

Etude de l'exposition du public aux ondes radioélectriques

Analyse des résultats de mesures
d'exposition du public aux ondes
électromagnétiques réalisées en 2019
et 2020 dans les métros parisiens.

Juillet 2021

Sommaire

SOMMAIRE	2
1. OBJECTIF	3
2. REGLEMENTATION	3
3. METHODE	4
3.1. Lieux de mesures	4
3.2. Protocole de mesures.....	4
4. ANALYSES DES MESURES GLOBALES (CAS A)	5
5. ANALYSE DES MESURES DETAILLEES (CAS B)	7
5.1. Contribution des services de la téléphonie mobile.....	7
5.2. Contribution des autres services	8
5.3. Comparaison aux valeurs limites de référence	10
6. ANALYSE DES RELEVES INTERMEDIAIRES	10
7. CONCLUSION	14
8. ANNEXE 1 : PLAN DES LIGNES DE MÉTRO	15
9. ANNEXE 2 : EXEMPLE DE RELEVÉS INTERMÉDIAIRES ET MESURE CAS A	17

1. Objectif

L'ANFR a été sollicitée en 2019 par le ministère de la Transition écologique et solidaire (MTES)¹ pour organiser une campagne de mesures de l'exposition du public aux ondes électromagnétiques dans le métro parisien.

Une première étape de cette campagne s'est déroulée en août 2019, une deuxième étape a ensuite eu lieu entre les mois de mars et juin 2020. Les mesures sont détaillées en fréquence et disponibles sur le site de l'ANFR www.cartoradio.fr.

Les mesures ont débuté sur la Ligne 1 de la Régie Autonome de Transports Parisiens (RATP). Les lignes 4, 6, 7, 7bis, 9 et 13 ont ensuite été abordées à leur tour, suite au bon déroulement de la première campagne sur la Ligne 1.

L'objectif de cette étude est d'analyser les niveaux d'exposition produits par un réseau de petites antennes 2G, 3G et/ou 4G en service sur les quais des stations de métro, en indoor et le plus souvent en souterrain.

2. Réglementation

En France, le décret n° 2002-775 du 3 mai 2002 fixe les valeurs limites d'exposition du public aux champs électromagnétiques. Il reprend les valeurs de la recommandation européenne 1999/519/CE du Conseil du 12 juillet 1999. Ces valeurs limites sont comprises entre 28 V/m et 87 V/m selon les fréquences (cf. Figure 1).

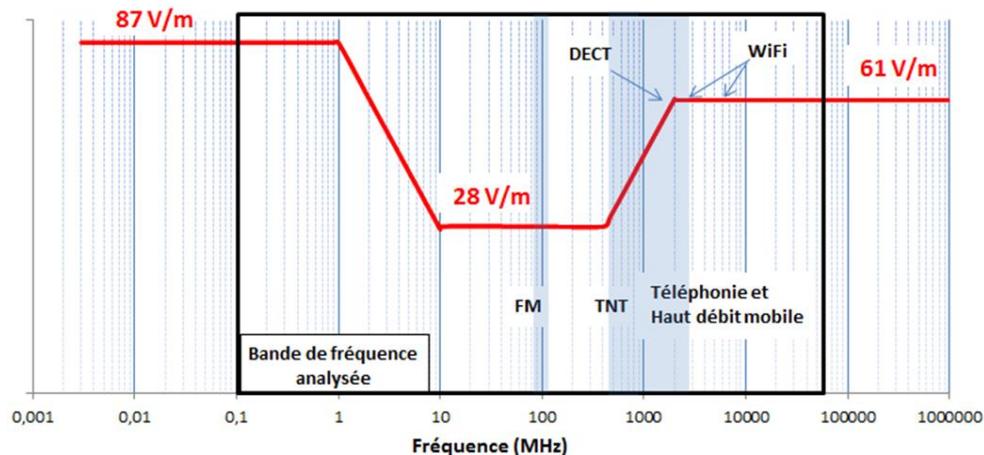


Figure 1. Valeurs limites réglementaires pour le public fixées en France par le décret du 3 mai 2002 n°2002-775

FM : Radiodiffusion sonore analogique bande 87,5 - 108 MHz

TNT : Télévision Numérique Terrestre bande 470 - 694 MHz

Téléphonie mobile et haut débit mobile :

2G (GSM 900 et 1 800 MHz)

3G (UMTS 900 et 2 100 MHz)

4G (LTE 700, 800, 1 800, 2 100 et 2 600 MHz)

5G (NR 700, 2 100, 3 600 MHz)

¹ Renommé Ministère de la Transition écologique depuis le 6 juillet 2020.

3. Méthode

3.1. Lieux de mesures

Le métro parisien géré par la RATP est composé de 16 lignes de métro qui desservent 307 stations et 389 points d'arrêt². Une première série de mesures a eu lieu sur la Ligne 1 du métro en 2019 afin de valider le processus et analyser les premiers résultats. Une deuxième série a été réalisée en 2020 sur les lignes 4, 6, 7, 7bis, 9 et 13. Les lignes sélectionnées sont toutes équipées de la 4G. Au total, 151 points d'arrêt (121 stations) ont fait l'objet de mesures détaillées avec 2 903 mesures intermédiaires.

Travailler dans un lieu particulier comme le métro implique des règles strictes à respecter, il en va de la sécurité des passagers et des professionnels. Les stations dont la largeur des quais est inférieure à 2 m ont été exclues de la campagne de mesures car elles ne permettaient pas de répondre aux normes de sécurité applicables, un passage de 2 m étant à tout moment nécessaire afin de ne pas gêner la circulation des voyageurs.

Certaines stations de métro disposent de plusieurs points d'arrêt pour desservir différentes lignes (par exemple la station Bastille en compte trois). Tous les points d'arrêt d'une même station n'ont pas fait l'objet de mesures car certains dépendaient de lignes qui n'ont pas été étudiées.

Toutes les technologies (2G, 3G ou 4G, la 5G n'étant pas encore déployée au moment de ces campagnes) ont été prises en compte afin de refléter l'état des réseaux mobiles disponibles dans le métro.

Les lieux pour lesquels les mesures n'ont pas été effectuées, pour cause de quais étroits ou pour les points d'arrêt dépendants d'une autre ligne, sont indiqués en transparence sur les plans (cf. Annexe 1).

3.2. Protocole de mesures

Le protocole de mesures ANFR v4 en vigueur au moment des mesures a été utilisé. Une mesure globale de l'exposition est effectuée à la sonde large bande (cas A) suivi par une mesure détaillée (cas B) afin de préciser l'exposition pour chaque bande de fréquences.

Le Cas A fournit un résultat couvrant toutes les sources et fréquences radioélectriques significatives, il repose sur l'utilisation d'une sonde large bande couvrant la bande 100 kHz – 6 GHz. Le Cas B fournit une mesure globale et sélective des fréquences dans la bande 100 kHz – 6 GHz et repose sur l'utilisation d'un analyseur de spectre.

Le processus de mesure pour chaque site a été initialisé après avoir déterminé le point de mesure le plus exposé à partir de relevés intermédiaires obtenus en déplaçant manuellement et lentement la sonde à 1,5 m au dessus du sol sur la totalité des deux quais. Les résultats obtenus pour ces points de mesure intermédiaires sont consignés dans le rapport d'essai du site concerné. Pour l'identification du point d'amplitude de champ maximale, l'analyse des lieux pour cette campagne a conduit à effectuer près de 3 000 relevés intermédiaires. Les résultats de ces mesures seront analysés dans la paragraphe §6.

² Un point d'arrêt est un lieu pourvu de quais où les voyageurs peuvent entrer ou sortir d'une rame. Les stations sans correspondance ne comportent qu'un seul point d'arrêt. En revanche, les stations à correspondances en comportent plusieurs. Par exemple, la station place d'Italie comporte trois points d'arrêt : le terminus de la ligne 5, l'arrêt sur la ligne 6 et l'arrêt sur la ligne 7.

Les niveaux mesurés sont en général destinés à constituer des valeurs moyennes dans l'espace par rapport à la dimension du corps de l'individu exposé. Au point le plus exposé, une moyenne spatiale s'effectue sur trois points de mesure (cf. Figure 2), ce qui permet en général de répondre aux exigences relatives à l'incertitude.

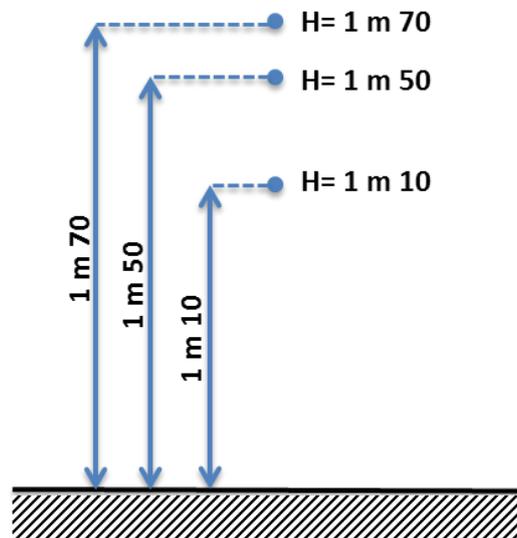


Figure 2. Position des points de mesure pour le calcul d'une valeur moyenne spatiale sur trois points

Selon la réglementation en vigueur, pour des fréquences comprises entre 100 kHz et 10 GHz, la valeur moyenne du champ électrique doit être mesurée sur un intervalle de temps de six minutes. Pour évaluer l'exposition du corps humain entier, un processus d'intégration du champ électrique mesuré est ainsi effectué dans l'espace et dans le temps.

Toutes les mesures ont été réalisées en intérieur et en journée afin de bénéficier de la charge de trafic sur les stations souterraines.

4. Analyses des mesures globales (cas A)

Le relevé intermédiaire le plus élevé dans chaque point d'arrêt (sur les deux quais) fait l'objet d'une mesure complète, comme le stipule le protocole : une moyenne spatiale est effectuée au point intermédiaire le plus élevé (cf. §3.2). L'analyse globale a été faite sur les niveaux mesurés à la sonde large bande selon le cas A du protocole. Cette sonde a une sensibilité de 0,38 V/m.

151 points d'arrêt ont fait l'objet d'une mesure selon le cas A du protocole. Ces mesures ont été réalisées dans 121 stations.

Le niveau global moyen d'exposition sur les stations de métro est de 1,22 V/m. La distribution des niveaux de champs électriques (cf. Figure 3) montre que 53 % des mesures sont comprises entre 0 et 1 V/m et 3 % entre 5 et 6 V/m.

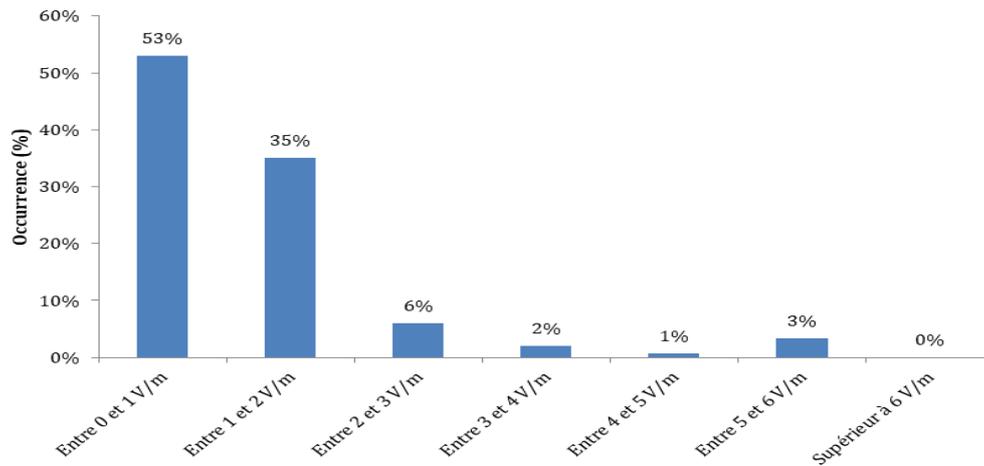


Figure 3. Distribution des niveaux de champs électriques - Cas A

Il est relevé, pour le point mesuré (cas A) le plus exposé, une valeur de 5,79 V/m à la station "Mairie d'Ivry" de la ligne 7 sur le quai en direction de La Courneuve à 55 m de la tête du quai. Cette mesure a été réalisée à proximité directe de l'antenne d'émission (cf. Figure 4). L'annexe 2 fournit plus de détails sur cette mesure.

Aucun point atypique n'a été relevé parmi ces 151 mesures.

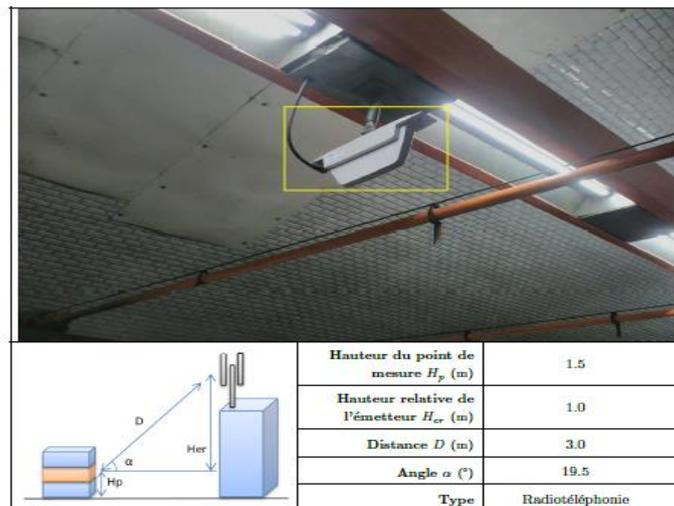


Figure 4. Mesure du point le plus exposé à proximité de l'antenne à la station "Mairie d'Ivry" (Rapport de mesure R_SO9075_1_21)

On constate que 90 % des niveaux d'exposition mesurés sont inférieurs à 2,11 V/m et que 99 % des niveaux d'exposition mesurés sont inférieurs à 5,48 V/m (cf. Tableau 1).

Nombre de mesures	Moyenne	Médiane	90 ^e percentile	99 ^e percentile	Max
151	1,22 V/m	0,95 V/m	2,11 V/m	5,48 V/m	5,79 V/m

Tableau 1. Statistiques des mesures Cas A

Le niveau médian est supérieur au niveau relevé dans l'analyse des résultats de mesures d'exposition du public aux ondes radiofréquences réalisées en 2020³ dans le cadre du dispositif national de surveillance, qui est de 0,37 V/m⁴. Ce résultat s'explique par le fait que les mesures sont systématiquement effectuées à proximité immédiate des antennes.

En revanche, le percentile à 99 % est inférieur à celui des niveaux mesurés à la sonde large bande en 2020 sur le territoire national, qui était de 7 V/m. La valeur maximale mesurée est également très inférieure à celle obtenue pour les 2750 mesures réalisées en 2020, qui était de 40,9 V/m.

5. Analyse des mesures détaillées (cas B)

Afin d'analyser les niveaux par service, ce sont les mesures détaillées en fréquence qui sont étudiées dans ce paragraphe. Le cas B est effectué après la mesure à la sonde large bande cas A sur les mêmes points de mesure, soit au total 151 mesures. La mesure détaillée permet de connaître l'exposition pour chaque service.

5.1. Contribution des services de la téléphonie mobile

L'analyse des contributeurs dans la bande de fréquence entre 100 kHz et 6 GHz indique que la principale et quasi unique source d'exposition qui contribue à l'exposition est créée par les services de la téléphonie mobile (TM) sur les sept lignes de métro étudiées (cf. Tableau 2).

	Tous services	Téléphonie mobile
Moyenne	1,10 V/m	1,09 V/m
Médiane	0,87 V/m	0,85 V/m

Tableau 2. Valeurs moyenne et médiane de la contribution de la téléphonie mobile et du cumul des services

Toutes les bandes de téléphonie mobile ne sont pas déployées dans chaque station de métro, un choix est fait par les opérateurs pour apporter les différentes technologies 2G, 3G et/ou 4G.

La téléphonie mobile dans la bande 900 MHz a été détectée dans 147 stations des 151 stations (cf. Tableau 3).

Il convient de noter l'absence de déploiement de la bande 3,5 GHz, cette dernière était au moment de cette campagne de mesures exclusivement utilisée pour les sites pilotes 5G.

	TM 700	TM 800	TM 900	TM 1800	TM 2100	TM 2600	TM 3600
Nb de stations de métro	2	67	147	142	128	65	0

Tableau 3. Présence des services de la téléphonie mobile en fonction des bandes de fréquences

³ <https://www.anfr.fr/contrôle-des-fréquences/exposition-du-public-aux-ondes/la-mesure-de-champ/analyse-des-mesures-realisees/>

⁴ <https://www.anfr.fr/contrôle-des-fréquences/exposition-du-public-aux-ondes/la-mesure-de-champ/analyse-des-mesures-realisees/>

Le détail de l'exposition par service de la téléphonie mobile détecté est représenté ci-dessous :

	TM 700	TM 800	TM 900	TM 1800	TM 2100	TM 2600
Moyenne	0,01	0,15	0,91	0,39	0,10	0,11
Médiane	0,00	0,00	0,69	0,28	0,00	0,00
90%	0,00	0,39	1,79	0,76	0,28	0,34
99%	0,21	1,03	4,60	2,17	0,65	0,65
Max	0,42	2,42	4,83	2,70	0,73	0,72

Tableau 4. Statistiques des services de la téléphonie mobile en fonction des bandes de fréquences

L'exposition de la bande 900 MHz se démarque des autres bandes de fréquences avec une valeur moyenne de 0,91 V/m.

Sur un total de 151 mesures où la téléphonie mobile est mesurée, 127 d'entre elles présentent la téléphonie mobile 900 MHz le service le plus contributeur, suivi de loin par la téléphonie mobile 800 MHz. Pour trois mesures, aucun contributeur n'est précisé car les émissions sont apparues non significatives sur l'ensemble des services.

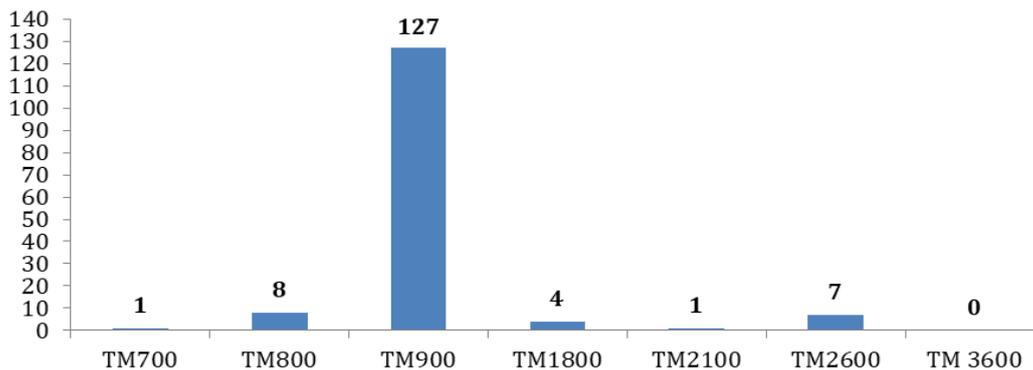


Figure 5. Contribution des services de la téléphonie mobile

On retrouve cette prédominance en termes d'exposition de la bande 900 MHz dans l'analyse des mesures 2020 au niveau national lorsque l'exposition de la téléphonie mobile domine.

5.2. Contribution des autres services

Comme constaté dans l'analyse précédente sur la contribution de la téléphonie mobile, celle des autres services est marginale. Les services PMR-BALISE et HF (ondes courtes, moyennes et longues) apparaissent comme contributeurs secondaires avec des niveaux très faibles (moyenne de 0,02 V/m). Le service HF étant dans des bandes de fréquences où le niveau de bruit est plus élevé, cela relativise la contribution de ce service dans l'exposition globale. Le service FM-RNT apparaît comme troisième contributeur avec des valeurs très faibles (moyenne de 0,01 V/m).

Le service PMR BALISE est présent dans 27 stations, le service HF dans 32 stations de métro mesurées sur l'ensemble des sept lignes. Le service FM-RNT, quant à lui, est présent dans 2 stations (cf. Tableau 5).

La quasi absence des services FM et TV se justifie par l'environnement, souterrain dans la majorité des points d'arrêt.

	HF	PMR	FM	PMR BALISES	TV	RADAR BALISES	DECT	RADAR BLR	WIFI
Nb de stations de métro	32	0	2	27	1	0	0	3	0

Tableau 5. Présence des autres services (hormis la téléphonie mobile)

La valeur maximale mesurée dans les cinq services présents est de 1,49 V/m (cf. Tableau 6) provenant du service FM-RNT à la station "Sèvres-Lecourbe" de la ligne 6 (direction "Nation"), station indoor semi-ouverte assez proche de la Tour Eiffel, qui héberge des émetteurs FM (cf. Figure 6).

	HF	PMR	FM	PMR BALISES	TV	RADAR BALISES	DECT	RADAR BLR	WIFI
Moyenne	0,02	0,0	0,01	0,02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Médiane	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
90%	0,08	0,0	0,0	0,09	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
99%	0,26	0,0	0,06	0,21	0,0	0,0	0,0	0,07	0,0
Max	0,55	0,0	1,49	0,25	0,11	0,0	0,0	0,11	0,0

Tableau 6. Statistiques des autres services (hormis la téléphonie mobile) en fonction des bandes de fréquences

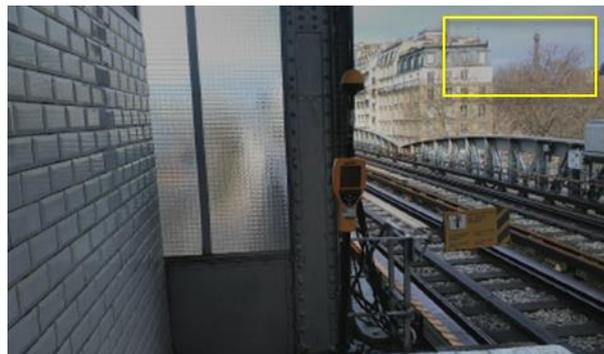


Figure 6. Mesure à la station "Sèvres-Lecourbe" en visibilité de la Tour Eiffel (Rapport de mesure R_SO9056_1_7)

5.3. Comparaison aux valeurs limites de référence

Le niveau moyen d'exposition par service de téléphonie mobile est comparé aux valeurs limites de référence dans le tableau ci-après :

	Limite réglementaire (V/m)	Moyenne (V/m)	%
TM 700	38,6	0,01	0,01 %
TM 800	38,6	0,15	0,39 %
TM 900	41,7	0,91	2,18 %
TM 1800	58,4	0,39	0,67 %
TM 2100	61	0,10	0,16 %
TM 2600	61	0,10	0,16 %
TM 3600	61	0	0 %

Tableau 7. Niveau moyen et valeurs limite réglementaires en fonction des bandes de fréquences

Le service de la téléphonie mobile en bande 900 MHz (le contributeur principal) représente 2,18 % de la valeur limite réglementaire d'exposition qui est de 41 V/m (cf. Tableau 7).

6. Analyse des relevés intermédiaires

Dans cette partie, nous étudions les relevés intermédiaires qui ont été réalisés sur l'ensemble des deux quais pour chaque arrêt. En effet, pour choisir le point de mesures (cas A et cas B), il a été demandé au laboratoire d'effectuer, au niveau de chaque arrêt, des relevés intermédiaires à la sonde large bande pour déterminer le point "chaud". Un exemple de la représentation de ces relevés intermédiaires est présenté en Annexe 2.

Pour l'identification de ces points d'amplitude de champ maximal, l'analyse des lieux a conduit à effectuer près de 3 000 relevés intermédiaires à une hauteur de 1,5 m. Bien que non exploités en général, ces relevés intermédiaires sont présentés dans cette étude, car sans prétendre rendre compte de manière exhaustive l'exposition sur un point d'arrêt, ils permettent de rendre compte de la variation de l'exposition sur les deux quais.

2 903 points de mesures intermédiaires ont été effectués sur les quais des 151 points d'arrêt afin de quadriller tous les quais des 151 points d'arrêt (121 stations). Cela représente une moyenne de 19 relevés intermédiaires pour l'ensemble des deux quais de chaque point d'arrêt.

L'analyse des relevés intermédiaires fait ressortir que le niveau moyen d'exposition sur l'ensemble des lignes du métro est de 0,55 V/m. Les mesures sont inférieures au seuil de sensibilité⁵ de la sonde de mesure large bande de 0,38 V/m pour 44 % des relevés intermédiaires. La distribution des niveaux de champs électriques (cf. Figure 7) montre que près de 89 % des mesures sont comprises entre 0 et 1 V/m et seulement 0,1 % entre 5 et 6 V/m.

⁵ Les appareils de mesures employés permettent néanmoins de recueillir des valeurs faibles jusqu'à 0,05 V/m.

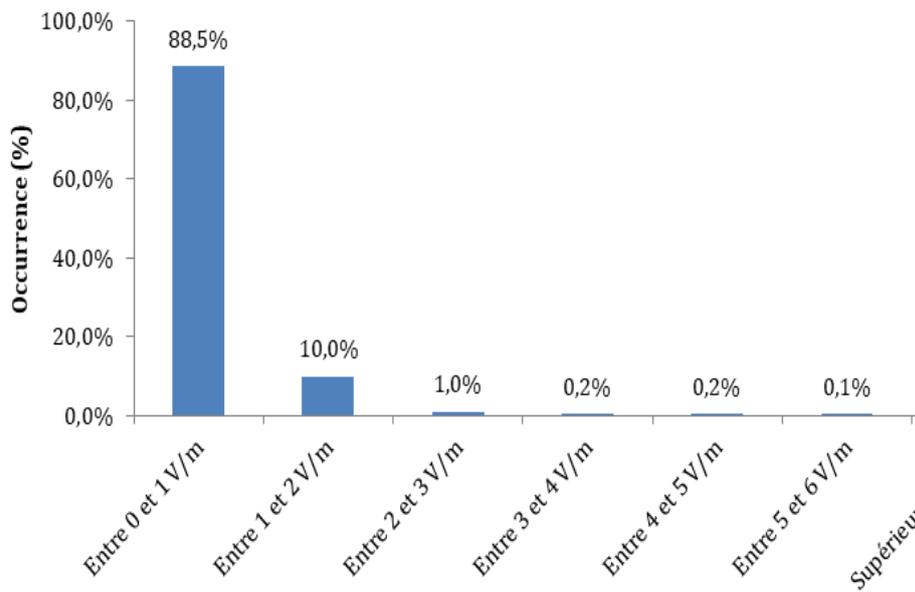


Figure 7. Distribution des niveaux de champs électriques - Relevés intermédiaires

Le point le plus exposé est de 5,84 V/m à la station "Maraîchers" de la ligne 9 sur le quai en direction de Montreuil (en tête de quai). Le mesure a été réalisée à proximité directe de l'antenne d'émission (cf. Figure 8).

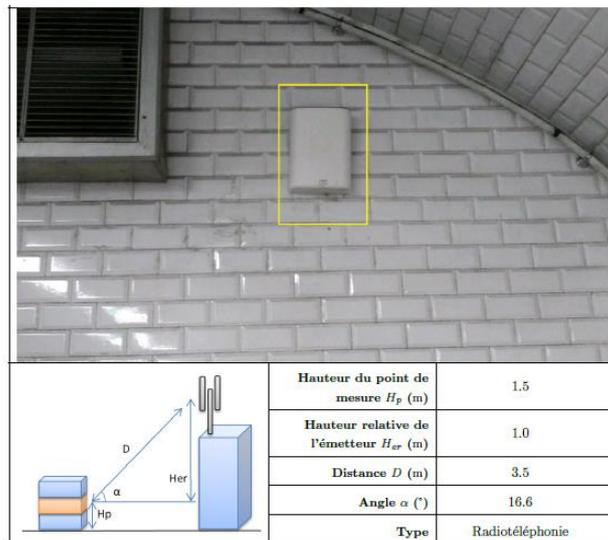


Figure 8. Mesure du relevé intermédiaire maximal à proximité de l'antenne à la station "Maraîchers" (Rapport de mesure R_SO9074_1_27)

On constate que 90 % des niveaux d'exposition mesurés sont inférieurs à 1,05 V/m et que 99 % des niveaux d'exposition mesurés sont inférieurs à 2,18 V/m (cf. Tableau 8).

Nombre de mesures	Moyenne	Médiane	90 ^e percentile	99 ^e percentile	Max
2903	0,55 V/m	0,41 V/m	1,05 V/m	2,18 V/m	5,84 V/m

Tableau 8. Statistiques des mesures intermédiaires

Les relevés intermédiaires reflètent l'exposition sur les quais et leur valeur médiane de 0,41 V/m est moins importante que la valeur médiane des mesures cas A car l'exposition décroît très rapidement dès que l'on s'éloigne de l'antenne, comme on peut le voir sur le quai de la station "Château de Vincennes" de la Ligne 1 (cf. Figure 9).

Dix relevés intermédiaires ont été effectués le long du quai, par pas d'environ 3 m. L'antenne est située au milieu du quai, dans ce cas précis.

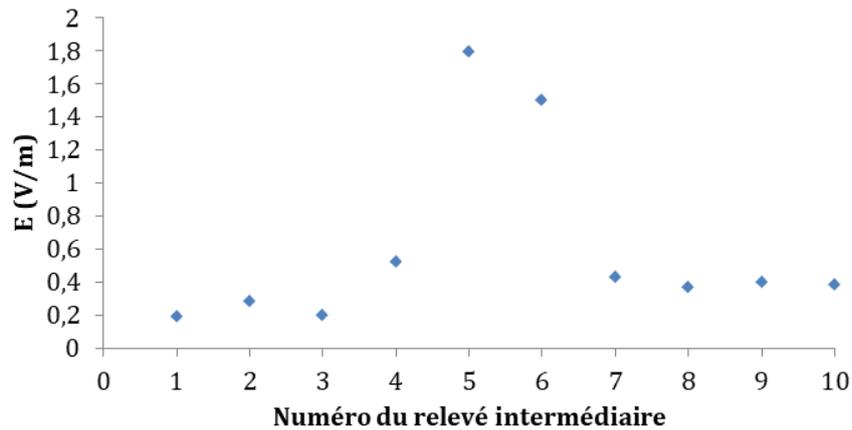


Figure 9. Exposition le long du quai du métro "Château de Vincennes"



Figure 10. Position de l'antenne (milieu du quai) à la station "Château de Vincennes" (Rapport de mesure R_SO8122_1_1)

On peut voir la différence lorsque l'antenne est installée en bout de quai comme à la station "Les Sablons" de la Ligne 1 (cf. Figure 11) qui a également fait l'objet de 10 relevés intermédiaires effectués le long du quai, par pas d'environ (cf. Figure 12).



Figure 11. Position de l'antenne (bout du quai) à la station "Les Sablons"
(Rapport de mesure R_SO8122_1_15)

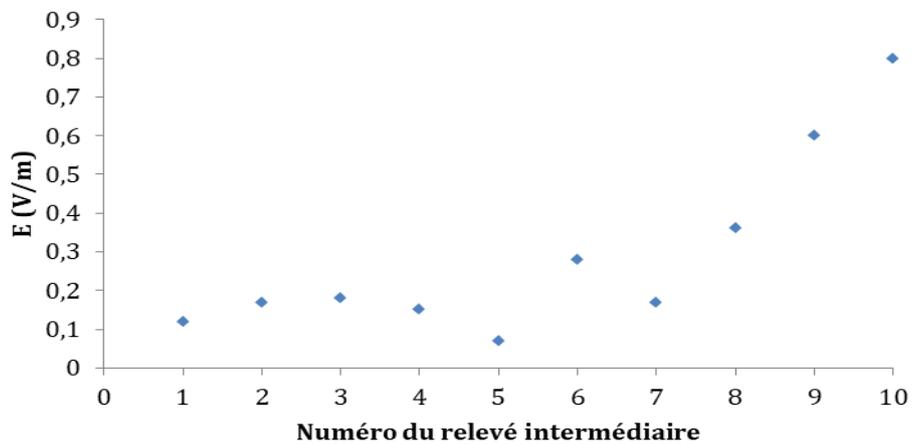


Figure 12. Exposition le long du quai du métro "Les Sablons"

Ces mesures corroborent les résultats du "rapport technique sur les déploiements pilotes de petites antennes en France"⁶ publié par l'ANFR en décembre 2018.

⁶ https://www.anfr.fr/fileadmin/mediatheque/documents/espace/petites-antennes/2018-12_Rapport_d%C3%A9ploiements_pilotes_petites_antennes_vf.pdf

7. Conclusion

La campagne de mesures dans le métro parisien permettant de mesurer les niveaux d'exposition de champ électrique dans les transports a débuté par la Ligne 1. Le laboratoire Exem a effectué les mesures en collaboration étroite avec la RATP durant le mois d'août 2019. Une deuxième série a été réalisée entre les mois de mars et juin 2020 sur les lignes 4, 6, 7, 7bis, 9 et 13.

Le point le plus exposé dans chaque station a fait l'objet d'une mesure large bande suivant le cas A du protocole de mesures de l'ANFR suivie d'une mesure détaillée cas B. Cela a permis de prendre en compte l'exposition induite par toutes les sources contribuant à l'exposition du public (émetteurs FM, TV, Wi-Fi, PMR, etc.) dans les bandes 100 kHz à 6 GHz.

Les mesures à la sonde large bande (cas A) sur les points les plus exposés des 151 points d'arrêt montrent que l'exposition médiane est de 0,95 V/m, plus importante que la médiane nationale en 2020 en raison de la proximité immédiate des antennes. La valeur maximale, mesurée dans la station " Mairie d'Ivry" de la ligne 7, a atteint 5,79 V/m.

Aucun point atypique n'a été relevé parmi ces 151 mesures.

Les mesures détaillées (cas B) ont permis de constater que la téléphonie mobile est le contributeur majoritaire et principal de l'exposition, notamment la bande 900 MHz.

Tous les niveaux mesurés restent nettement inférieurs aux valeurs limites réglementaires.

Enfin, près de 3 000 relevés intermédiaires effectués afin d'identifier les points les plus exposés de chaque station « quadrillent » les quais des 151 points d'arrêt. Sur ces relevés intermédiaires effectués à une hauteur de 1,5 m , l'exposition décroît très rapidement dès que l'on s'éloigne de l'antenne et l'exposition globale médiane est de 0,41 V/m.

8. Annexe 1 : plan des lignes de métro

Les lieux pour lesquels les mesures n'ont pas été effectuées, pour cause de quais étroits ou pour les points d'arrêt dépendants d'une autre ligne, sont indiqués en transparence sur les plans suivants :



Plan de la ligne 1



Plan de la ligne 4

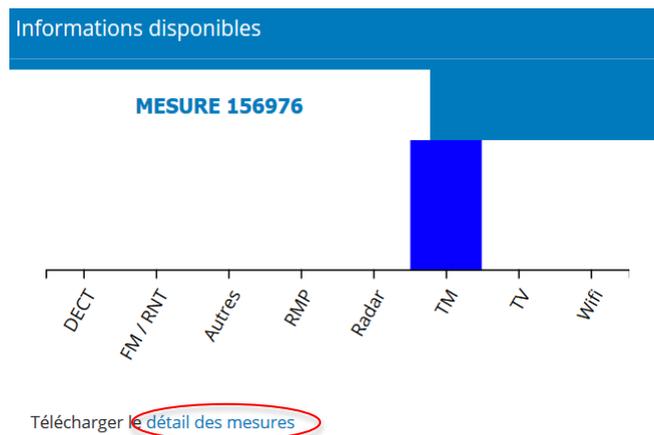


Plan de la ligne 6

9. Annexe 2 : exemple de relevés intermédiaires et mesure cas A

L'ensemble des mesures présentées dans ce rapport (ainsi que toutes les mesures accréditées COFRAC) sont disponibles et téléchargeables sur le site www.cartoradio.fr.

Pour accéder aux résultats des relevés intermédiaires pour une mesure donnée, il faut télécharger le rapport de mesure à partir de la fiche de synthèse accessible en cliquant sur la mesure donnée sur le site cartoradio.fr.



[Téléchargement du rapport de mesure sur cartoradio.fr](http://www.cartoradio.fr)

Pour la station "Mairie d'Ivry" par exemple, 20 relevés intermédiaires ont été réalisés afin de quadriller les deux quais et déterminer le point d'amplitude de champ maximal comme illustré ci-après :

N°	Nom du lieu	Latitude	Longitude	Niveau de champ (V/m)	Point retenu
1	Quai direction La Courneuve - Tête de quai	48,81106756	2,38399029	0,12	
2	Quai direction La Courneuve - À 10 m de la tête de quai	48,81106756	2,38399029	0,23	
3	Quai direction La Courneuve - À 18 m de la tête de quai	48,81106756	2,38399029	0,41	
4	Quai direction La Courneuve - À 24 m de la tête de quai	48,81106756	2,38399029	0,41	
5	Quai direction La Courneuve - À 31 m de la tête de quai	48,81106756	2,38399029	0,43	
6	Quai direction La Courneuve - À 37 m de la tête de quai	48,81106756	2,38399029	0,69	
7	Quai direction La Courneuve - À 44 m de la tête de quai	48,81106756	2,38399029	0,96	
8	Quai direction La Courneuve - À 55 m de la tête de quai	48,81106756	2,38399029	5,64	A
9	Quai direction La Courneuve - À 67 m de la tête de quai	48,81106756	2,38399029	1,27	
10	Quai direction La Courneuve - Queue de quai	48,81106756	2,38399029	0,49	

N°	Nom du lieu	Latitude	Longitude	Niveau de champ (V/m)	Point retenu
11	Quai direction Ivry - Queue de quai	48,81106756	2,38399029	0,56	
12	Quai direction Ivry - À 11 m de la queue de quai	48,81106756	2,38399029	0,45	
13	Quai direction Ivry - À 19 m de la queue de quai	48,81106756	2,38399029	0,58	
14	Quai direction Ivry - À 27 m de la queue de quai	48,81106756	2,38399029	0,33	
15	Quai direction Ivry - À 36 m de la queue de quai	48,81106756	2,38399029	0,36	
16	Quai direction Ivry - À 43 m de la queue de quai	48,81106756	2,38399029	0,27	
17	Quai direction Ivry - À 53 m de la queue de quai	48,81106756	2,38399029	0,25	
18	Quai direction Ivry - À 62 m de la queue de quai	48,81106756	2,38399029	0,33	
19	Quai direction Ivry - À 71 m de la queue de quai	48,81106756	2,38399029	0,15	
20	Quai direction Ivry - Tête de quai	48,81106756	2,38399029	0,19	

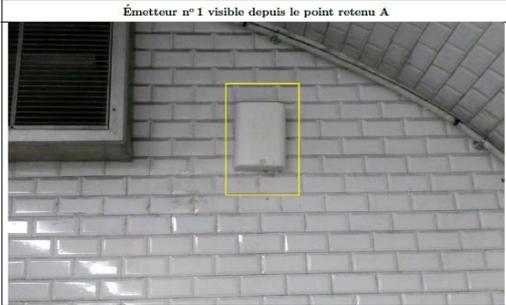
Relevés intermédiaires – Station "Mairie Ivry"

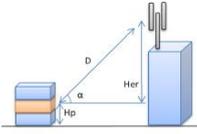
Le point retenu pour réaliser une mesure globale suivie d'une mesure détaillée est le point où le maximum a été relevé soit le point n° 8 avec un niveau de 5,64 V/m.

Ce point se situe à proximité directe de l'antenne, on peut remarquer que les relevés intermédiaires présentent des niveaux nettement plus faibles dès qu'on s'éloigne de l'antenne.

	Point de mesure A		
Vue satellite	Photo du point de mesure		
			
© OpenStreetMap contributors / Licence : http://www.openstreetmap.org/copyright			
Voie ou lieu-dit	Station Mairie d'Ivry	Coordonnées GPS	
Code postal	94200	Latitude	Longitude
Ville	IVRY-SUR-SEINE	48,81106756	2,38399029
Étage	-		
Appartement	-		

Émetteur n°1 visible depuis le point retenu A

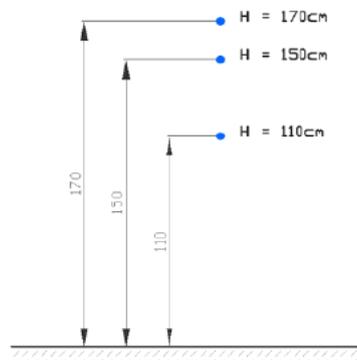




Hauteur du point de mesure H_p (m)	1,5
Hauteur relative de l'émetteur H_{er} (m)	1,0
Distance D (m)	3,5
Angle α (°)	16,6
Type	Radiotéléphonie

Point de mesure cas A– Station "Mairie Ivry"

Une fois le point identifié, une moyenne spatiale est alors effectuée sur 3 hauteurs (à 1,1 m, 1,5 m et 1,7 m) comme le stipule le protocole de l'ANFR:



Indice lieu de mesure	Bande de fréquence	Niveau de champ (V/m)		
		Valeur par hauteur		Moyenne spatiale
A	100 kHz à 6 GHz	1,10 m	5,51	
		1,50 m	5,64	
		1,70 m	6,2	

Moyenne Spatiale cas A– Station "Mairie Ivry"

La moyenne spatiale donne ici la valeur de 5,79 V/m (qui utilise la valeur du relevé intermédiaire obtenu à 1,5 m du sol) qui représente la valeur de la mesure cas A.