence principal. Comme pour les années précédentes, la comparaison entre les flux de voyageurs mensuels et les concentrations moyennes mensuelles en particules PM10 n'a 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 Magenta a parfois montré des similitudes en matière d'évolution des concentrations moyennes en PM10 à l'échelle mensuelle du fait de l'apport d'air extérieur au niveau des quais, cependant les deux paramètres semblent faiblement corrélés.

## 5 - CONCLUSION

Ce rapport présente les niveaux de concentration observés en gare de Magenta pour les particules PM<sub>2,5</sub> et PM<sub>10</sub> dans le cadre de la campagne de mesure réalisée en continu sur l'année 2020. Il est à noter que l'année 2020 a été particulière du fait des périodes de confinements et de couvre-feu et des travaux d'été (travaux EOLE).

La concentration moyenne annuelle en gare de Magenta sur l'ensemble de la période de mesures a été de **56 µg/m<sup>3</sup> en PM<sub>10</sub> et de 20 µg/m<sup>3</sup> en PM<sub>2,5</sub>**. La répartition mensuelle des concentrations moyennes a montré des variations importantes des niveaux de particules mesurés : la période automnale avec les mois de **septembre et novembre** et le mois de **janvier**, ont montré les concentrations moyennes mensuelles les plus importantes de l'année 2020. L'évolution des profils hebdomadaires a montré l'existence de différences des niveaux particuliers mesurés entre les jours ouvrés et les week-ends : une baisse de l'ordre de **39% pour les PM<sub>10</sub> et de 29% pour les PM<sub>2,5</sub> sont observées 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 a priori le principal paramètre permettant d'expliquer les niveaux en polluants particuliers observés en gare de Magenta au vu de sa configuration (gare souterraine, construite à 30 mètres de profondeur, équipée d'un système de ventilation mécanique de confort). Cependant la corrélation est moins évidente entre ces paramètres ambiants et les concentrations moyennes mensuelles en particules. 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 entre les exercices 2016, 2017, 2018, 2019 et 2020 a montré que les valeurs mesurées pour les particules PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> sont légèrement à la baisse lors de l'année 2020 en comparaison avec les deux dernières années. Une baisse des concentrations moyennes de 14% et 17% à respectivement été observée pour les PM<sub>10</sub> et les PM<sub>2,5</sub> entre 2019 et 2020. Le contexte de la crise sanitaire (et ses impacts sur la circulation ferroviaire et la fréquentation de la gare) est certainement la raison de cette baisse.

En revanche, une hausse des concentrations moyennes de l'ordre de 47% en PM<sub>10</sub> et 54% en PM<sub>2,5</sub> est observée entre 2016 et 2020.

# **ANNEXES**

## **RAPPORT**

### **SITE DE MESURES DE PARTICULES EN CONTINU EN GARE DE MAGENTA - 2020**

## SOMMAIRE DES ANNEXES

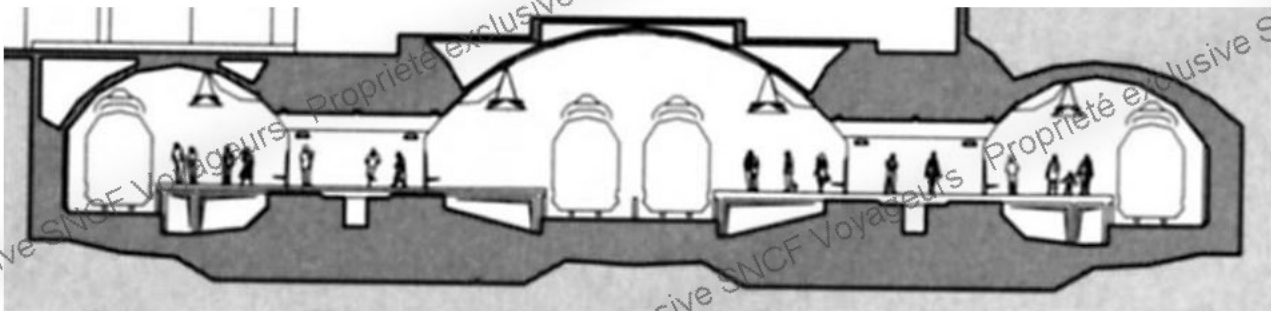
<b>ANNEXE 1 : Descriptif de la gare de Magenta.....</b>	<b>39</b>
<b>ANNEXE 2 : localisation du site de mesure.....</b>	<b>40</b>

## GARE DE MAGENTA (RER E)

### Caractéristiques architecturales

Le niveau des quais est situé à 30,1 m sous le niveau de la rue (rue du Faubourg Saint Denis). La gare comporte 2 quais et 4 voies (51, 52, 53 et 54) sur béton. Les quais comprennent un tunnel central (section 50 m<sup>2</sup>) à deux voies et deux tunnels latéraux (section 32 m<sup>2</sup>), chacun à une voie (voir coupe ci-dessous). Le volume au niveau des quais, calculé par l'AREP en 2011, est de 49 248 m<sup>3</sup>.

Les circulations ferroviaires s'effectuent dans les 3 tubes selon les besoins. Aux heures de pointes, les 4 voies sont utilisées. Aux heures creuses, les 2 tubes latéraux sont utilisés et des rames terminus stationnent dans le tube central. Ces divers mouvements induisent des mouvements d'air variables, en particulier dans les passages reliant les quais.



Vue en coupe des quais de la gare de Magenta

La gare comporte également deux grands ensembles reliant les quais à la gare du Nord et au quartier proche de la gare de l'Est :

- le « pôle Saint Denis » qui comprend un niveau supérieur, une passerelle intermédiaire et un niveau inférieur ;
- le « pôle Alsace » qui comprend une terrasse haute, une terrasse médiane et une terrasse basse.

Elle est encadrée par 2 tunnels d'une longueur de 2574m vers l'ouest (Hausmann-St Lazare, actuel terminus parisien du RER E) et de 1048m vers l'est (sortie vers l'extérieur).

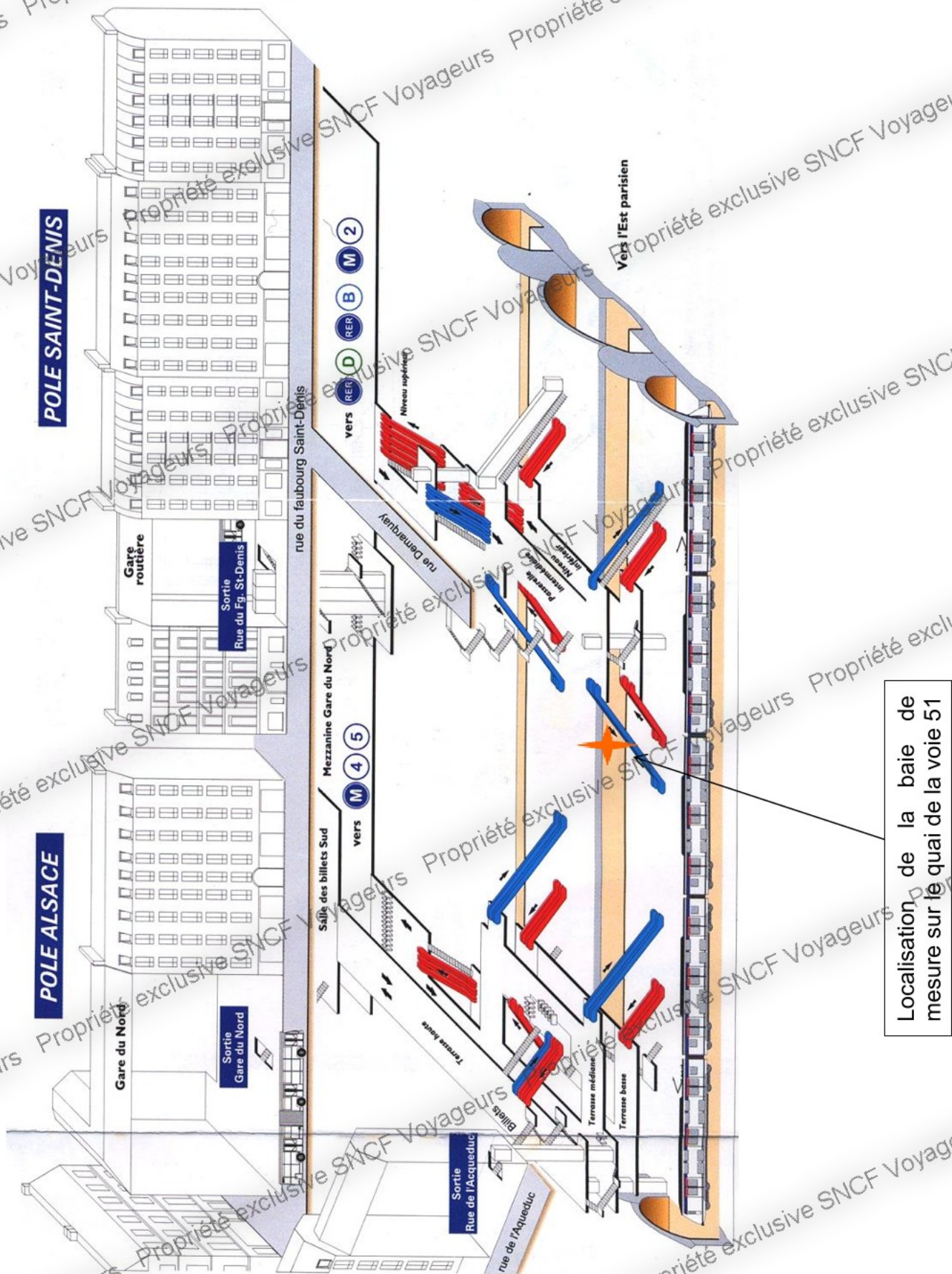
### Matériel roulant

Le type de matériel circulant en service commercial en gare de Magenta est constitué des rames MI2N (Z22 500) ainsi que des rames NAT (Z50 000).

En conditions normales de circulation, le nombre de trains par jour ouvré est de 409.

### Fréquentation des voyageurs

En termes de fréquentation, la gare accueille chaque année 76401 voyageurs montants par jour ouvrable (2016).







Photographie 1 : Vue générale de la gare



Photographie 2 : Emplacement de la baie de mesure