

AGENCE D'ESSAI FERROVIAIRE



RAPPORT

SITE DE MESURE CONTINU DE QUALITE DE L'AIR EN GARE DE MAGENTA - 2017

DOC051375-00 / MES017695

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 GENERALE TRANSILIEN**

A l'attention de Mme WATBLED Anaïs

10 Rue Camille Moke 93212 Saint Denis

75014 Paris

France

SITE DE MESURE CONTINU DE QUALITE DE L'AIR EN GARE DE MAGENTA - 2017

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 Magenta sur l'année 2017. 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 44 et 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

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 plus importants en 2017.

La comparaison des données disponibles entre les exercices 2016 et 2017 a globalement montré peu de différences. Les niveaux de particules mesurés sont légèrement supérieurs sur l'exercice 2017 que sur l'exercice 2016.

Elaboration du rapportRédacteur

Nom : GHOZZI Fayes

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

Vérificateur

Nom : CARRILHO Heidi

Fonction : Ingénieur spécialiste en qualité de l'air

Approbation du rapport

Nom : DUPONT Laurent

Fonction : Responsable du pôle Environnement Prévention

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	Surveillance & Information sur la qualité de l'air en Île-de-France - Bilan de l'année 2017

DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE INTERNE AEF

Références	Intitulé
DOC047931	Site de mesures de particules en continu en gare de Magenta (2016)

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.
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 (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	9
2.5 - Méthodologie d'acquisition et de gestion des données	9
2.5.1 - Acquisition des données	9
2.5.2 - Protocole de surveillance et suivi.....	9
2.5.3 - Protocole de validation et de traitement des données	9
3 - RESULTATS ET COMMENTAIRES.....	11
3.1 - Niveaux moyens observés sur le quai en gare de Magenta	11
3.2 - Variabilité temporelle	12
3.2.1 - Variabilité mensuelle.....	12
3.2.2 - Variabilité hebdomadaire.....	16
3.2.3 - Variabilité journalière	18
3.2.4 - Variations horaires sur une semaine	19
3.3 - Comparaison des principaux résultats des campagnes 2016/2017.....	20
3.3.1 - Comparaison de la distribution des données	20
3.3.2 - Comparaison des données mensuelles	21
4 - FACTEURS D'INFLUENCE ET DE CONFORT	23
4.1 - Trafic ferroviaire et fréquentation.....	23
4.2 - Ventilation	24
4.3 - Qualité de l'air extérieur	25
4.3.1 - Généralités	25
4.3.2 - Comparaison avec une station de mesure extérieure voisine	26
4.3.3 - Influence des conditions météorologiques extérieures (bilan météorologique et épisodes de pollution).....	28
4.3.4 - Paramètres de confort	29
5 - CONCLUSION	32
ANNEXES	33
SOMMAIRE DES ANNEXES	34

1 - OBJET

La Direction des Gares d'Ile-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'Ile-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'empoussièrément tout en tenant compte des facteurs d'influence. Il n'existe pas de décret d'application spécifique aux EFS, ni de norme en vigueur dans ces lieux recevant du public.

Le présent rapport restitue les résultats relatifs à la mise en place d'un site de mesure en continu des particules PM10 et PM2,5 dans la gare de Magenta pour l'année 2017.

2 - METHODOLOGIE

2.1 - Descriptif de la gare

La gare de Magenta se situe sur la ligne E du RER, dans le 10^{ème} arrondissement de Paris. Cette gare possède de nombreuses correspondances sur le réseau d'Ile-de-France notamment avec les lignes de métro 2, 4 et 5. 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. 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 m²) à deux voies et deux tunnels latéraux (section 32 m²), chacun à une voie. Un système de ventilation est en place et assure une ventilation de deux types : désenfumage et confort.

Le nombre de voyageurs « montants » en Gare de Magenta (RER E) est de 76 401 par jour (carte des « montants » 2016 comptage du 04/10/2016). Le nombre de trains (théorique) circulant par jour en gare de Magenta est de 432 les jours ouvrés, et de 407 les samedis et dimanches.

Un descriptif des caractéristiques 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 : PM10 et PM2,5. Les particules font partie des polluants, parmi ceux mesurés, dont les concentrations sont plus élevées en général dans les EFS que dans l'air ambiant extérieur.

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).

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 (PM_{2,5}).

2.3 - Moyens de mesure

Le site de mesures 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 visualisation de l'analyseur automatique de particules (TEOM)

Le principe de mesure du TEOM (Tapered Element Oscillating Microbalance – ou microbalance à élément conique oscillant) porte 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 PM_{2,5}). L'analyseur automatique renseigne les concentrations en particules 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 continu 2016). 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 étant continu, ce rapport détaille les mesures effectuées du 02/01/2017 au 31/12/2017 inclus. Cette période d'un an permet d'avoir suffisamment de données collectées et validées et donne une bonne robustesse aux 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

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 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 poussières 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.

Les données validées de concentrations en particules et de température 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 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

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 2017 en **Figure 2**.

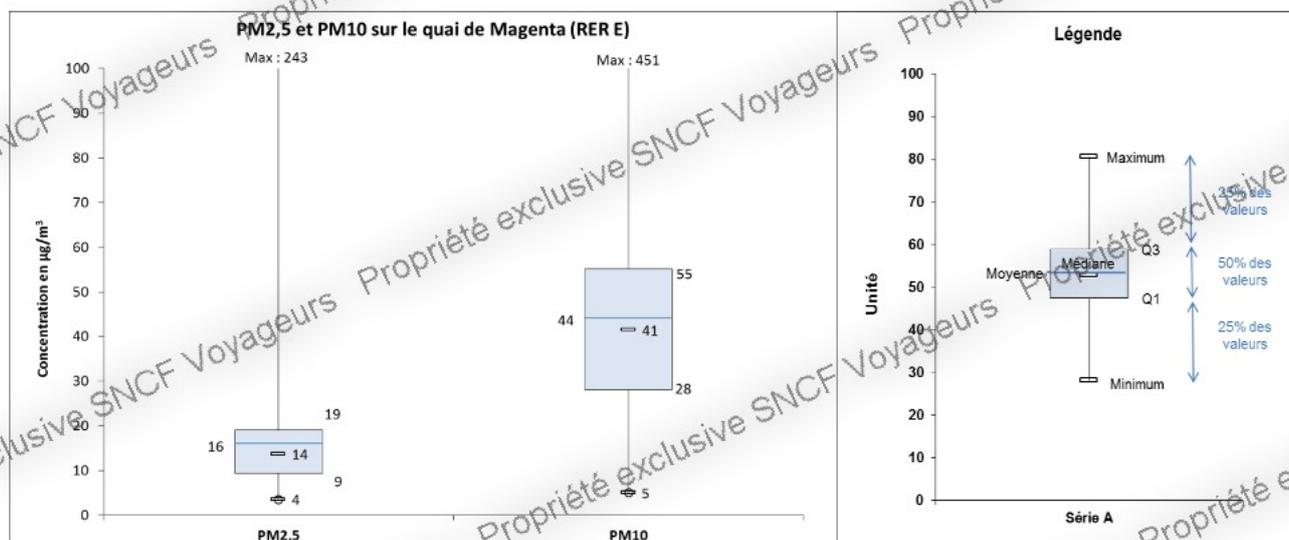


Figure 2 - Boîtes à moustaches des concentrations en moyennes horaires en PM2,5 et en PM10 exprimées en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en gare de Magenta pour l'année 2017.

Les boîtes à moustaches montrent une distribution « équilibrée » des concentrations pour les PM2,5 et les PM10, avec cependant des valeurs maximales isolées et importantes. Concernant les PM10, la moitié des concentrations mesurées sont comprises entre **28 et 55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** , avec une moyenne de **44 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** et une médiane à **41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** . Pour les PM2,5, la moitié des concentrations mesurées sont comprises entre **9 et 19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** , pour une moyenne de **16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** et une médiane à **14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** . La proportion moyenne de particules PM2,5 dans les particules PM10 est de 38%, **soit un ratio moyen PM2,5/PM10 de 0,38**.

Les concentrations horaires maximales ont été observées le 03 janvier 2017 à 1h00, période durant laquelle la gare est fermée au public, la concentration en PM10 a atteint **451 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** , soit un peu plus de 10 fois la concentration moyenne annuelle mesurée en gare de Magenta. La concentration en PM2,5 mesurée lors de ce pic de PM10, est de **243 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** , soit une concentration 15 fois supérieure à la concentration moyenne annuelle en PM2,5 en gare de Magenta. Ce pic est en lien avec des tournées et travaux de voies n'ayant pas impliqué la présence de train de travaux lors de la première semaine du mois de janvier, ainsi qu'avec une maintenance des installations de signalisation électrique et mécanique.

Conclusion :

Les concentrations moyennes annuelles en PM10 et en PM2,5 sont respectivement de **44 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** et **16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** . Les concentrations horaires maximales mesurées pour chacune des deux fractions de particules PM10 et PM2,5 ne sont pas représentatives d'une situation ordinaire et sont très supérieures aux concentrations moyennes mesurées en gare de Magenta. Ces valeurs sont synonymes de l'existence de **pics ponctuels de concentrations en particules** dont l'origine a parfois pu être établie.

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 PM10 et PM2,5 mesurés 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 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.

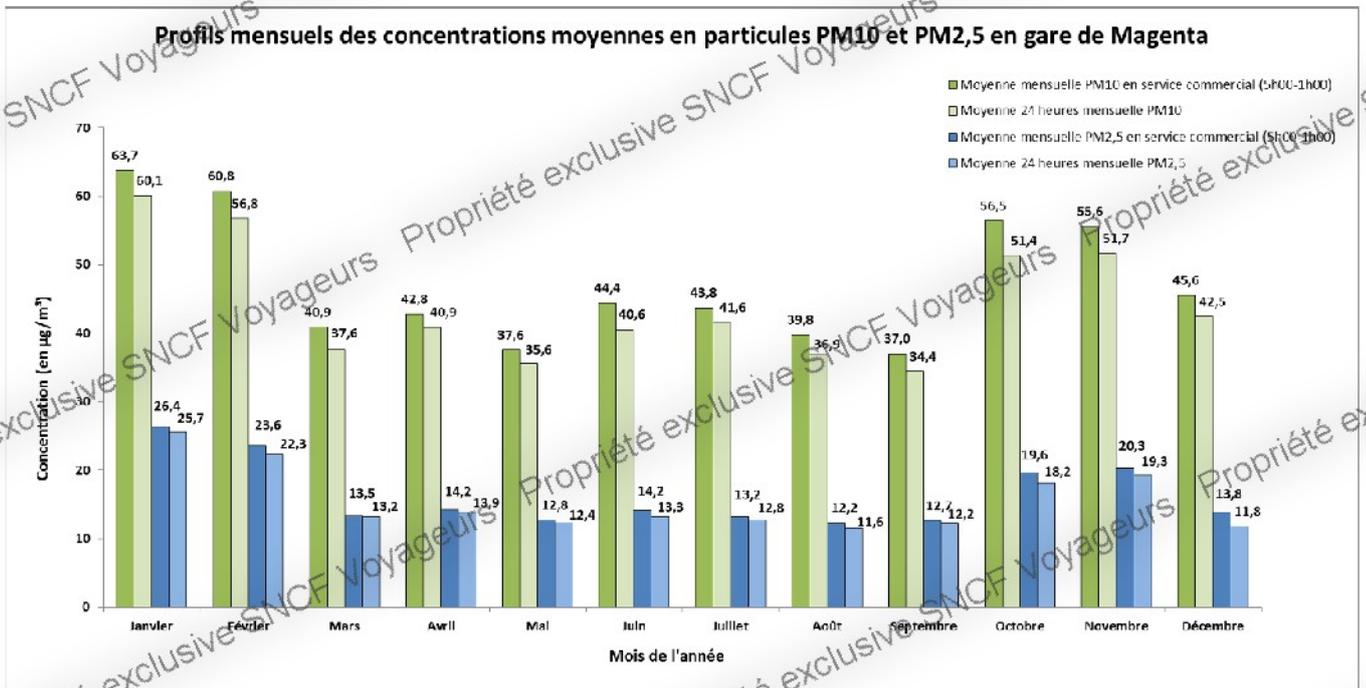


Figure 3 - Evolution des profils mensuels en PM10 et en PM2,5 exprimés en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en gare de Magenta (RER E) pour l'année 2017.

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

- Les concentrations moyennes mensuelles **les plus importantes de l'année sont mesurées lors des mois de janvier et février**, suivie par une **importante baisse des concentrations dès le mois de mars** ;
- **Une stabilisation des concentrations** est ensuite observée durant la période de **mars à septembre**, pour laquelle il existe de faibles fluctuations des concentrations mensuelles ;
- Une période d'**augmentation des concentrations** moyennes mensuelles est ensuite constatée lors des mois **d'octobre et novembre** ;
- Une dernière période marquée cette fois-ci par une **baisse des concentrations** moyennes mensuelles **observée en décembre**.

La **Figure 4** 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 2017.

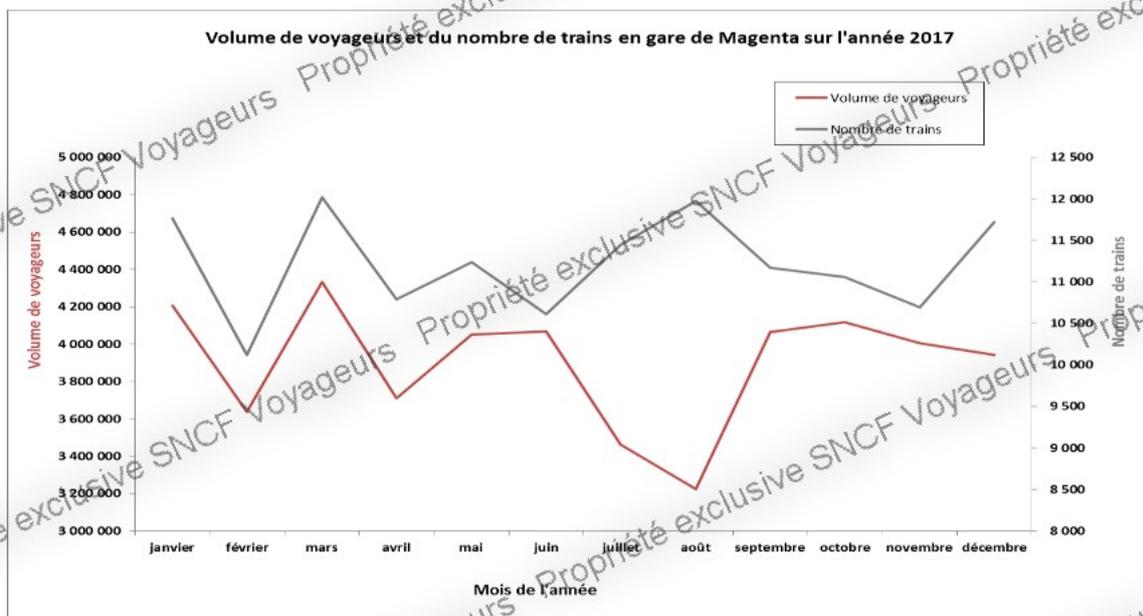


Figure 4 - Evolution mensuelle du volume voyageurs et du nombre de trains en gare de Magenta pour l'année 2017.

Les données présentées en **Figure 4** montrent que :

- Le volume de voyageurs et le nombre de trains ont une évolution globalement **similaire sur la période de janvier à mai** ;
- Sur la période de **juin à août**, le nombre de trains a augmenté alors que le volume de voyageurs a diminué ;
- Sur la période de **septembre à décembre**, le volume de voyageurs reste relativement stable alors que le nombre de trains en circulation a diminué de septembre à novembre avant de connaître une nouvelle augmentation durant le mois de décembre.

La comparaison des profils présentés en **Figures 3 et 4** montre les points suivants :

Lors de la période **janvier-février**, les concentrations en particules (PM10 et PM2,5) mesurées en service commercial montrent une légère baisse alors que la diminution du volume de voyageurs et du nombre de trains en circulation est plus conséquente. Le volume voyageur baisse de 13,5% et le nombre de trains de 14%.

- **Dès le mois de mars**, une importante diminution des concentrations en particules est visible : **de 32,7% pour les PM10 et de 42,8% pour les PM2,5**. Dans ce même temps, on constate que le volume de voyageurs et le nombre de trains en circulations ont augmenté.

- Sur la période **mars – septembre** les concentrations moyennes mensuelles en PM10 et PM2,5 sont relativement **homogènes et marquées par de légères fluctuations mensuelles**. Les concentrations moyennes sont alors comprises entre **37 et 44,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les PM10 et entre 12,2 et 14,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** . Durant cette période, les concentrations de particules mesurées ne semblent pas être corrélées avec les données disponibles relatives au volume de voyageurs et aux nombre de trains en circulations. L'exemple le plus marquant concerne les mois d'août et septembre qui montrent des concentrations en PM10 et PM2,5 assez similaires alors que l'on observe une augmentation du volume de voyageurs et une diminution du nombre de trains en circulations.

- La période **octobre-novembre** se traduit par une augmentation des concentrations en particules par rapport à la période mars-septembre. Les concentrations moyennes mensuelles sont respectivement de **56,5 et 55,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en PM10** et de **19,6 et 20,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en PM2,5** pour les mois d'octobre et novembre. Dans le même temps, le nombre de trains en circulation en gare de Magenta a légèrement baissé (11060 trains au mois d'octobre contre 10696 au mois de novembre) alors que le volume de voyageurs est resté assez stable (de l'ordre de 4 000 000).

- Lors du mois de **décembre**, les concentrations moyennes mensuelles en PM10 et PM2,5 sont marquées par une **nouvelle baisse** et un retour à des **niveaux comparables à ceux rencontrés sur la période mars-septembre**. Une faible diminution du volume moyen mensuel de voyageurs est observée avec un peu moins de **4 000 000 de voyageurs** en gare de Magenta. En parallèle, le nombre de trains en circulation a au contraire augmenté lors du dernier mois de l'année.

Conclusion :

Les concentrations moyennes mensuelles mesurées lors des mois de **janvier et février** ont été les plus importantes de l'année. Celles-ci étaient comprises entre **61 et 64 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les PM10** et entre **24 et 26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les PM2,5**. Les mois de **octobre et novembre** représentent la seconde période de l'année lors de laquelle les concentrations moyennes en particules sont les plus importantes, bien que légèrement inférieures à celles mesurées lors des mois de janvier et février. Les concentrations moyennes mensuelles mesurées sur la période de **mars à septembre** sont comprises entre **37 et 44 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les PM10** et entre **12 et 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les PM2,5**. Durant cette période, les concentrations mesurées sont **homogènes et les fluctuations mensuelles de faible amplitude**.

Les paramètres étudiés que sont la **fréquentation des voyageurs** (volume de voyageurs) et le **trafic ferroviaire** (nombre de trains) ont des profils semblables sur une partie de l'année, notamment de janvier à mai. Le parallèle effectué entre les niveaux moyens en particules mesurés durant l'année en gare de Magenta et ces deux paramètres, n'a pas mis en évidence de corrélation directe et indiquent que ces derniers ne sont pas, à l'échelle d'une année, les seuls **facteurs d'influence** de la pollution particulaire en gare.

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 5**.

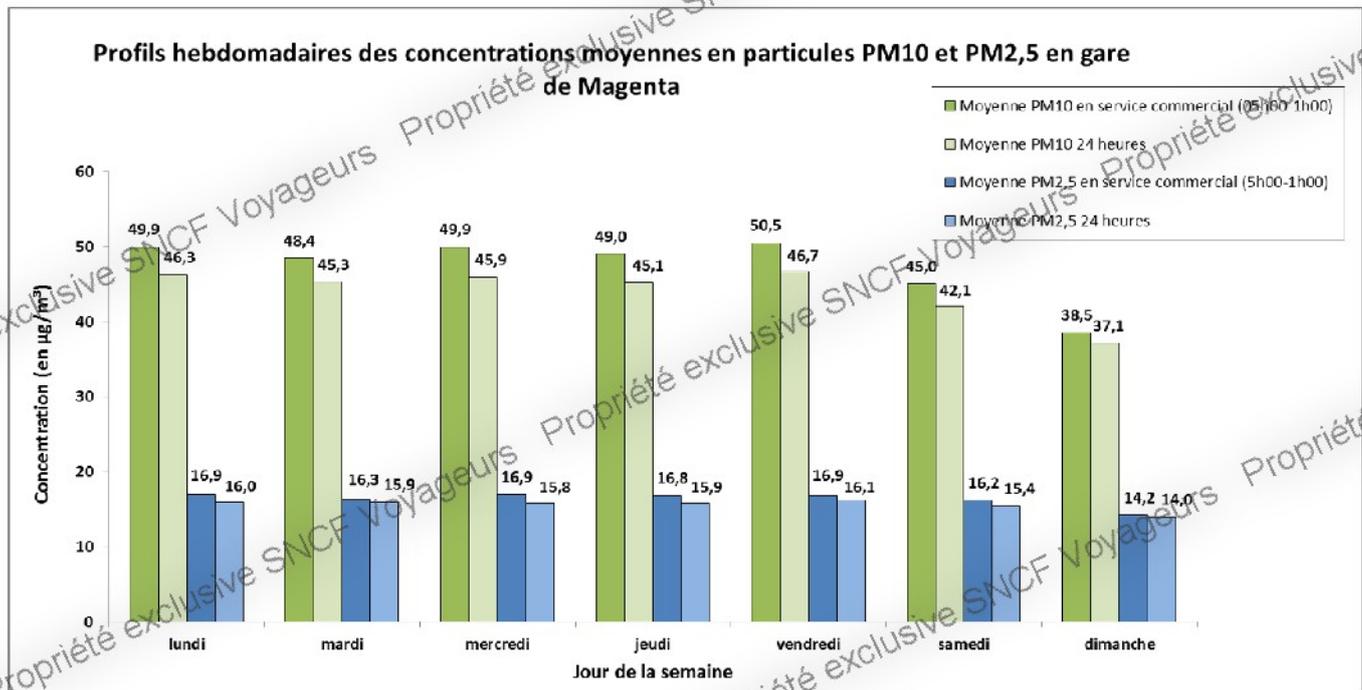


Figure 5 - Evolution des profils hebdomadaires en PM10 et en PM2,5 exprimés en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en gare de Magenta (RER E) pour l'année 2017.

Les niveaux moyens en particules sont stables les jours ouvrés (du lundi au vendredi) : environ **50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** pour les particules PM10 et environ **17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** pour les PM2,5 sur la période d'ouverture au public de la gare (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 qu'en PM2,5. Elle est :

- de **l'ordre de 10%** pour les PM2,5 avec une concentration moyenne de $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
- de **l'ordre de 15%** pour les PM10 avec une concentration moyenne de $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Ces résultats sont en partie liés à la baisse du nombre de trains en circulation durant les week-ends. En effet, le trafic théorique en gare de Magenta durant la campagne de mesures est de 432 trains par jour pour les jours ouvrés (du lundi au vendredi), contre 407 trains par jour pour les week-ends, soit une diminution de l'ordre de 6%. La diminution des concentrations en particules est plus importante que la baisse théorique de circulations entre les jours de semaine et les week-ends, en particulier pour les PM10. La fréquentation des voyageurs (volume de voyageurs) est un autre paramètre qui peut expliquer cette différence. La fréquentation moyenne de voyageurs en gare de Magenta est moins importante les week-ends par rapport aux jours ouvrés (ratio des fréquentations moyennes week-end/jours ouvrables sur deux semaines en fin d'année 2016 de 0,50).

3.2.3 - Variabilité journalière

Les profils journaliers des concentrations en particules PM10 et PM2,5 sont présentés en **Figure 6**. Ils représentent les niveaux moyens observés chaque heure de la journée pour les jours ouvrés sur l'ensemble de l'année 2017.

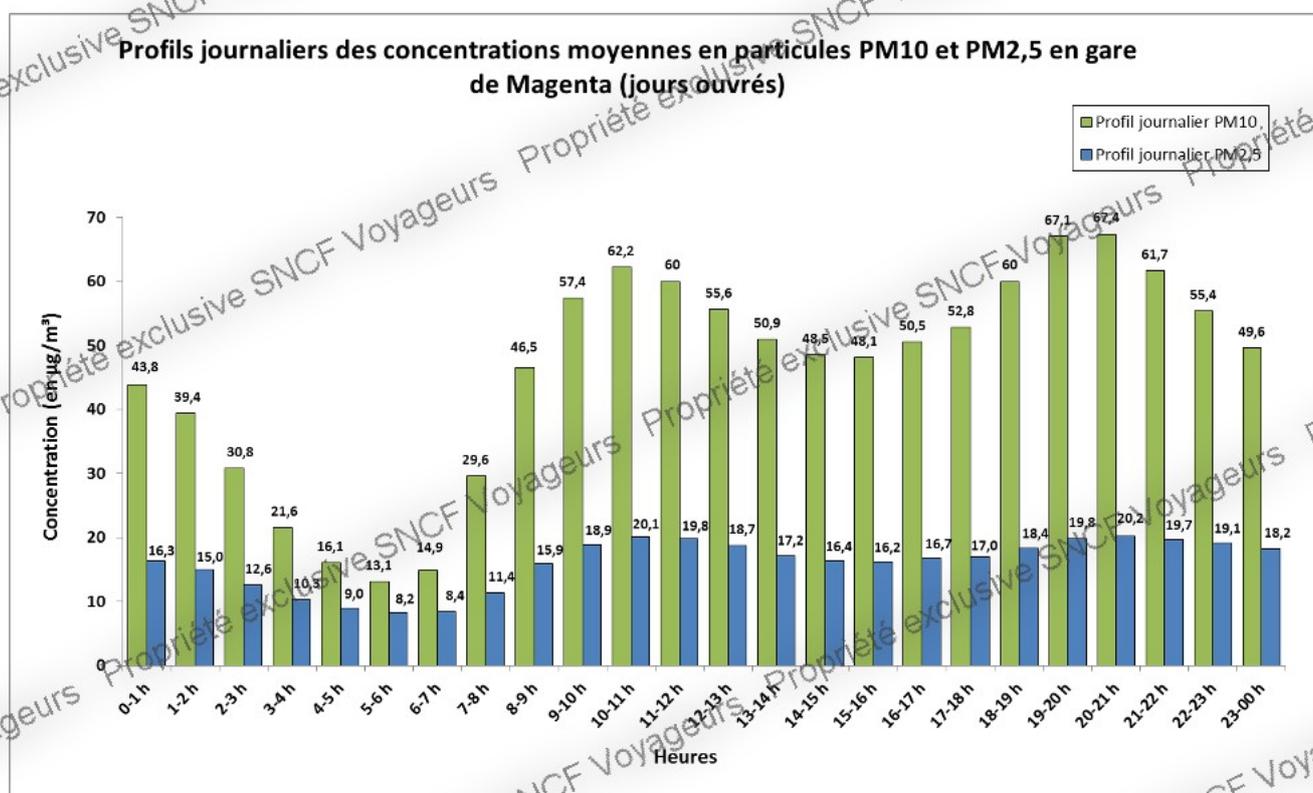


Figure 6 - Evolution des profils journaliers en PM10 et PM2,5 en gare de Magenta pour l'année 2017 (jours ouvrés).

Les profils journaliers présentés en Figure 6 pour les particules PM10 et les particules PM2,5 sont comparables. Ils montrent la même évolution, à la fois pendant et en dehors des périodes d'ouverture de la gare. Les profils journaliers montrent 3 périodes importantes :

- une **période de pointe le matin**, approximativement de **9h00 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 pointe, les concentrations horaires moyennes maximales sont mesurées, pour les deux types de particules, sur les créneaux horaires 10h – 11h et 20h – 21h. Ainsi, aux heures de pointe, les concentrations horaires moyennes maximales en particules sont d'environ **67 µg/m³ pour les PM10 et 20 µg/m³ 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 diminuent jusqu'à environ **13 µg/m³ pour les PM10 et 8 µg/m³ 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 2017) est présenté en **Figure 7**.

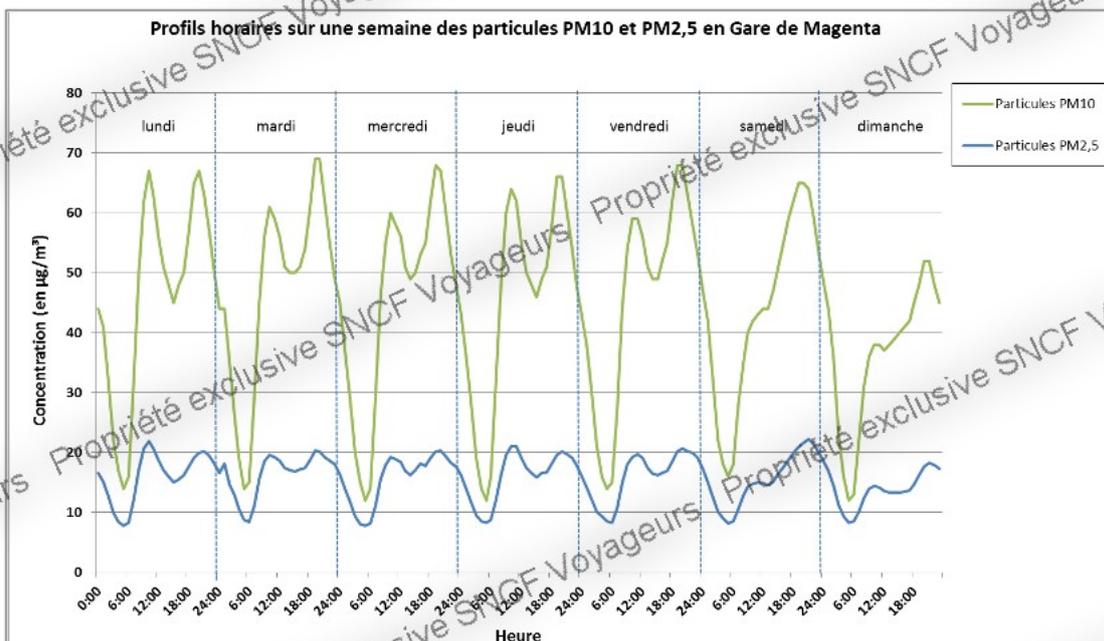


Figure 7 - Evolution des profils horaires sur une semaine complète en PM10 et PM2,5 en gare de Magenta sur l'ensemble de l'année 2017.

Ce graphique montre d'une part les variations journalières avec l'existence de deux pics de concentration 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 matin et atténuation des maximaux aux heures de pointe en fin de journée). La diminution des concentrations en particules les week-ends est plus marquée pour la journée du dimanche que pour la journée du samedi, pour laquelle l'atténuation des maximums aux heures de pointes est moins visible (pointe du soir avec des niveaux importants) que pour la journée du dimanche.

3.3 - Comparaison des principaux résultats des campagnes 2016/2017

La campagne de mesures en continu réalisée en 2016 a permis de collecter des données en quantité suffisantes sur toute l'année, rendant possible la comparaison des résultats obtenus lors de ces deux exercices sur divers pas de temps.

3.3.1 - Comparaison de la distribution des données

La **Figure 8** permet de confronter la distribution des données de PM10 et PM2,5 lors des campagnes 2016 et 2017.

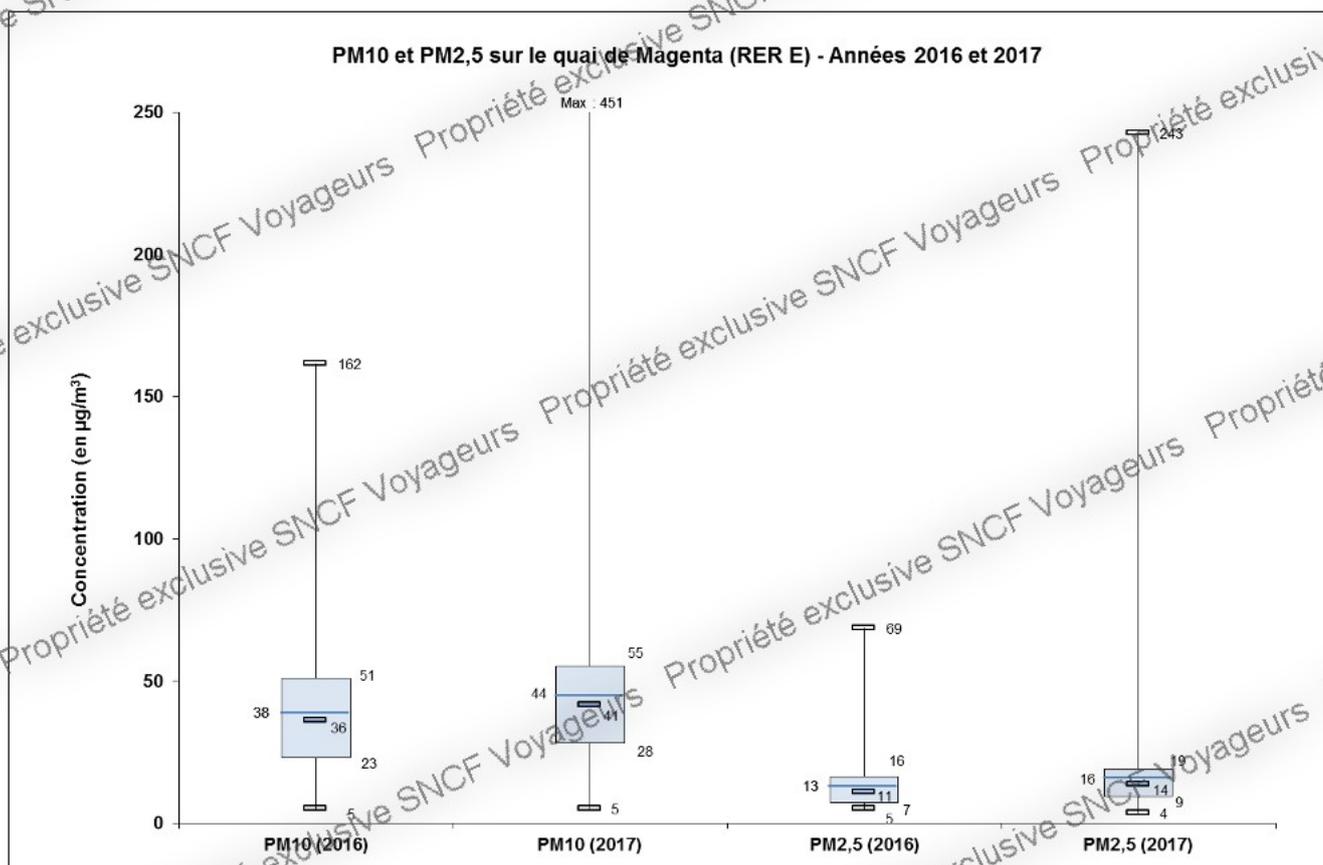


Figure 8 - Boîtes à moustaches des concentrations en moyenne horaire en PM10 et en PM2,5 en gare de Magenta pour les années 2016 et 2017.

Les résultats indiquent que les concentrations moyennes en PM10 et en PM2,5 mesurées tout au long de l'année sont relativement proches lors des deux exercices, bien que légèrement supérieures en 2017. La représentation en boîtes à moustaches, indique également que les concentrations maximales ont été plus élevées lors de l'année 2017, bien qu'il s'agisse d'événements isolés qui se produisent principalement lors de la fermeture de la gare au public.

3.3.2 - Comparaison des données mensuelles

La Figure 9 présente les concentrations mensuelles en PM10 et PM2,5 lors des campagnes 2016 et 2017 en gare de Magenta.

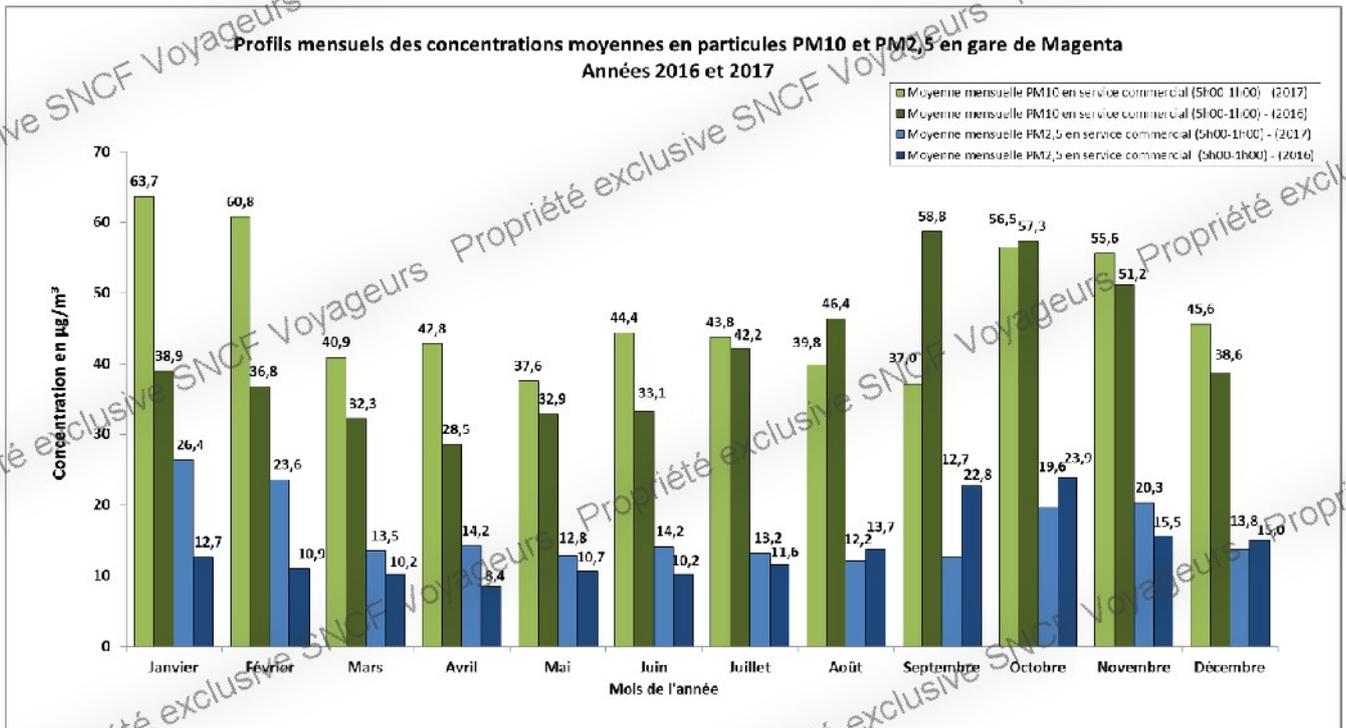


Figure 9 - Comparaison des profils mensuels de concentration en particules PM10 et PM2,5 en gare de Magenta pour les années 2016 et 2017.

Les résultats présentés en **Figure 9** montrent que les concentrations moyennes mensuelles sont de manière globale plus élevées en 2017 qu'en 2016.

La période janvier-février 2017 montre des concentrations moyennes plus importantes qu'à la même période en 2016. En effet, en 2016 les concentrations moyennes mensuelles en PM10 n'ont pas excédé $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur la période d'ouverture de la gare au public (05h00-01h00) contre $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2017. En 2016, la période mars-juin est la période pour laquelle les concentrations moyennes mensuelles sont les plus faibles de l'année, inférieures à $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Il s'en suit alors une augmentation des concentrations durant la période estivale juillet-août pour ensuite atteindre les concentrations moyennes mensuelles les plus importantes de l'année sur la période septembre-novembre 2016. En 2017, les profils de concentration en PM10 diffèrent :

- On observe une unique période de mars à septembre durant laquelle les concentrations fluctuent entre 37 et $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne mensuelle ;
- Le mois septembre, contrairement au mois de septembre 2016, n'est plus le mois où la concentration moyenne en PM10 est la plus élevée, puisqu'il a été mesuré en septembre 2017 une concentration moyenne de $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ contre $58,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ l'année précédente ;
- La période octobre-novembre montre, après la période janvier-février, les concentrations les plus importantes de l'année 2017. Les niveaux moyens de PM10 mesurés sur cette période sont assez proches de ceux mesurés à la même période en 2016 et compris entre 50 et $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
- Le mois de décembre 2017 montre des niveaux moyens en PM10 en baisse par rapport aux deux mois précédents de l'ordre de $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$. En 2016, le même constat est observé mais la diminution des concentrations a été plus importante vis-à-vis des mois précédents que pour l'année 2017.

Les données relatives aux PM2,5 montrent des tendances similaires aux profils PM10 : les concentrations moyennes mensuelles mesurées en PM2,5 sur la période janvier-février 2017 (respectivement $26,4$ et $23,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en janvier et février 2017) sont environ deux fois plus importantes que sur la même période lors de l'exercice 2016 (respectivement $12,7$ et $10,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en janvier et février 2016). La période mars-juin 2016 a montré les concentrations moyennes en PM2,5 les plus faibles de l'année, de l'ordre de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, alors qu'en 2017, est observée une unique période de mars à septembre pour laquelle les concentrations moyennes mensuelles sont comprises entre $12,2$ et $14,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Une augmentation des concentrations moyennes est observée sur la période estivale 2016, puis les niveaux maximums sont observés sur la période septembre-octobre 2016 (respectivement $22,8$ et $23,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Les niveaux moyens de PM2,5 mesurés sur la période octobre-novembre 2017 sont de l'ordre de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Les fins d'années 2016 et 2017 sont marquées par une diminution des niveaux moyens mesurés en PM2,5.

4 - FACTEURS D'INFLUENCE ET DE CONFORT

4.1 - Trafic ferroviaire et fréquentation

Le trafic théorique en gare de Magenta (nombre théorique de trains par heure) pour l'année 2017 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 Magenta est de 432 pour les jours ouvrés et de 407 pour les samedis et dimanches.

La **Figure 10** 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.

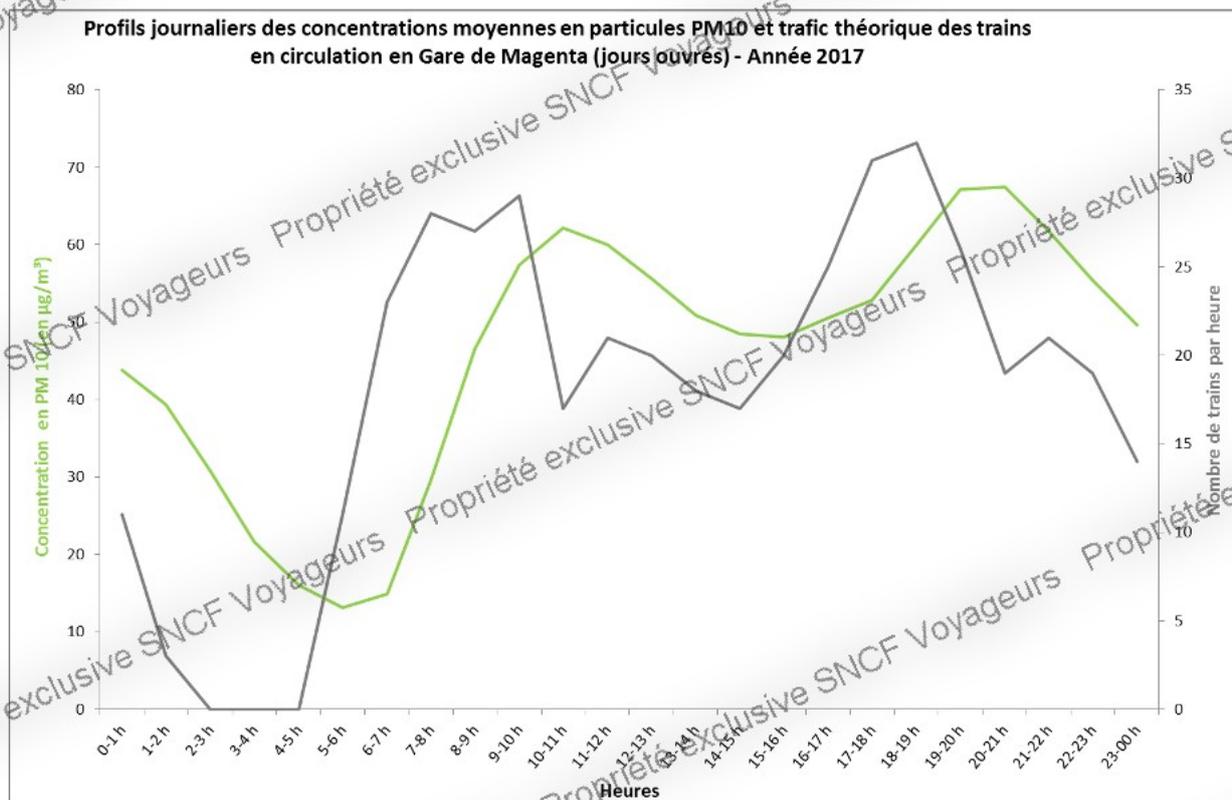


Figure 10 - Comparaison entre les profils journaliers en particules PM10 et le trafic théorique des trains en circulation en gare de Magenta lors des jours ouvrés pour l'année 2017.

Les profils journaliers des concentrations en particules sont corrélés au nombre théorique de trains en circulation en gare de Magenta. Il apparaît un décalage d'une heure entre les pics de concentration en PM10 et les pics de circulations des trains. Ceci s'explique en partie par le délai de la mesure. La valeur lue à 19h00 correspond aux valeurs mesurées entre 18h00 et 19h00.

Les niveaux en particules mesurés sur le quai en période d'ouverture de la gare au public (de 5h00 (J) à 1h00 (J+1)) sont plus importants que ceux mesurés en dehors de la période d'ouverture. Durant les périodes de pointe (de 8h00 à 10h00 et de 18h00 à 20h00), la densité du trafic est plus importante et l'émission de particules, ainsi que la remise en suspension le sont également. Ces résultats indiquent qu'à l'échelle journalière, la circulation des trains est un facteur d'influence important pour expliquer les niveaux de particules (phénomène d'émissions et de remise en suspensions des particules).

La **Figure 11** renseigne sur l'évolution mensuelle des concentrations en particules PM10 et du nombre de voyageurs en gare de Magenta pour l'année 2017.

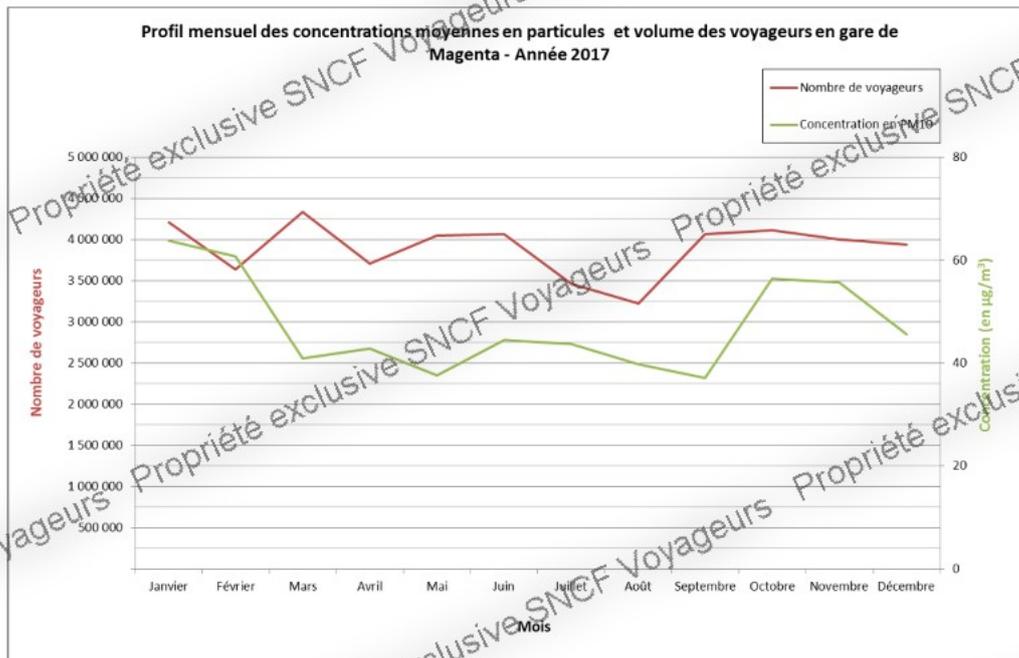


Figure 11 - Evolution mensuelle de la concentration en particules PM10 et du nombre de voyageurs en gare de Magenta pour l'année 2017

L'évolution des concentrations mensuelles en particules PM10 montre qu'il n'y pas de corrélation directe et évidente entre le nombre de voyageurs ayant fréquenté la gare de Magenta et les niveaux de particules mesurés en 2017. L'allure des deux courbes est assez proche mais il semble y avoir des décalages entre la fréquentation voyageurs mensuelle et les concentrations moyennes en PM10 mesurées. Lors du mois de mars par exemple, une importante diminution des concentrations moyennes en PM10 est observée par rapport au mois de février alors que dans le même temps le volume voyageurs a connu un regain et montre la plus forte affluence de voyageurs de l'année. Lors du mois de septembre, une augmentation du volume de voyageurs est observée alors que les concentrations moyennes en PM10 mesurées sont les plus faibles de l'année. Le lien entre le volume de voyageurs et les concentrations mesurées en PM10 est moins évident en 2017 que lors de l'exercice précédent. En effet en 2016, l'évolution des deux paramètres a montré de meilleures similitudes.

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. 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 12**.

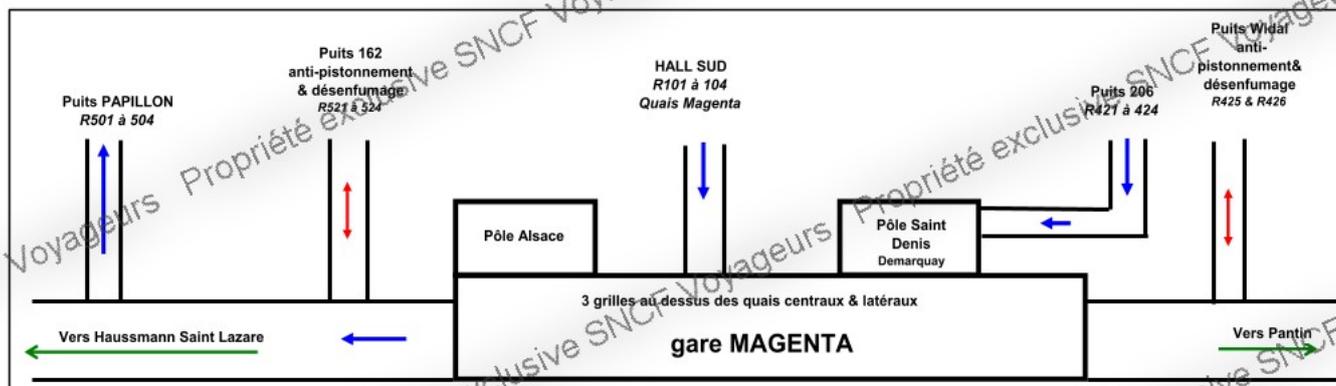


Figure 12 Représentation schématique de la ventilation du RER E.

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 2017.

Il n'a donc pas été possible cette année d'étudier l'influence de variations de la ventilation sur les concentrations en particules.

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, 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 (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.

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.

Cette station de fond urbain, où seules les PM10 sont mesurées, est située au **7 rue Ferdinand Flocon**, dans le 18^{ème} arrondissement parisien. Une représentation est fournie en **Figure 13**.

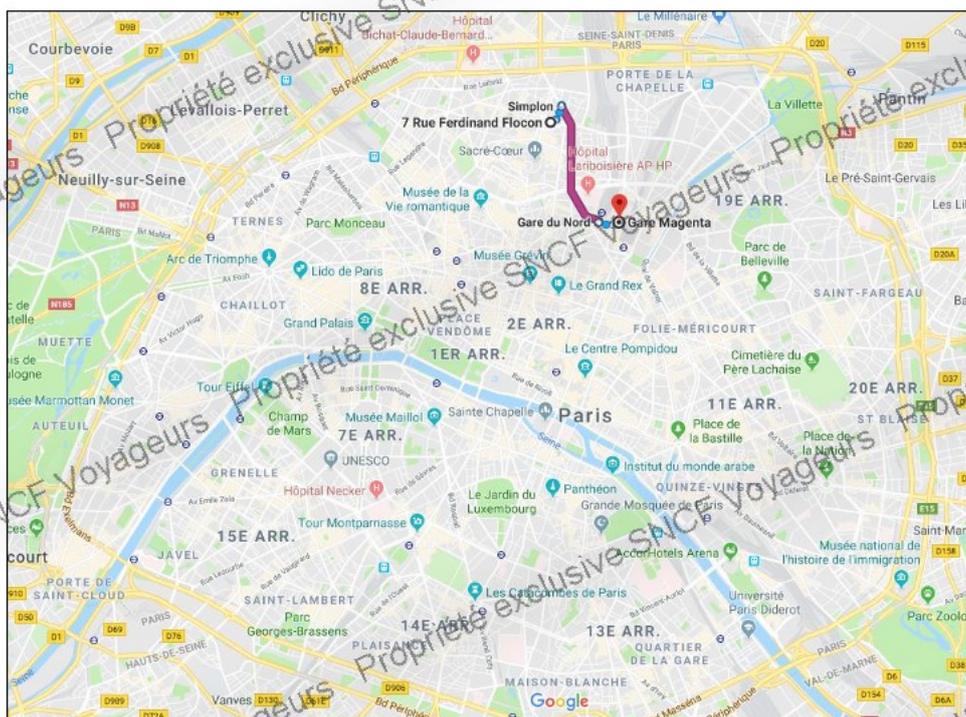


Figure 13 – Plan de de la situation de la gare de Magenta et de la station de fond urbain la plus proche.

La **Figure 14** 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^{ème} arrondissement.

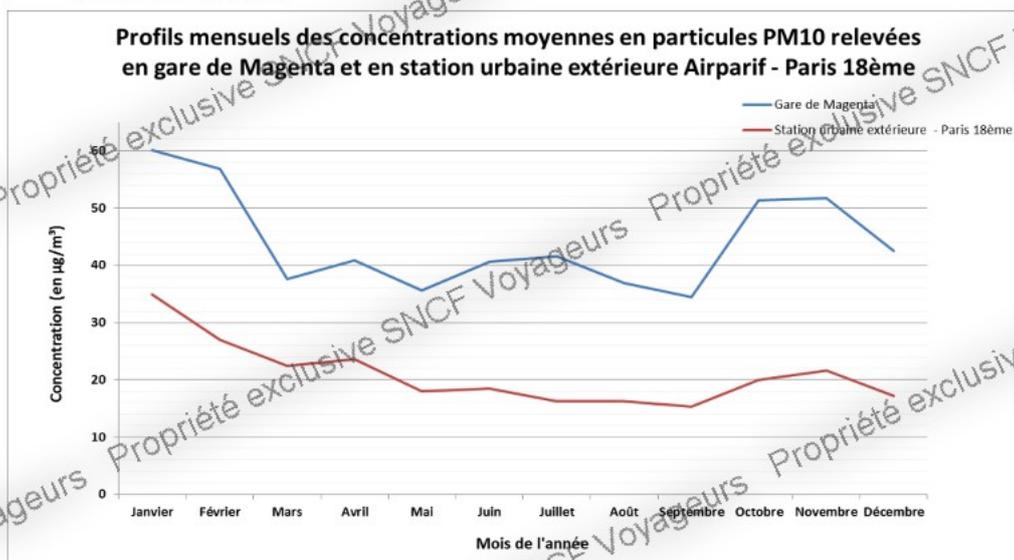


Figure 14 - Evolution mensuelle de la concentration en PM10 en gare de Magenta et en station urbaine Airparif - Paris 18ème

L'évolution des deux profils de concentrations en PM10 montre des similitudes. Ainsi, trois périodes se distinguent globalement :

- Une période de janvier à mars, marquée par une diminution des concentrations en PM10, respectivement de 38% et 36% en gare de Magenta et en station urbaine ;
- Une période de mars à septembre où les concentrations ont montré peu de variations et ont été assez stables ;
- Une période d'octobre à décembre, d'abord marquée par une augmentation des concentrations lors des mois d'octobre et novembre, respectivement de 33% en gare de Magenta et 24% en air ambiant au niveau de la station Airparif (estimation réalisée lors du passage du mois de septembre à octobre) puis par une diminution des niveaux moyens mesurés en PM10 durant le mois de décembre.

La diminution globale des niveaux moyens de PM10 en gare de Magenta et en air extérieur est comparable sur toute la période janvier-mars, cependant l'évolution des concentrations révèle quelques différences :

- En gare de Magenta les niveaux moyens mesurés sont proches lors des mois de janvier et février (respectivement 60,1 et 56,8 µg/m³) et une baisse importante des concentrations est observée entre le mois de février et mars (respectivement 56,8 et 37,6 µg/m³);
- Au niveau de la station Paris 18^{ème} d'Airparif, deux diminutions successives des concentrations en PM10 sont observées. La baisse des niveaux moyens en PM10 étant légèrement plus importante sur la période janvier-février que février-mars.

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 2017, l'association agréée de surveillance de la qualité de l'air en Île-de-France, Airparif, montre que « Après une année 2016 globalement proche de la normale, l'année 2017 se caractérise par des températures légèrement plus chaudes et par un faible excédent pluviométrique »

En ce qui concerne les températures, le bilan montre que « Hormis un mois de janvier plutôt froid, l'année 2017 a débuté avec des températures moyennes mensuelles très douces. Les mois de février et mars ont été particulièrement chauds, bénéficiant de températures en moyenne entre 2 et 3°C au-dessus des normales. Le printemps et l'été 2017 ont été les 2es plus chaudes saisons jamais observées depuis 1900. Des pics de chaleurs ont été enregistrés entre mai et août. Le reste de l'année s'est révélé globalement sans excès ».

Pour le paramètre pluviométrie, les données disponibles indiquent que « Sur l'ensemble de l'année 2017, la quantité de précipitations a été légèrement supérieure à la normale avec une alternance de mois déficitaires et excédentaires. La pluviométrie a été globalement conforme aux normales au premier semestre, en dépit d'un mois d'avril exceptionnellement sec (-65%). La période estivale (de juillet à septembre) a été très arrosée, avec un excédent pluviométrique compris entre +35% et +116% par rapport à la normale. Enfin, les trois derniers mois de l'année ont connu des cumuls de précipitations globalement conformes aux normales. »

Les conditions météorologiques du début d'année ont permis de faire le lien avec des épisodes de pollution aux particules PM10 en Île-de-France. En effet, un épisode de pollution aux particules PM10 important est survenu en janvier, avec trois journées de déclenchement de la procédure d'alerte du 21 au 23 janvier 2017 et trois journées de déclenchement de la procédure d'information les 24 et 26 janvier et le 11 février 2017. Le bilan mentionne que « Les conditions anticycloniques puissantes et durables qui ont régné sur l'Île-de-France au mois de janvier 2017 ont entraîné un fort déficit de précipitations, accompagné de pressions atmosphériques constamment élevées, de hauteurs de couches de mélange et de vitesse de vent remarquablement faibles ainsi que d'inversions de températures marquées. Cette situation météorologique a conduit à une élévation importante des concentrations en particules PM10 localement, due à l'utilisation du chauffage résidentiel et au transport résidentiel »

Parallèlement aux données présentées au chapitre précédent, il est intéressant de noter que la période janvier-février montre les concentrations les plus importantes en PM10 aussi bien en gare souterraine qu'au niveau de la station urbaine.

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 15**.

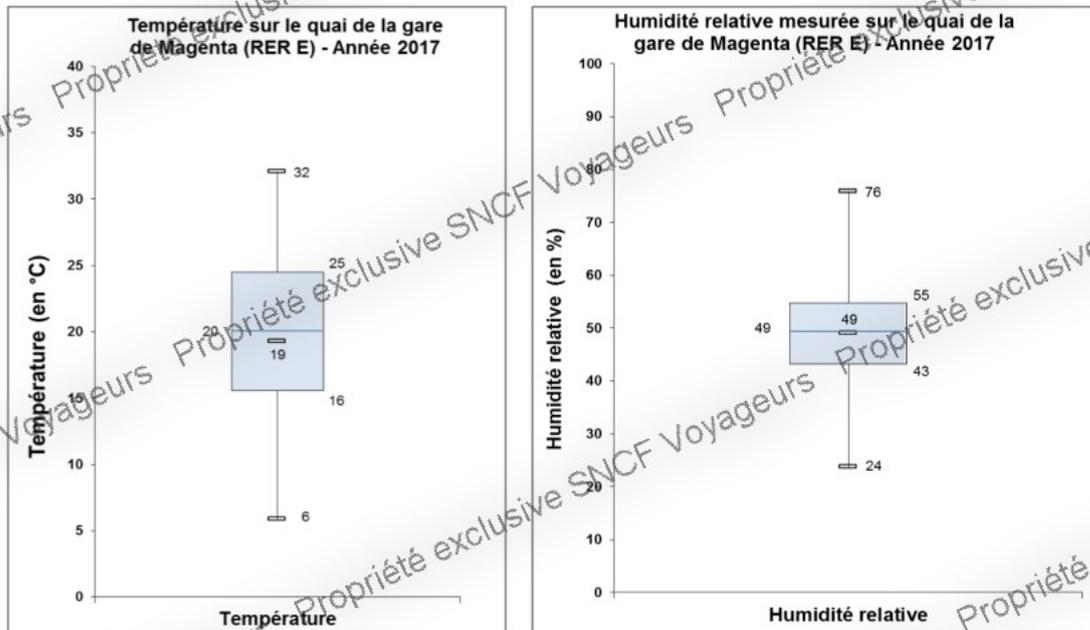


Figure 15 - Boîtes à moustaches des relevés quart-horaires en température ambiante (en °C) et en humidité relative (en %) en gare de Magenta pour l'année 2017.

La **température moyenne** en gare de Magenta est de **20°C**, avec des **valeurs mesurées comprises entre 6 et 32°C**. L'**humidité relative moyenne** en gare de Magenta est quant à elle de **49%**, avec des **valeurs mesurées comprises entre 24 et 76%**.

La **Figure 16** présente sur un même graphique, l'évolution mensuelle des concentrations en particules PM10 et des températures mesurées en gare de Magenta pour l'année 2017.

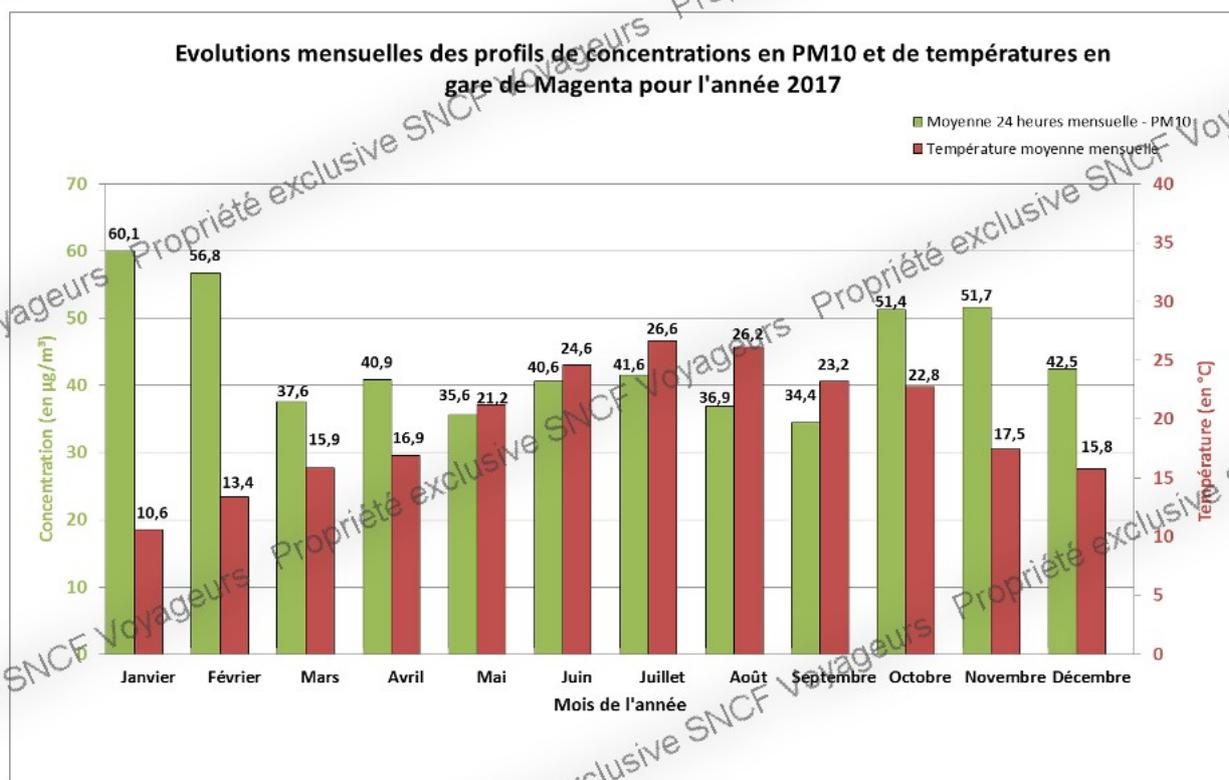


Figure 16 - Profils de concentrations en PM10 et de températures en gare de Magenta pour l'année 2017

Les résultats présentés en **Figure 16** montrent que sur la **période janvier-février**, pour laquelle **les concentrations moyennes les plus importantes ont été mesurées** (supérieures à $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$), **les températures moyennes mensuelles sont les plus basses de l'année** et sont comprises entre 10 et 14°C .

La **période mars à septembre** montre des niveaux moyens en PM10 relativement stables d'un mois à l'autre, **compris entre 37 et $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$** , bien que des légères fluctuations aient pu être constatées. Les températures moyennes ont d'abord été **en constante augmentation**, de manière progressive, du **mois de mars au mois de juillet**, avec des températures comprises **entre 16 et 27°C** . Une baisse des températures s'amorce ensuite lors du mois d'août, qui connaît une température moyenne mensuelle proche de celle du mois de juillet, et se poursuit lors de mois de septembre avec une température moyenne mensuelle de $23,2^\circ\text{C}$.

Les mois **d'octobre et novembre** sont marqués par une **augmentation des concentrations moyennes en PM10**, avec des niveaux légèrement inférieurs à ceux mesurés en début d'année (janvier-février 2017). En parallèle, les températures moyennes ont continué **à diminuer**, d'abord légèrement entre septembre et octobre avec respectivement $23,2$ et $22,8^\circ\text{C}$, puis de façon plus importante lors du mois novembre qui affiche une température moyenne de $17,5^\circ\text{C}$. Le mois de décembre est synonyme de diminution des niveaux moyens de PM10 et à une baisse des températures.

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, 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 des particules et les niveaux mesurés. 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 contrairement à l'exercice 2016 où les similitudes entre profils ont été plus clairement identifiées.

La comparaison des données de la station urbaine d'Airparif située au plus proche de la gare de Magenta montre des similitudes en matière d'évolution des concentrations moyennes en PM10 à l'échelle mensuelle. L'apport d'informations sur les conditions météorologiques extérieures de l'année 2017, permet de mieux comprendre l'évolution des niveaux de PM10 en station urbaine au plus proche de la gare de Magenta (épisode de pollution en janvier et février, précipitations abondantes sur la période estivale (juillet à septembre), etc.). Les constats effectués à partir de ces données permettent de mettre en avant qu'il existe sans doute une influence de l'air extérieur sur les niveaux de particules mesurés sur le quai.

5 - CONCLUSION

Ce rapport présente les niveaux de concentration observés en gare de Magenta pour les particules PM_{2,5} et PM₁₀ dans le cadre de la campagne de mesure réalisée en continu sur l'année 2017.

La concentration moyenne annuelle en gare de Magenta sur l'ensemble de la période de mesure a été de **44 µg/m³ en PM₁₀ et de 16 µg/m³ en PM_{2,5}**. La répartition mensuelle des concentrations moyennes a montré l'existence de périodes durant lesquelles les niveaux de particules mesurés ont été plus importants en 2017. En effet, le début d'année avec les mois **de janvier et février** et la période automnale avec les mois **d'octobre et novembre**, ont montré les concentrations moyennes mensuelles les plus importantes de l'année 2017. 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 **15% pour les PM₁₀ et de 10% pour les PM_{2,5} 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 et la fréquentation des voyageurs sont à priori les principaux paramètres 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 de confort), bien que l'influence de la fréquentation voyageurs ait été moins évidente en 2017 par rapport à 2016. L'examen des données de qualité de l'air ambiant et des conditions météorologiques ont également montré l'influence de la qualité de l'air extérieur (apport d'air extérieur par le système de ventilation). 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 et 2017 a globalement montré peu de différences. Les niveaux de particules mesurés sont légèrement supérieurs sur l'exercice 2017 que sur l'exercice 2016 (+16% pour les PM₁₀ et +23% pour les PM_{2,5}). Des différences sont parfois observées à l'échelle mensuelle tandis qu'à l'échelle hebdomadaire et journalière la situation décrite en gare de Magenta en 2016 est très proche de celle observée en 2017.

ANNEXES

RAPPORT

SITE DE MESURE CONTINU DE QUALITE DE L'AIR EN GARE DE MAGENTA - 2017

SOMMAIRE DES ANNEXES

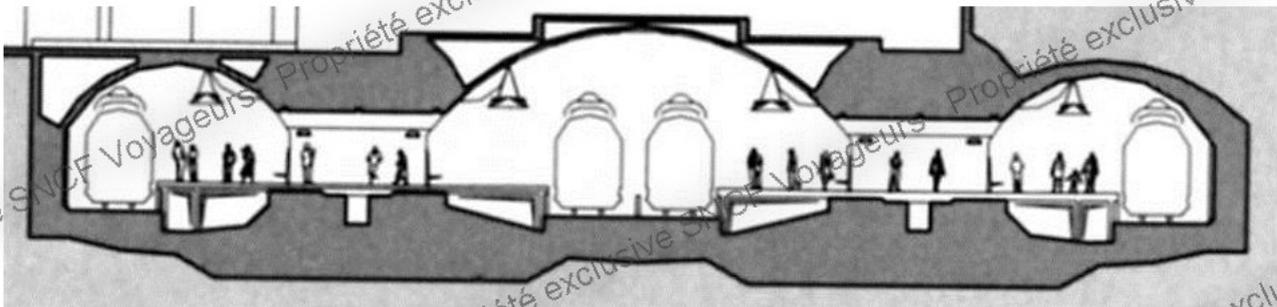
ANNEXE 1 : Descriptif de la gare de Magenta.....35

ANNEXE 2 ANNEXE 2 : Localisation du site de mesures.....36

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 m²) à deux voies et deux tunnels latéraux (section 32 m²), chacun à une voie (voir coupe ci-dessous). Le volume au niveau des quais, calculé par l'AREP en 2011, est de 49 248 m³.

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).

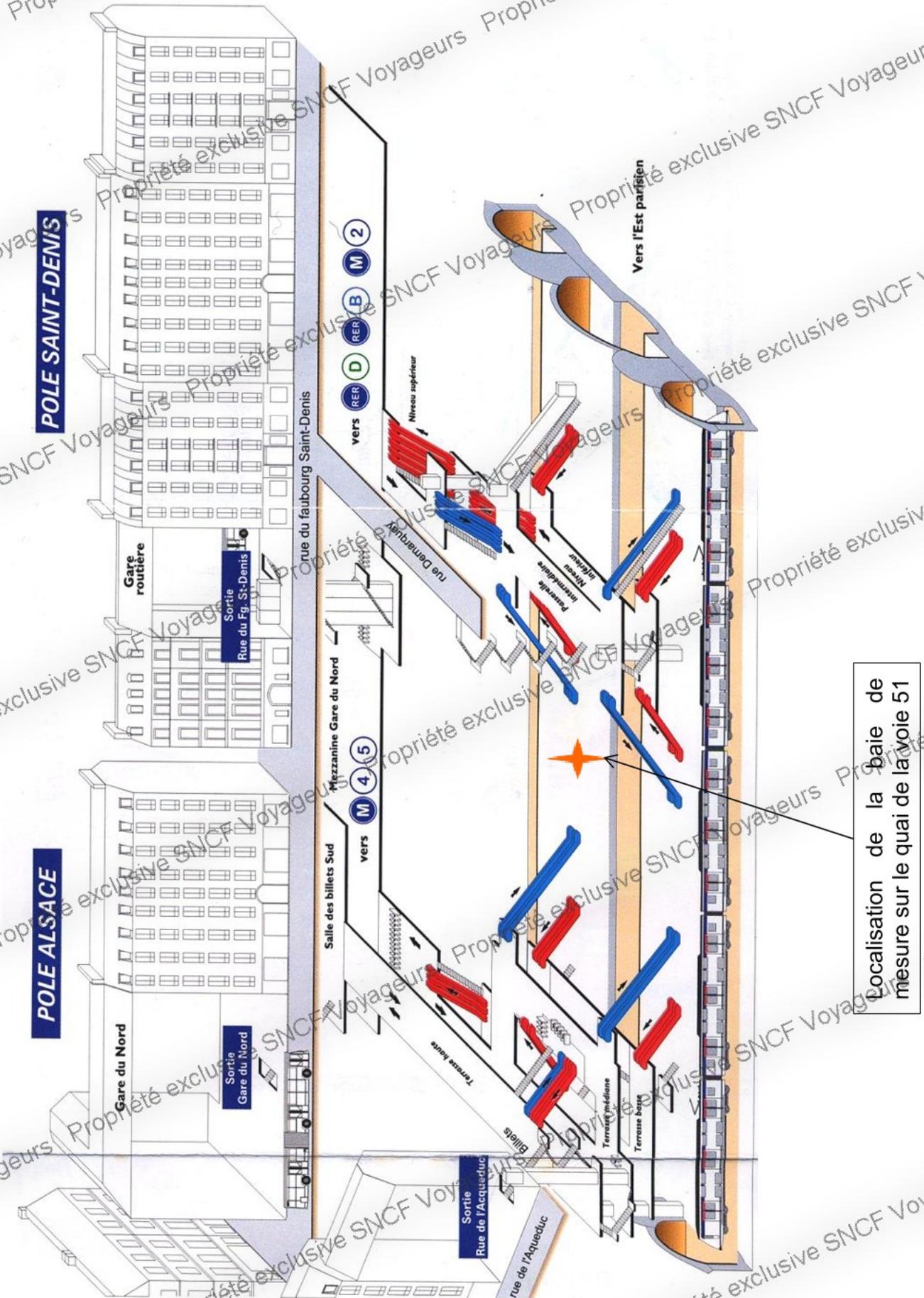
Matériel roulant

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 432.

Fréquentation des voyageurs

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



Localisation de la baie de mesure sur le quai de la voie 51



Photographie 1 : Vue générale de la gare



Photographie 2 : Emplacement de la baie de mesure