

**AGENCE D'ESSAI FERROVIAIRE**



**RAPPORT**

**CAMPAGNE DE MESURE DE QUALITE DE L'AIR PENDANT  
DEUX SEMAINES EN GARE DES INVALIDES**

**DOC047121-00 / MES016243**

# AGENCE D'ESSAI FERROVIAIRE

21, avenue du Président Allende  
F. 94407 Vitry sur Seine CEDEX – France  
affaire.aef@sncf.fr  
TEL : +33 (0)1 47 18 84 11 / FAX : + 33 (0)1 47 18 84 00

## Laboratoire Matériaux - Environnement - Structure

**Destinataire :** **DIRECTION des GARES d'ILE de FRANCE**  
A l'attention d'Alain PORTALIER  
34 Rue du Cdt René Mouchotte  
75014 Paris  
France

## CAMPAGNE DE MESURE DE QUALITE DE L'AIR PENDANT DEUX SEMAINES EN GARE DES INVALIDES

### Résumé :

L'Agence d'Essai Ferroviaire a réalisé une campagne de mesure de qualité de l'air au sein de la gare des Invalides. Les mesures ont porté sur les concentrations en particules PM10 et PM2,5, en métaux et en dioxyde de carbone pendant deux semaines en octobre / novembre 2016.

Il a été mis en évidence une relation entre les teneurs en particules, la fréquentation et le trafic ferroviaire.

Le niveau d'empoussièrement en PM10 et PM2,5 en gare des Invalides est proche de celui de la gare de Magenta et inférieur à celui de Saint Michel Notre Dame.

Concernant les métaux, le fer est très largement prédominant, ce qui est caractéristique des enceintes ferroviaires souterraines.

### Elaboration du rapport

#### Rédacteur

Nom : GHOZZI Fayes  
Fonction : Ingénieur d'essais

#### Vérificateur

Nom : ARRIGONI Vincent  
Fonction : Coordinateur technique

### Approbation du rapport

Nom : DUPONT Laurent  
Fonction : Responsable de pôle

### Avertissement :

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

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

**SUIVI DES MODIFICATIONS**

(La dernière version annule et remplace les versions précédentes)

Version	Date	Motivation et objet de la modification	Paragraphe(s) concerné(s)
00	Indiquée sur la signature numérique		

## DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE EXTERNE AEF

Références	Intitulé
	Sans objet

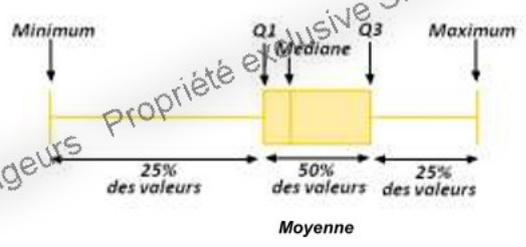
## DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE INTERNE AEF

Références	Intitulé
<b>DOC040574-00</b>	<b>Offre – Mesures de concentrations en particules dans les gares souterraines et mixtes d’Île de France – Année 2016</b>
<b>DOC042475-01</b>	<b>Offre – Mesures complémentaires en gare (métaux et CO<sub>2</sub>) et mesures individuelles sur agents – 2016</b>

## SYMBOLES ET ABRÉVIATIONS

Symboles (unités)	Définitions
$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Micro gramme par mètre cube
$\text{ng}/\text{m}^3$	Nano gramme par mètre cube

## DÉFINITIONS

Termes	Définitions
<b>PM10</b>	<b>Particule de diamètre aérodynamique inférieur à 10 micromètres (<math>\mu\text{m}</math>)</b>
<b>PM2,5</b>	<b>Particule de diamètre aérodynamique inférieur à 2,5 micromètres (<math>\mu\text{m}</math>)</b>
<b>Boîte à moustache</b>	<p>Une boîte à moustache est un graphique représentant la répartition d’une série statistique. Ce traitement statistique de données permet de représenter plusieurs informations :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La médiane : valeur qui coupe l’ensemble des données en deux parties égales (50% des données sont au-dessus de la médiane et 50% des données sont en-dessous de cette valeur) ;</li> <li>- La moyenne de l’ensemble des données ;</li> </ul> <p>Les percentiles 25 (Q1) et 75 (Q3) qui correspondent aux extrémités de la boîte et qui contiennent 50% des données ;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les minima et maxima aux extrémités des moustaches.</li> </ul> 

# Sommaire

<b>1.</b>	<b>OBJET</b> .....	<b>6</b>
<b>2.</b>	<b>METHODOLOGIE</b> .....	<b>6</b>
2.1.	DESCRIPTIF DE LA GARE .....	6
2.2.	POLLUANTS MESURES .....	6
2.3.	MOYENS DE MESURE .....	7
2.4.	POINTS DE MESURE .....	7
2.5.	PERIODE DE MESURE .....	7
<b>3.</b>	<b>RESULTATS ET COMMENTAIRES</b> .....	<b>7</b>
3.1.	CONCENTRATIONS EN PARTICULES PM10 ET PM2,5 .....	7
3.1.1.	<i>Niveaux observés en gare des Invalides</i> .....	7
3.1.2.	<i>Variabilité temporelle</i> .....	8
3.1.3.	<i>Comparaison avec d'autres gares</i> .....	12
3.2.	CONCENTRATIONS EN METAUX .....	14
3.2.1.	<i>Niveaux observés en gare des Invalides</i> .....	14
3.2.2.	<i>Variabilité temporelle</i> .....	16
3.3.	CONCENTRATIONS EN DIOXYDE DE CARBONE .....	17
<b>4.</b>	<b>CONCLUSION</b> .....	<b>18</b>
	<b>ANNEXE 1 : DESCRIPTIF DE LA GARE DES INVALIDES</b> .....	<b>19</b>

## 1. OBJET

La Direction des Gares d'Ile de France a sollicité l'Agence d'Essai Ferroviaire afin de réaliser des campagnes de mesures de qualité de l'air au sein des gares souterraines et mixtes d'Ile de France.

Ce rapport présente les résultats de ces mesures de concentration en particules PM10 et PM2,5, en métaux et en dioxyde de carbone pour les quais de la gare des Invalides. Ces mesures visent à caractériser l'air sur les quais d'un point de vue santé publique.

## 2. METHODOLOGIE

### 2.1. Descriptif de la gare

La gare des Invalides se situe sur la ligne C du RER, dans le 7<sup>ème</sup> arrondissement de Paris.

Cette gare s'organise sur trois niveaux en souterrain.

Un de ces niveaux comporte quatre voies et deux quais centraux encadrés par des tunnels à chaque extrémité. Le quai A de la gare possède une grande baie d'aération s'ouvrant sur l'extérieur. Malgré cette ouverture, la gare reste très majoritairement souterraine.

Il existe deux autres niveaux appelés « 24.00 » et « 28 », situés également en souterrain. Ils sont situés pour l'un au-dessus des quais et pour l'autre en-dessous des quais. Ces deux niveaux abritent des couloirs de correspondance, des salles d'échanges et un guichet d'informations aux voyageurs.

Un descriptif de la gare figure en annexe 1.

### 2.2. Polluants mesurés

Les mesures de qualité de l'air ont porté sur les polluants suivants :

- Concentration en particules PM10 et PM2,5 ;
- Concentration en métaux ;
- Concentration en dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>)

Les mesures ont porté sur les concentrations en particules PM10 et PM2,5, principaux polluants susceptibles d'être présents dans les enceintes ferroviaires souterraines (EFS). Ces particules peuvent pénétrer dans l'appareil respiratoire et se déposer au niveau des alvéoles pulmonaires pour la fraction la plus fine (PM2,5).

Les concentrations en arsenic, antimoine, cadmium, chrome, cuivre, fer, manganèse, nickel, plomb et zinc ont été déterminées par prélèvement de particules PM10.

Ces particules proviennent essentiellement de l'usure des matériaux engendrée par la friction roue-frein, le contact roue-rail et le contact entre le matériel roulant et le système d'alimentation électrique. Les voyageurs (usure des vêtements, des chaussures, des sols) sont également source de particules. Les travaux de maintenance et l'air extérieur sont aussi une source de pollution dans les gares souterraines.

Le CO<sub>2</sub> est un bon traceur de la fréquentation des gares par les voyageurs car il est émis par la respiration.

### **2.3. Moyens de mesure**

Les concentrations en particules PM10 et PM2,5 ont été mesurées en continu à l'aide d'un analyseur TEOM 1405-D (Tapered Element Oscillating Microbalance). Le principe de mesure consiste en une variation de fréquence d'un élément conique oscillant supportant un filtre, en fonction de la quantité de poussière aspirée et se déposant sur ce dernier.

Les concentrations en métaux ont été déterminées par prélèvement de particules PM10 sur filtre avec un préleveur séquentiel PARTISOL PLUS. Les filtres ont été analysés par spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif (ICP-MS) afin de déterminer la concentration en arsenic, antimoine, cadmium, chrome, cuivre, fer, manganèse, nickel, plomb et zinc.

Les mesures de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) par infrarouge non dispersif, de température et d'humidité relative ont été effectuées avec un analyseur Q-Trak.

L'ensemble des appareils a été disposé dans une baie de mesure.

### **2.4. Points de mesure**

L'ensemble des mesures de polluants a été réalisé en un point sur un quai de la gare des Invalides. Ce point a été installé au milieu du quai B desservant les voies 1 et 3 ; entre les repères 4 et 5, au niveau du poteau « 4V ». Il est positionné sur le plan de la gare en annexe 1.

### **2.5. Période de mesure**

Les mesures en continu de la concentration en particules PM10, PM2,5 et dioxyde de carbone ont été réalisées du samedi 29 octobre au dimanche 13 novembre 2016 inclus. Cette période de mesure comprend trois week-ends (samedi et dimanche), deux jours fériés (mardi 1<sup>er</sup> et vendredi 11 novembre) et huit jours ouvrés, soit seize jours au total. Il est à noter que le début des mesures correspond à une période de vacances scolaires ; celle-ci s'étant terminée le mercredi 02 novembre au soir.

La fréquence d'acquisition des appareils a été programmée à quinze minutes.

Concernant les concentrations en métaux, les prélèvements ont été réalisés du passage du 1<sup>er</sup> train jusqu'au dernier train pour cinq journées. Ces prélèvements ont été effectués le lundi 07, le mardi 08, le mercredi 09, le jeudi 10 et le vendredi 11 novembre 2016 (soit la deuxième semaine de mesure en continu), de 05h00 à 01h00.

## **3. RESULTATS ET COMMENTAIRES**

### **3.1. Concentrations en particules PM10 et PM2,5**

#### **3.1.1. Niveaux observés en gare des Invalides**

Le traitement des données de concentrations en moyenne horaire en particules est présenté sous forme de boîte à moustache pour l'ensemble de la campagne de mesure sur la figure 1 ci-après.

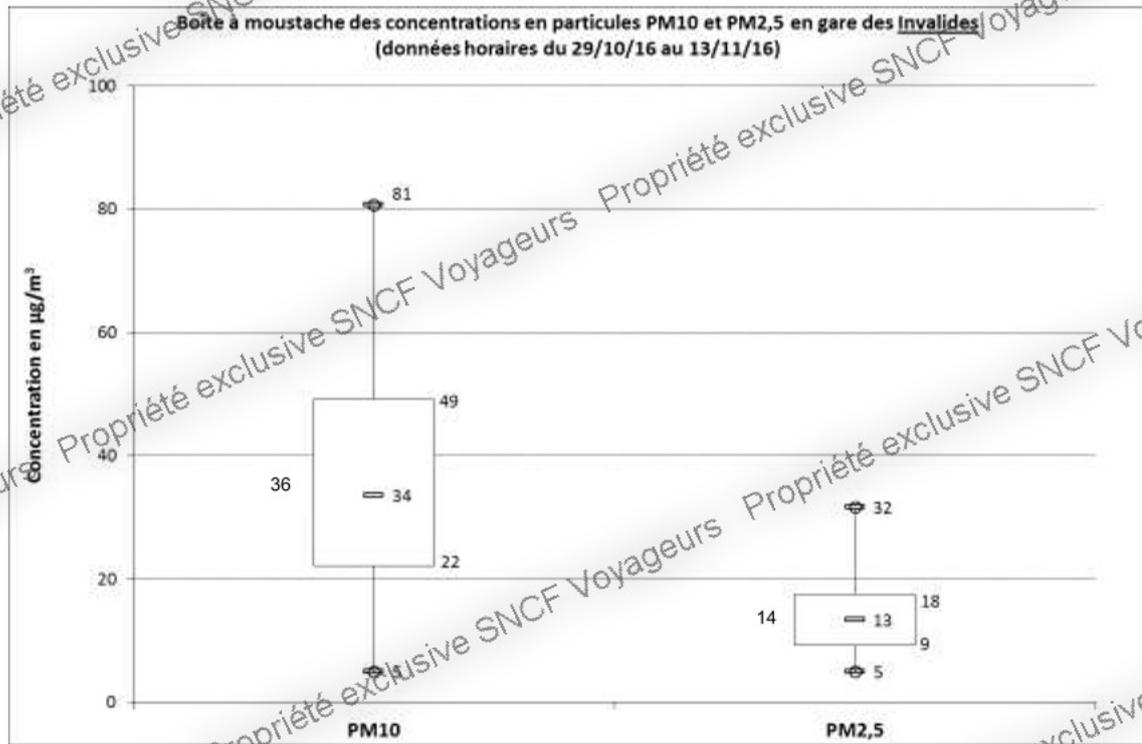


Figure 1

Ce graphique montre que la valeur médiane est de  $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les concentrations en PM10 et de  $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les PM2,5, sur la totalité de la période de mesure.

La concentration moyenne est de  $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les PM10 et  $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les PM2,5. La proportion de particules PM2,5 dans les particules PM10 est de 39 % en moyenne.

La moitié des concentrations en PM10 est comprise entre 22 et  $49 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , avec des extrêmes à 5 et  $81 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . De même, la moitié des concentrations en PM2,5 est comprise entre 9 et  $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  avec des extrêmes à 5 et  $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ceci montre des variations de concentration relativement faibles.

### 3.1.2. Variabilité temporelle

La concentration en moyenne horaire en particules PM10 et PM2,5 en fonction du temps est représentée sur la figure 2 ci-après pour l'ensemble de la durée de la campagne de mesure.

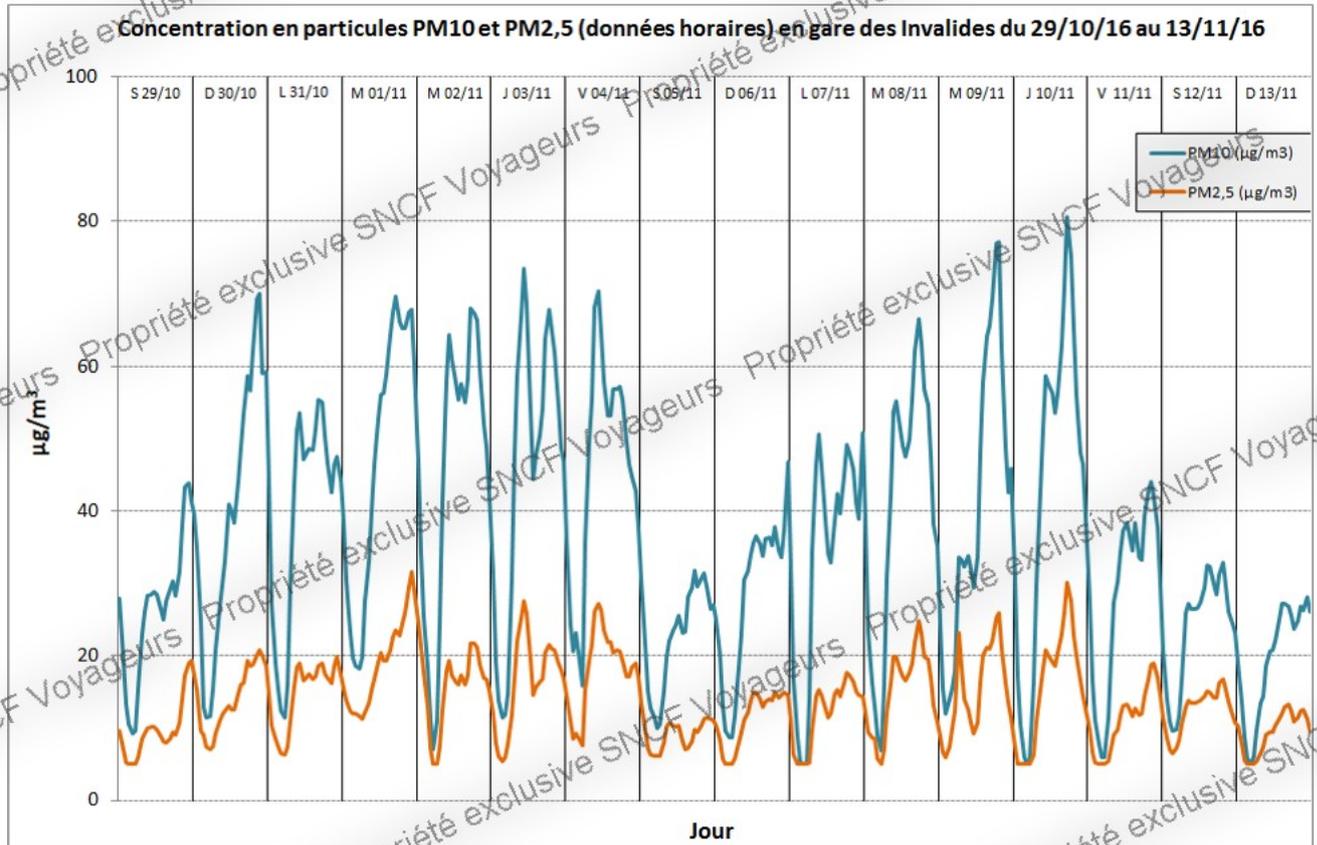


Figure 2

A l'échelle de la semaine, les niveaux sont généralement plus faibles les jours de weekend et fériés par rapport aux jours ouvrés (du lundi au vendredi) en gare des Invalides. Les concentrations moyennes pour chaque période sont reprises dans le tableau 1 ci-dessous. Les deux jours fériés (mardi 1<sup>er</sup> et vendredi 11 novembre) ont été comptés dans les jours de week-end. Les jours fériés ne sont pas représentatifs des conditions normales de circulations ferroviaires et d'affluence de voyageurs. Ces paramètres influencent les niveaux de particules mesurés, comme observé lors des journées du mardi 1<sup>er</sup> et vendredi 11 novembre, pour lesquelles les profils de concentrations en particules diffèrent.

	Concentration moyenne <u>jours ouvrés</u> (du lundi au vendredi, hors férié)	Concentration moyenne <u>jours de week-end</u> (samedi, dimanche et férié)
Concentration en particules PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	42	29
Concentration en particules PM2,5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	15	12

Tableau 1

Ainsi, la diminution des niveaux moyens de particules entre la semaine et le week-end est plus significative pour les PM10 ; elle est de l'ordre de 31 %. Il est à noter que le nombre de circulations de train varie entre les jours de semaine et de week-end. En effet, le trafic théorique en gare des Invalides lors de la campagne de mesure était de 522 trains par jour pour les journées ouvrés du lundi au vendredi, 448 trains le samedi et 387 trains le dimanche ; soit une diminution moyenne de 20 % entre la semaine et le week-end.

En relatif, la diminution des concentrations en particules PM10 est plus importante que la baisse de circulation moyenne entre les jours de semaine et les week-ends. La fréquentation des voyageurs est un autre paramètre qui peut expliquer cette différence. Egalement, la présence de jours fériés en semaine est un paramètre pouvant influencer les résultats.

A l'échelle de la journée, les concentrations en particules sont moins élevées aux heures de fermeture de la gare (environ de 01h à 05h) par rapport aux heures d'ouverture.

En période d'ouverture de la gare, deux pointes par jour, d'amplitude variable, se distinguent généralement de la période creuse lors des jours ouvrés. Ceci est illustré par les profils journaliers moyens pour les PM10 et les PM2,5 en figures 3 et 4 ci-dessous. Il s'agit de la moyenne par tranche horaire pour l'ensemble des jours ouvrés (du lundi au vendredi, hors jours fériés).

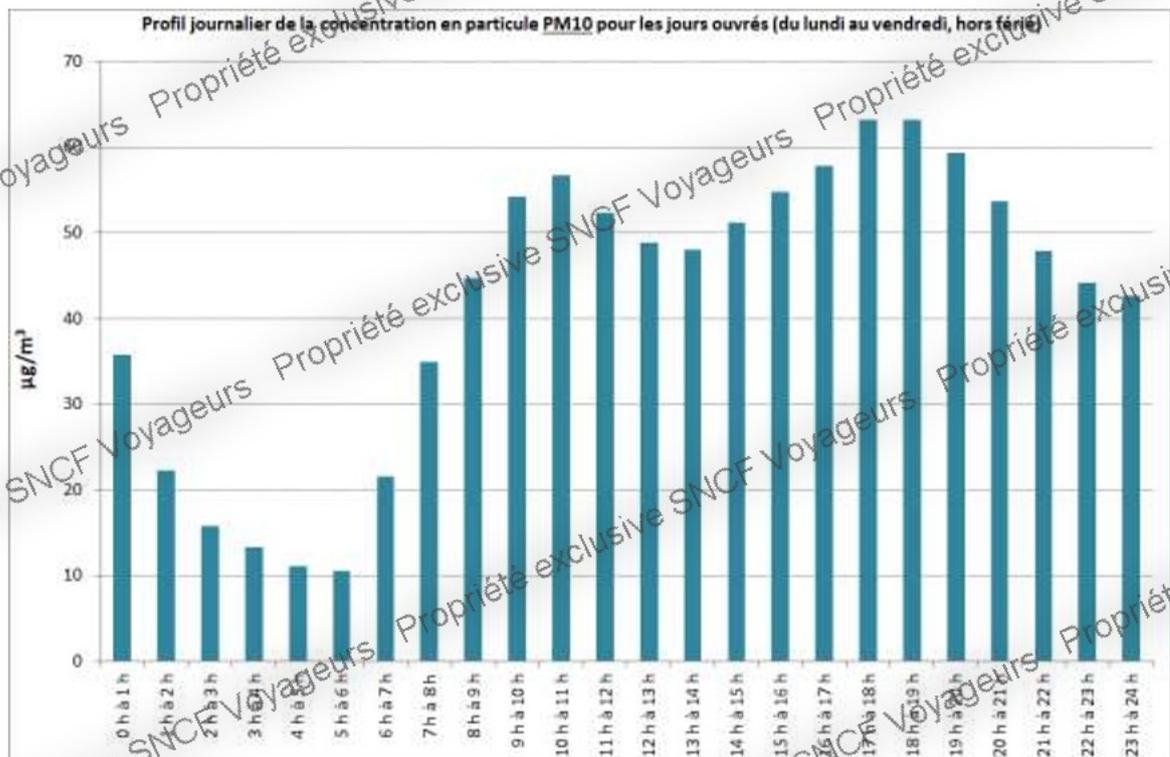


Figure 3

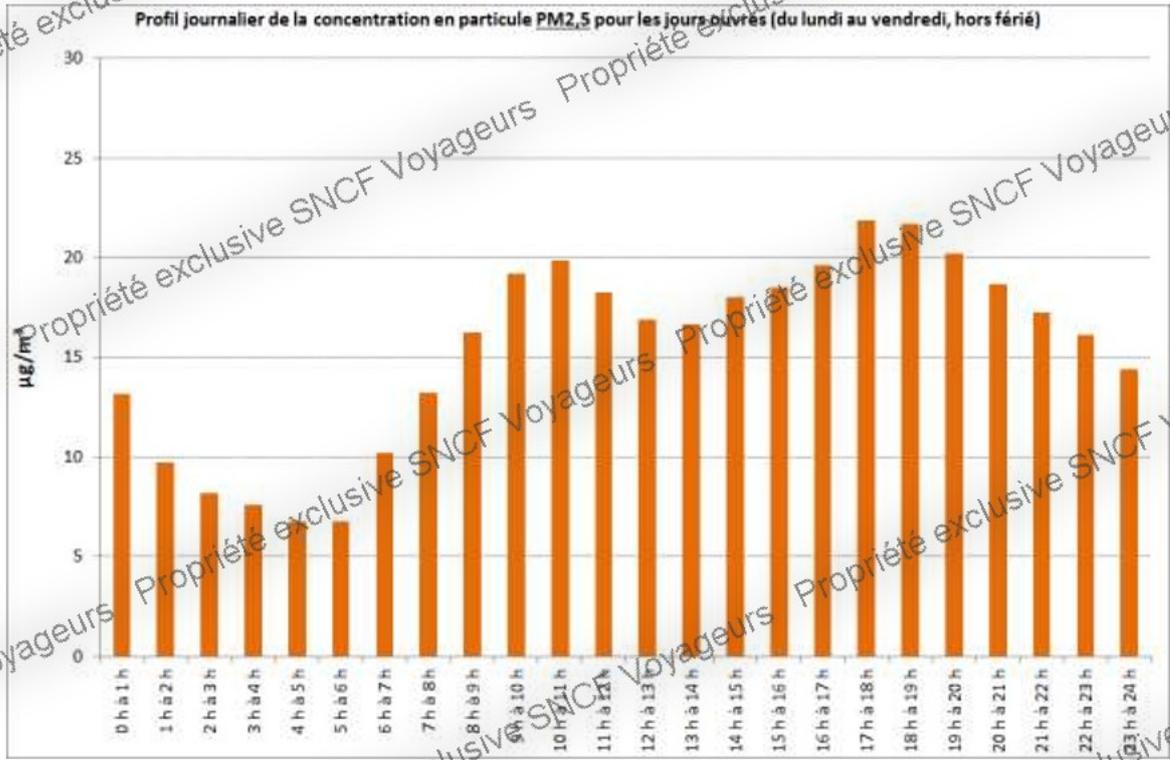


Figure 4

Ces profils journaliers moyens pour les jours ouvrés mettent en évidence une pointe du matin (approximativement entre 9h et 12h, avec un maximum sur la période 10h-11h) et une pointe du soir (approximativement entre 17h et 20h, avec un maximum sur la période 17h-19h).

Le profil des concentrations en particules est corrélé au nombre théorique de trains circulant dans la gare. Comme le montre la figure 5 ci-dessous, il apparaît un léger décalage entre le pic de circulation et le pic de concentration le matin et le soir. Ceci peut en partie s'expliquer par la moyenne glissante calculée par l'appareil de mesure.

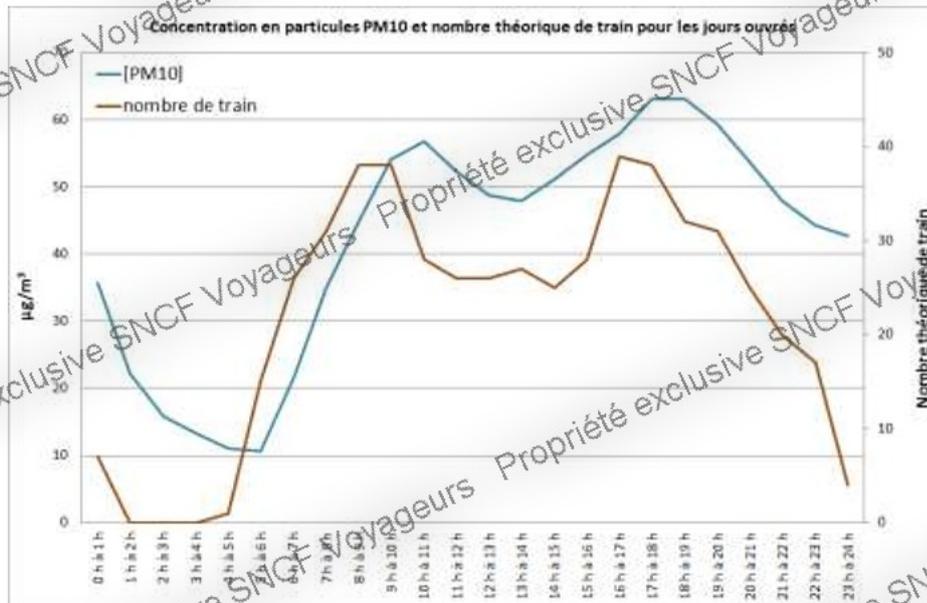


Figure 5

Ainsi, il existe une relation entre les teneurs en particules et les activités dans la gare des invalides. Le trafic ferroviaire est une source importante de particules au vu des concentrations mesurées sur le quai en période d'ouverture de la gare. Egalement, en période de pointe du

matin et du soir, la densité du trafic et des voyageurs est plus importante, ce qui conduit à des émissions de particules plus élevées.

Par ailleurs, de par l'activité en gare, les particules émises sont sans cesse remises en suspension dans l'air, lors des passages des trains et des déplacements des voyageurs.

### 3.1.3. Comparaison avec d'autres gares

Les résultats de concentrations en particules en gare des Invalides ont été comparés avec ceux de deux autres gares RER dans Paris : Magenta (RER E) et Saint Michel Notre Dame (RER C).

Les résultats de mesure pour ces deux gares sont issus de la même méthodologie que pour la gare des Invalides (appareil de mesure, emplacement sur un quai, période).

Cette comparaison est présentée sous forme de boîtes à moustache pour les particules PM10 d'une part et PM2,5 d'autre part, pour la totalité des moyennes horaires disponibles.

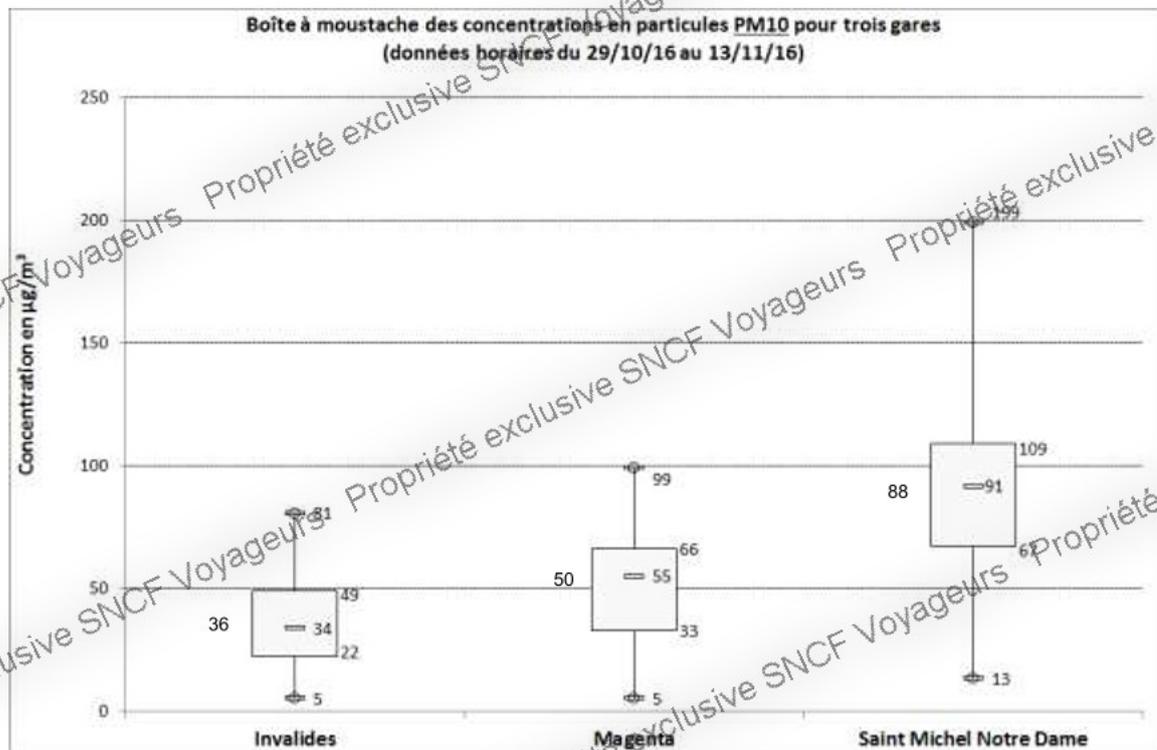


Figure 6

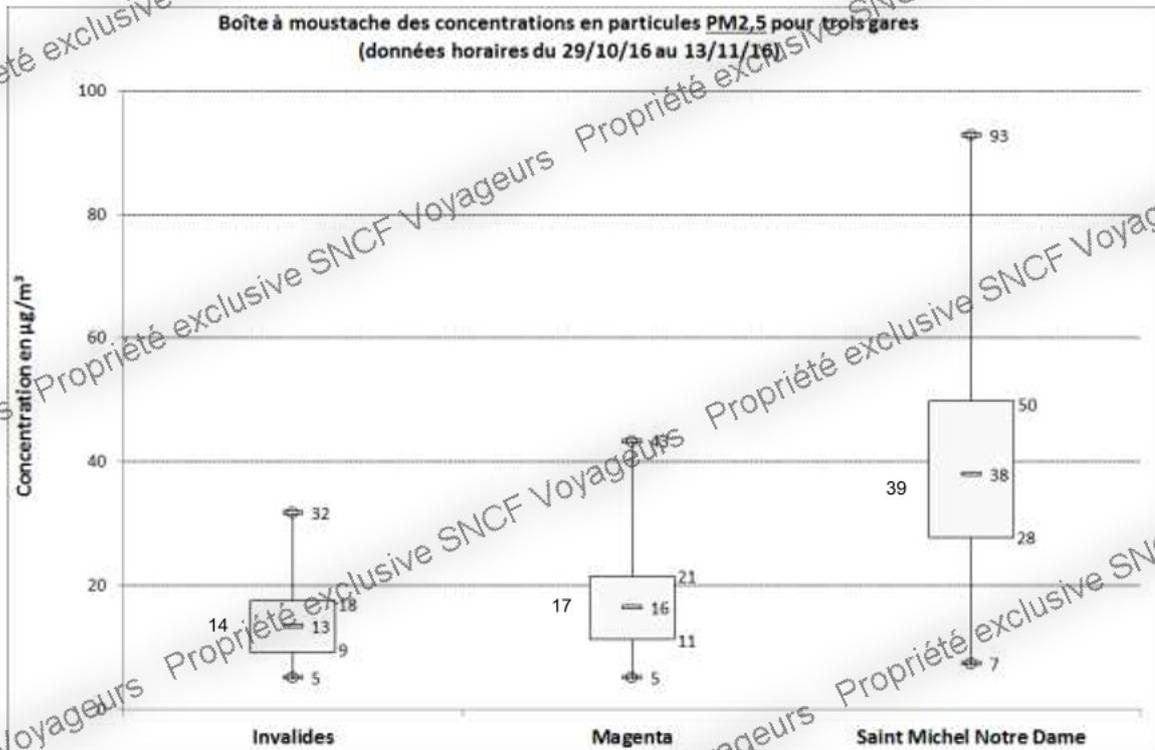


Figure 7

Ces résultats montrent que le niveau d'empoussièrément en PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> en gare des Invalides est proche de celui de la gare de Magenta, et inférieur à celui de la gare de Saint-Michel Notre Dame. En effet les concentrations en particules PM<sub>10</sub> sont en moyenne légèrement plus faibles en gare des Invalides (36 µg/m<sup>3</sup>) en comparaison à celles observées à Magenta (50 µg/m<sup>3</sup>). Les concentrations en particules PM<sub>2,5</sub> sont toutefois similaires en gares des Invalides (14 µg/m<sup>3</sup>) et de Magenta (17 µg/m<sup>3</sup>). De plus, les concentrations moyennes et les maximums sont nettement inférieurs en gare des Invalides en comparaison de ceux mesurés en gare de Saint-Michel Notre Dame, et ce pour les deux tailles de particules.

En ce qui concerne la dispersion des concentrations en particules, celle-ci est plus faible (moins d'écart entre les percentiles 25 et 75 et rapport entre les percentiles 25 et 75 le plus faible) pour la gare des Invalides, suivi de Magenta et de Saint Michel Notre Dame.

Concernant la fréquentation (nombre de voyageurs), elle est la plus faible en gare des Invalides par rapport aux deux autres gares. En effet, la gare des Invalides accueille 20 885 voyageurs montants par jour, la gare de Saint Michel Notre Dame en accueille 59 480 (soit un facteur de presque 3 avec Invalides) et la gare de Magenta 78 210 (soit un facteur de presque 4 avec Invalides).

Le nombre de trains théorique par jour (pour les jours ouvrés) est 522 aux Invalides, 477 à Saint Michel Notre Dame et 432 à Magenta. La gare des Invalides est donc la plus fréquentée en termes de circulations ferroviaires par rapport aux deux autres gares.

La gare des Invalides a la particularité d'avoir une grande baie d'aérage ouverte sur l'air extérieur au niveau d'un quai, contrairement aux gares de Saint Michel Notre Dame et Magenta. Ceci peut expliquer une dilution des particules émises vers l'extérieur et donc des concentrations sur le quai plus faibles que dans des gares entièrement souterraines (particulièrement lorsque celles-ci ne présentent pas de système de ventilation de confort). La gare de Magenta est quant à elle, une gare très volumineuse et possède une ventilation mécanique optimisée, permettant d'expliquer que les concentrations en particules soient proches de celles mesurées en gare des Invalides.

## 3.2. Concentrations en métaux

### 3.2.1. Niveaux observés en gare des Invalides

Les histogrammes ci-dessous montrent la concentration moyenne pour les métaux mesurés en gare des Invalides, par élément métallique pour les cinq jours de mesure.

La figure 8 montre les concentrations moyennes pour les dix métaux mesurés.

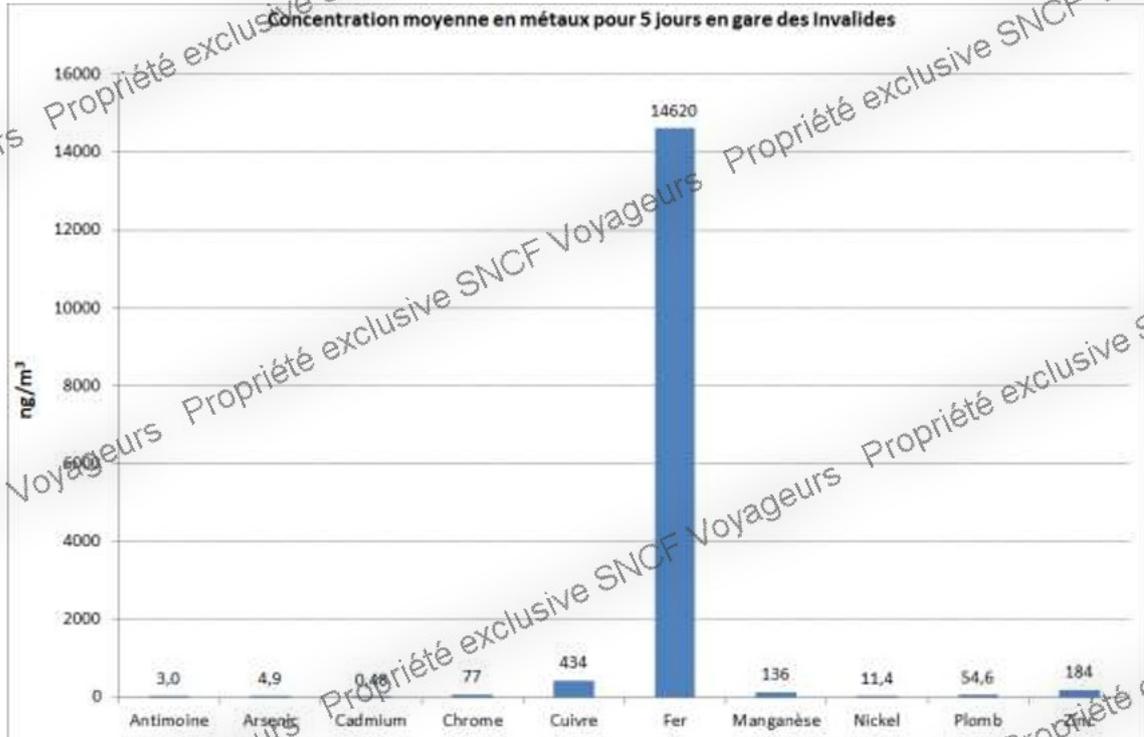


Figure 8

En moyenne, le fer représente 27 % de la composition des particules PM10. Parmi les dix métaux analysés, le fer est très largement prédominant (94,2 % de fer et 5,8 % d'autres métaux). Ceci est caractéristique des enceintes ferroviaires souterraines.

Ces particules riches en fer sont principalement issues d'arrachement (contact roue-rail) et de friction (roue-frein et système d'alimentation électrique).

La figure 9 montre les concentrations pour les neuf autres métaux, excepté le fer, afin de rendre le graphique plus lisible.

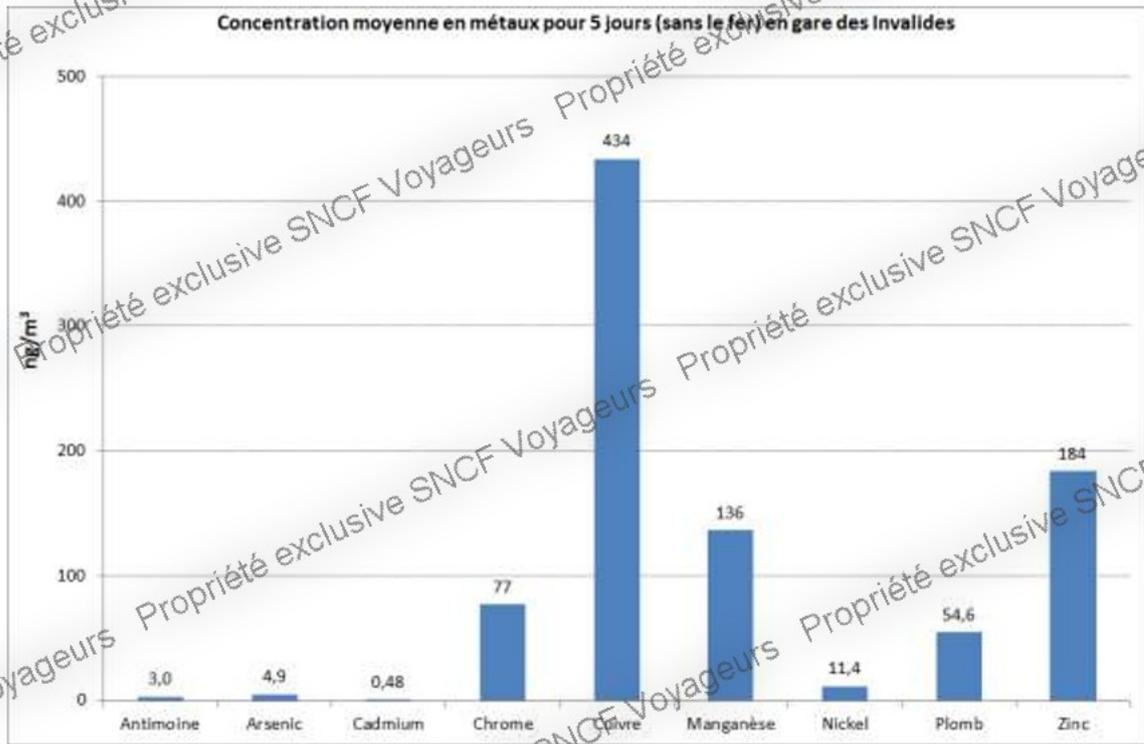


Figure 9

Les éléments majoritaires après le fer sont le cuivre, le zinc, le manganèse, le chrome et le plomb. Dans des proportions moindres, viennent ensuite le nickel, l'arsenic, l'antimoine et le cadmium.

En complément, la figure 10 reprend la répartition moyenne en pourcentage de chacun des dix métaux analysés pour les cinq journées de mesure.

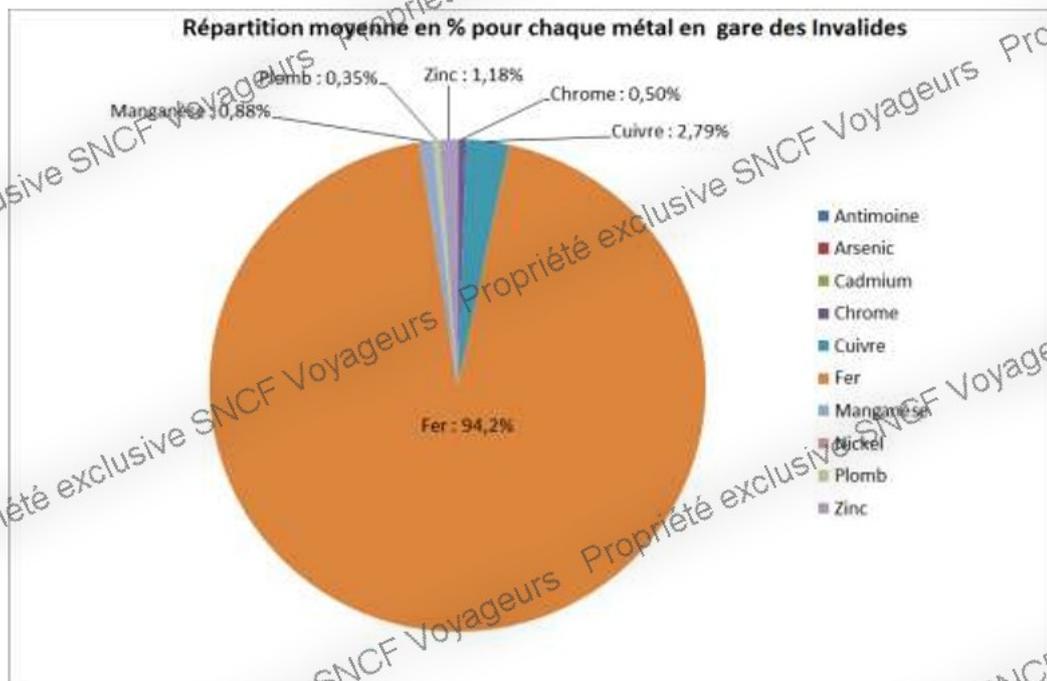


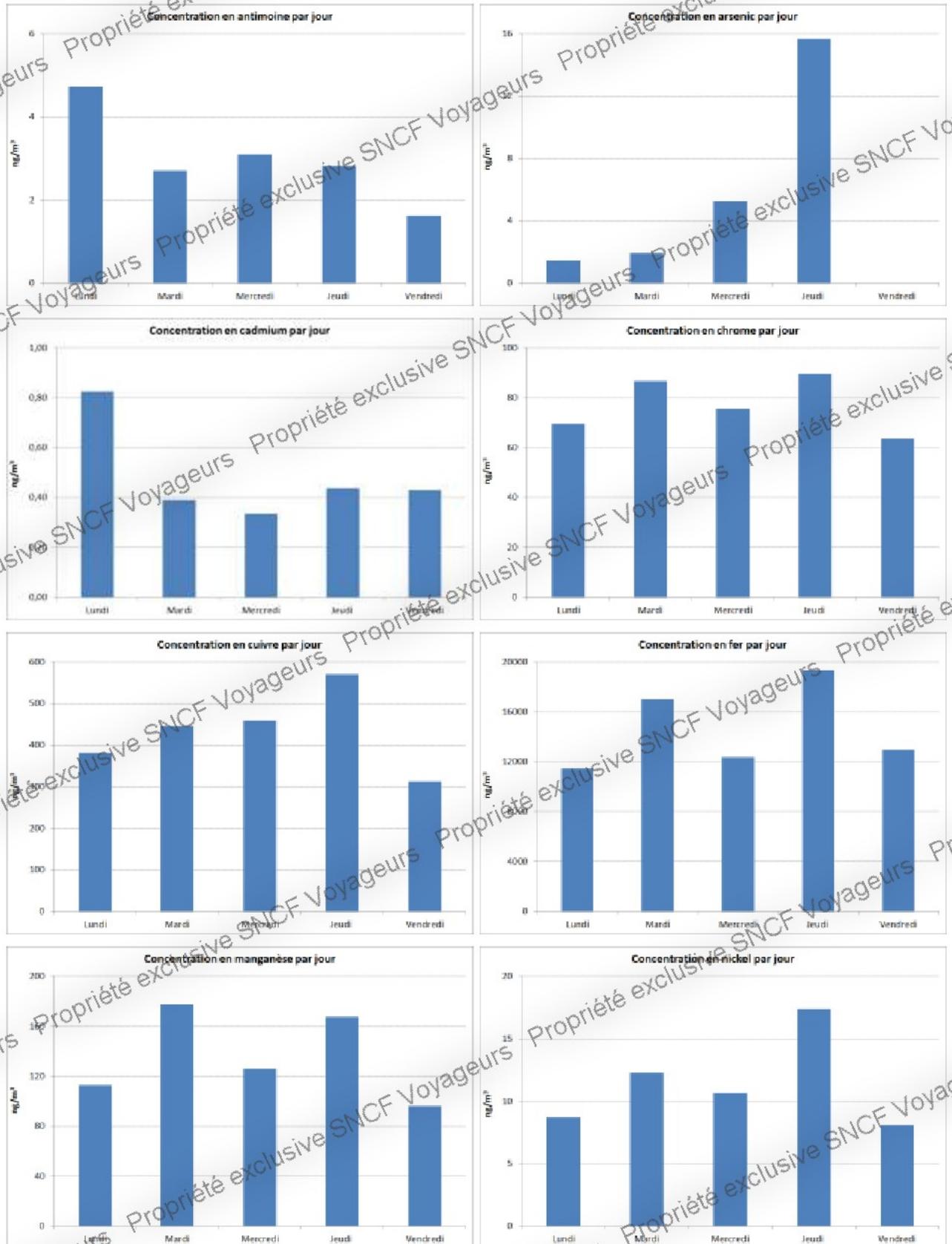
Figure 10

La littérature montre que le chrome et le nickel peuvent être présents dans l'acier des roues et des rails. Il en est de même pour le manganèse, qui pourrait aussi être issu du freinage. Concernant le cuivre, il est possible qu'il soit lié au frottement du système d'alimentation électrique.

Pour les autres métaux, ils sont probablement issus en partie de l'exploitation ferroviaire mais les sources n'ont pas été clairement identifiées dans cette gare.

### 3.2.2. Variabilité temporelle

Les histogrammes ci-dessous montrent les concentrations mesurées par élément pour chacune des cinq journées.



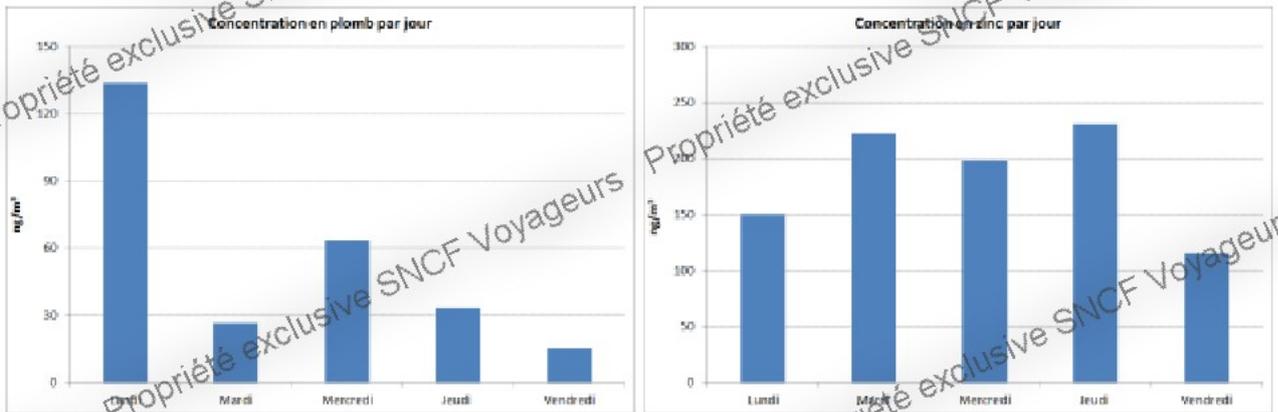


Figure 11

Pour certains éléments, les variations d'un jour à l'autre peuvent être importantes. Cependant, une tendance se dégage pour six des dix éléments (zinc, nickel, manganèse, fer, cuivre, et chrome) à savoir des concentrations généralement plus faibles le lundi et le vendredi (férié) par rapport aux journées du mardi, mercredi et jeudi. Ces niveaux légèrement plus faibles le lundi et le vendredi sont également observés pour les particules PM10 prélevées sur ces mêmes périodes de mesure.

### 3.3. Concentrations en dioxyde de carbone

La concentration en dioxyde de carbone, la température et l'humidité relative en fonction du temps sont présentées sur la figure 12 ci-après pour l'ensemble de la durée de la campagne de mesure.

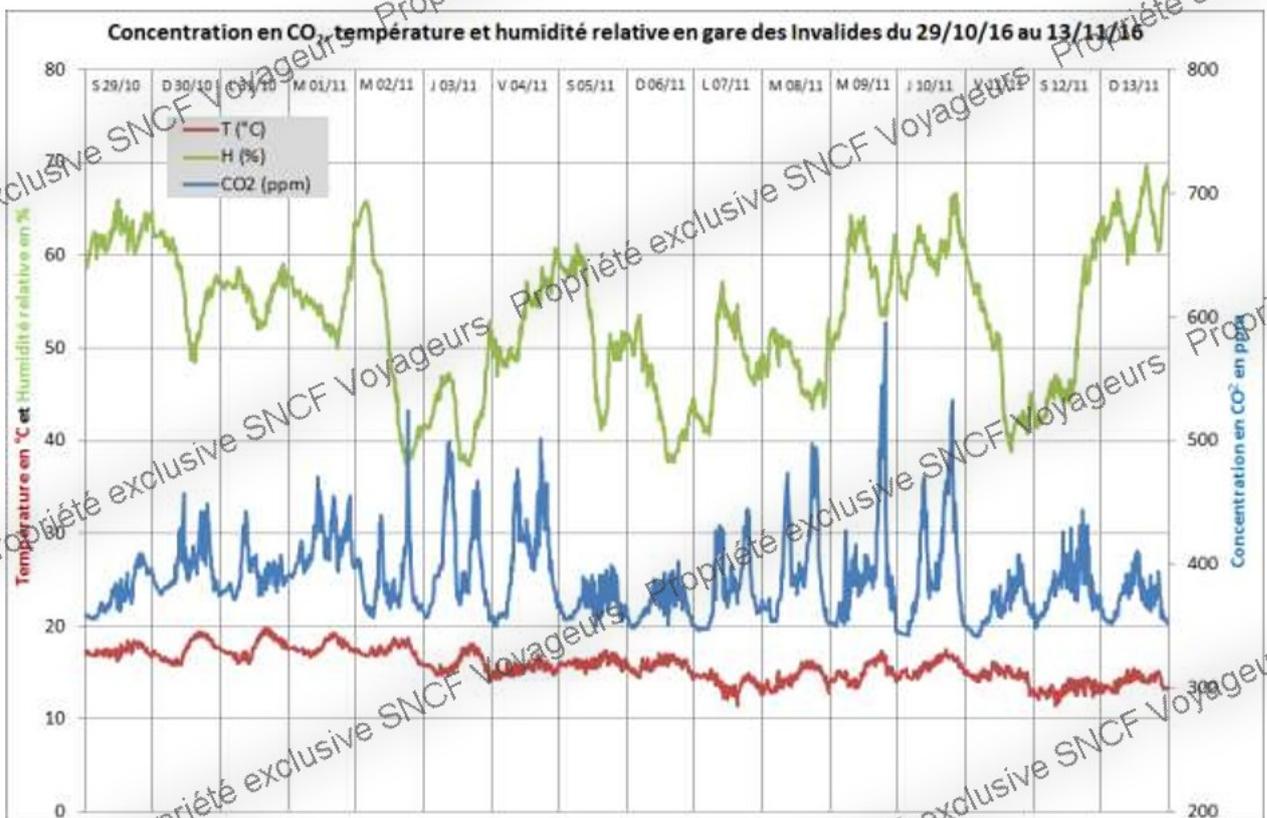


Figure 12

Pendant cette période de mesure, la température sur le quai de la gare des Invalides est restée plutôt stable avec une moyenne proche de 16°C. L'humidité relative était comprise en 37 et 70 % ; avec des variations au cours de la période de mesure.

Concernant le dioxyde de carbone, l'évolution globale de sa concentration est similaire à celle des concentrations en particules ; à savoir une concentration généralement plus faible la nuit, le week-end (ou jour férié) et deux pointes en journée du lundi au vendredi. Ces profils sont corrélés à la fréquentation des voyageurs sur le quai de la gare.

#### **4. CONCLUSION**

L'Agence d'Essai Ferroviaire a réalisé une campagne de mesure de qualité de l'air au sein de la gare des Invalides. Elle vise à caractériser l'air intérieur de la gare sur le volet santé publique. Les mesures ont porté sur les concentrations en particules PM10 et PM2,5, en métaux et en dioxyde de carbone pendant deux semaines en octobre / novembre 2016.

Lors de cette période de mesure, la concentration moyenne en gare des Invalides a été de  $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les PM10 et  $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les PM2,5. Il a été mis en évidence une relation entre les teneurs en particules, la fréquentation de la gare et le trafic ferroviaire ; celui-ci étant une source importante de particules au vu des concentrations mesurées sur le quai en période d'ouverture de la gare.

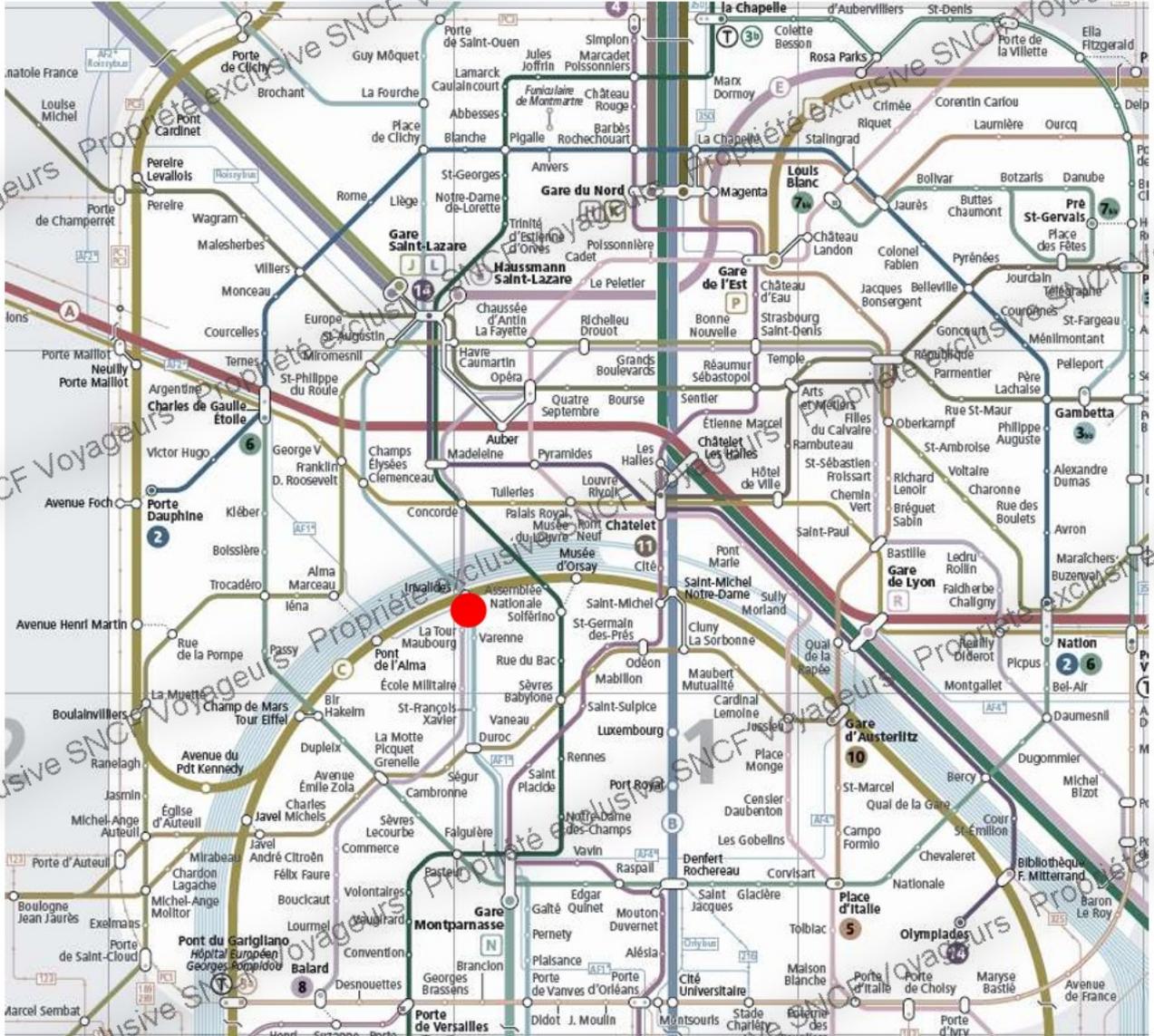
Le niveau d'empoussièrement en PM10 et PM2,5 en gare des Invalides est proche de celui de la gare de Magenta et inférieur à celui de Saint Michel Notre Dame.

Concernant les métaux, le fer est très largement prédominant, ce qui est caractéristique des enceintes ferroviaires souterraines. Les éléments majoritaires après le fer sont le cuivre, le zinc, le manganèse, le chrome et le plomb. Il y aurait lieu d'identifier précisément les sources par des études complémentaires.

## ANNEXE 1 : DESCRIPTIF DE LA GARE DES INVALIDES

### Positionnement

La gare des Invalides est située sur la ligne C du RER (cf. point rouge sur le plan ci-dessous).



### Caractéristiques architecturales

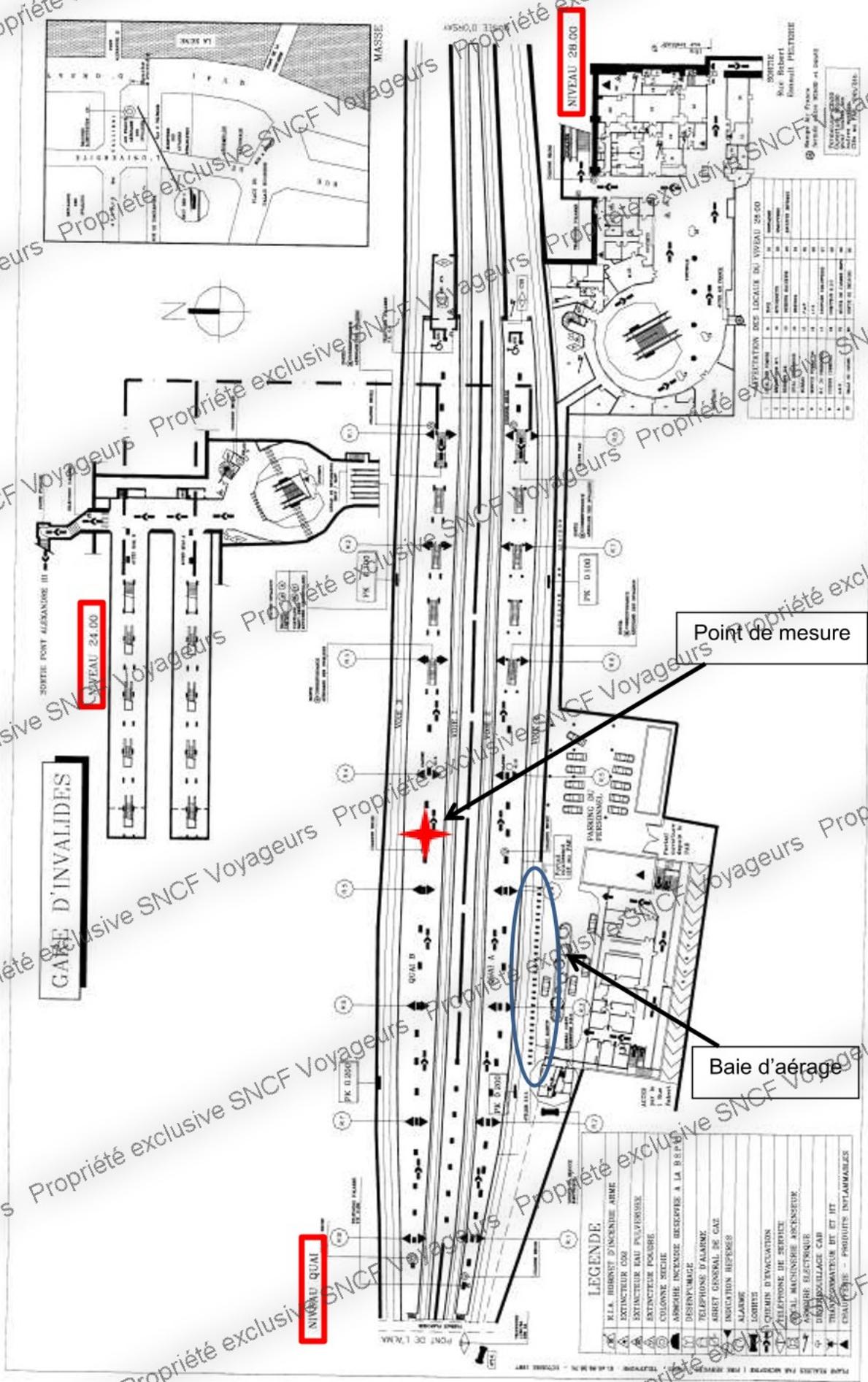
La gare des Invalides s'organise sur trois niveaux en souterrain :

- Le niveau où sont situés les 4 voies et les 2 quais centraux est encadré par des tunnels à chaque extrémité. Les quais sont situés au-dessous du niveau de la rue, sous le quai d'Orsay et en bordure de Seine. Ce niveau en souterrain est de profondeur faible. Le quai A de la gare a la particularité de comporter une baie d'aération d'environ 40 m de longueur s'ouvrant à l'air libre sous l'esplanade des Invalides.
- Le niveau « 24.00 », situé un niveau en dessous des quais, comprend des couloirs de correspondance et un guichet d'informations aux voyageurs.
- Le niveau « 28.00 » est situé au-dessus des quais et du niveau « 24.00 », et quasiment au niveau de la rue extérieure. Il abrite des espaces de correspondances et des locaux des agents travaillant dans la gare.

La gare des Invalides n'est pas équipée de ventilation mécanique de confort. La ventilation des quais de cette gare est en grande partie assurée de façon naturelle par la vaste baie d'aération du quai A et également par les différents accès piétons.

La gare est en correspondance avec les lignes de métro 8 et 13.

Plan



Photos de la gare

Extérieur de la gare :

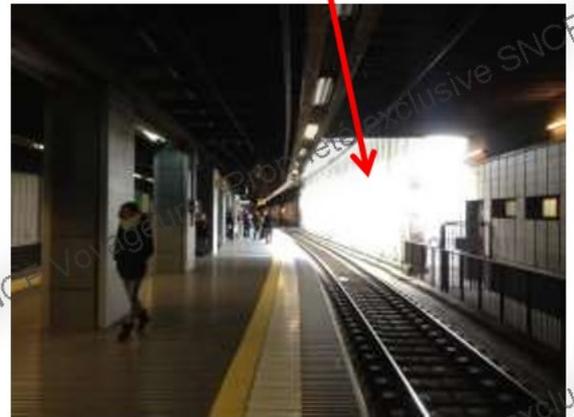


Intérieur de la gare :





Baie d'aérage



Emplacement de la baie de mesure

### Matériel roulant

Le type de matériel circulant en service commercial en gare des Invalides est uniquement constitué des Z2N (automotrices deux niveaux).

Il existe 5 sous séries de Z2N :

- 5600 : 4 caisses mono courant 1500V Continu ;
- 5600 : 6 caisses mono courant 1500V Continu ;
- 8800 : 4 caisses Bicourant 1500V Continu / 25KV alternatif ;
- 20500 : 4 caisses Bicourant 1500V Continu / 25KV alternatif ;
- 20900 : 4 caisses Bicourant 1500V Continu / 25KV alternatif (équipées de ventilation réfrigérée).

En condition de circulation normale, le nombre de trains en heure de pointe est au maximum de 39 par heure ; il est globalement d'environ 25 en heure creuse. Lors de la campagne de mesure, les trains ont circulé d'environ 05h00 à 01h00.

### Fréquentation des voyageurs

En terme de fréquentation, la gare accueille chaque jour en moyenne 20 885 personnes (nombre de voyageurs montants en 2016).