

# ETUDE DE L'EXPOSITION DU PUBLIC AUX ONDES RADIOELECTRIQUES

**Analyse des résultats de mesures d'exposition  
du public aux ondes radiofréquences réalisées  
entre 2014 et 2024 dans le cadre du dispositif  
national de surveillance.**

Juin 2025

|   |           |
|---|-----------|
| <b>SYNTHESE</b>   | <b>3</b>  |
| <b>EXECUTIVE SUMMARY</b>  | <b>5</b>  |
| <b>1. INTRODUCTION</b>  | <b>7</b>  |
| <b>2. 2014-2024, ONZE ANS DU DISPOSITIF NATIONAL DE MESURES</b>   | <b>10</b> |
| 2.1 <i>Typologie des demandes de mesure</i>   | 10        |
| 2.2 <i>Evolution du niveau global de l'exposition</i>   | 12        |
| 2.3 <i>Evolution du niveau de l'exposition détaillé en fréquence</i>  | 17        |
| 2.4 <i>Comparaison des dix plus grandes villes de France</i>  | 17        |
| <b>3. BILAN DETAILLE DES MESURES DE L'ANNEE 2024</b>  | <b>23</b> |
| 3.1 <i>Typologie des demandes de l'année 2024</i>   | 23        |
| 3.2 <i>Analyse globale des résultats de l'année 2024</i>  | 24        |
| 3.3 <i>Analyse détaillée des résultats de l'année 2024</i>  | 26        |
| <b>ANNEXE 1 : LE PROTOCOLE DE MESURE</b>  | <b>30</b> |
| <b>ANNEXE 2 : LE DISPOSITIF NATIONAL DE SURVEILLANCE DE L'EXPOSITION DU PUBLIC AUX ONDES RADIOELECTRIQUES</b> | <b>32</b> |
| <b>ANNEXE 3 : LA BOITE A MOUSTACHES OU BOITE DE TUKEY</b>   | <b>33</b> |

## Synthèse

Ce rapport porte sur les mesures réalisées entre 2014 et 2024 dans le cadre du dispositif national de surveillance de l'exposition du public aux ondes électromagnétiques dans la bande 100 kHz – 6 GHz. Ouvert aux particuliers et aux collectivités locales depuis 11 ans, ce dispositif permet de faire mesurer gratuitement l'exposition aux ondes électromagnétiques dans des locaux d'habitation ou des lieux accessibles au public.

Durant ces onze années, le dispositif national a permis d'effectuer plus de 32 000 mesures en France en dehors des campagnes de mesure spécifiques de l'ANFR ou des ministères, qui font l'objet d'analyses distinctes. Si 2021, marquée par le déploiement de la 5G en France, avait connu un nombre record de mesures depuis la mise en place du dispositif en 2014, 2024, avec 2 373 mesures, est, en revanche, l'année qui en présente le plus faible nombre.

La typologie des mesures est restée assez stable depuis 2014. En 2024 comme pour les années précédentes, les mesures en extérieur restent majoritaires par rapport aux mesures en intérieur. Concernant la répartition géographique des demandes, elle demeure principalement corrélée à la densité de la population.

Les niveaux mesurés se révèlent tous nettement inférieurs aux valeurs limites réglementaires, qui varient entre 28 V/m et 87 V/m selon les fréquences. La conformité du niveau d'exposition au champ électromagnétique dans la bande 100 kHz – 6 GHz au regard du décret n° 2002-775 du 3 mai 2002 a été déclarée sur tous les sites ayant fait l'objet d'une mesure.

En onze années, la moyenne du niveau global de l'exposition observée est passée de 0,68 V/m à 1,2 V/m, alors que le niveau médian a progressé plus lentement, restant autour de 0,40 V/m jusqu'en 2023 et atteignant 0,48 V/m en 2024. En 2024, une grande majorité (68,2 %) des niveaux d'exposition sont inférieurs à 1 V/m. 3,8 % des niveaux globaux mesurés dépassent la valeur d'attention de 6 V/m à partir de laquelle une mesure détaillée en fréquence est obligatoire. Les points atypiques, qui sont ceux dépassant 6 V/m, font l'objet d'un rapport spécifique. Leur nombre a augmenté par rapport aux années précédentes. Les niveaux des champs mesurés sont plus élevés en milieu urbain qu'en milieu rural et en extérieur qu'en intérieur.

L'analyse détaillée en fréquences, possible quand la mesure s'effectue selon le « cas B » du protocole, révèle que la téléphonie mobile constitue le principal contributeur dans 67 % des cas, taux porté à 77 % en extérieur. En milieu rural, cette tendance apparaît moins marquée, avec seulement 40 % des cas où la téléphonie mobile domine tandis que, dans 37 % des cas, aucune source significative n'est mesurée.

Le tableau ci-dessous synthétise l'analyse des résultats pour 2024. Le tableau se lit ainsi : en milieu rural (ligne) 99 % des niveaux d'exposition mesurés en 2024 (colonne) sont inférieurs à 5,2 V/m (valeur figurant dans la case à l'intersection entre la ligne et la colonne).

|                  | <b>Nombre de mesures</b> | <b>Moyenne</b> | <b>50 % (médiane)</b> | <b>99 %</b>    | <b>Max</b>      |
|------------------|--------------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------|
| <i>Rural</i>     | 569<br>(24%)             | 0,49 V/m       | 0,26 <sup>1</sup> V/m | 5,2 V/m        | 7,6 V/m         |
| <i>Urbain</i>    | 1804<br>(76%)            | 1,4 V/m        | 0,66 V/m              | 9,6 V/m        | 27,1 V/m        |
| <i>Intérieur</i> | 1351<br>(57%)            | 0,94 V/m       | 0,38 V/m              | 7,2 V/m        | 20,7 V/m        |
| <i>Extérieur</i> | 1022<br>(43%)            | 1,5 V/m        | 0,70 V/m              | 10,1 V/m       | 27,1 V/m        |
| <i>Total</i>     | <b>2373</b>              | <b>1,2 V/m</b> | <b>0,48 V/m</b>       | <b>8,8 V/m</b> | <b>27,1 V/m</b> |

---

<sup>1</sup> Ces valeurs sont inférieures au seuil typique de sensibilité des sondes utilisées pour l'analyse globale de l'exposition qui est de 0,38 V/m. Les appareils de mesures employés permettent néanmoins de recueillir des valeurs exploitables jusqu'à 0,05 V/m.

## Executive summary

This report covers measurements carried out between 2014 and 2024 as part of the French national scheme for monitoring exposure of the general public to electromagnetic waves in the 100 kHz - 6 GHz band. Open to private individuals and local authorities, the system allows for the assessment of exposure to electromagnetic waves, free of charge, in residential premises and in areas accessible to the public.

Over the past eleven years, the national scheme has enabled more than 32,000 measurements to be taken in France, apart from specific measurement campaigns by ANFR or government ministries, which are the subject of separate analyses. While 2021, marked by the rollout of 5G in France, had seen a record number of measurements since the scheme was set up in 2014, 2024, with 2,373 measurements, is by contrast the year with the lowest number.

The typology of measurements has been quite stable since 2014. As in previous years, outdoor measurements in 2024 were more numerous than indoor ones. Regarding the geographical distribution of requests, it remains mainly correlated with the density of the population.

Compliance with the exposure limits for electromagnetic fields in the 100 kHz – 6 GHz band, as set by decree 2002-775 of May 3rd, 2002, was confirmed at all tested sites. The measured levels of exposure are well below the regulatory limits, which are set between 28 V/m and 87 V/m, depending on the frequency.

For eleven years, the average level of exposure has risen from 0.68 V/m to 1.1 V/m but median field level has more moderately risen from almost 0.4 V/m to 0.48 V/m. In 2024, a large majority (68.2%) of these exposure levels remain below 1 V/m. 3.8% of the global exposure levels measured exceed the attention value of 6 V/m from which detailed frequency measurement becomes mandatory. The number of “atypical” points (i.e. those exceeding a global exposure level of 6 V/m) has increased compared to previous years. The measured field levels are higher in urban than in rural areas and higher outdoors than indoors.

The detailed analysis, enabled for measurements carried out according to the "case B" of the protocol, reveals that mobile telephony is the main contributor in 67% of the cases, and up to 77% outdoors. In rural areas, this trend appears less pronounced with only 40% of cases where mobile telephony dominates and in almost 37% of cases, no significant source is measured.

The table below summarizes the analysis of the results obtained in 2024. The table reads as follows: in rural areas (row) 99% of the exposure levels measured in 2024 (column) are lower than 5.2 V/m.

|                | <b>Number of measurements</b> | <b>Mean</b>    | <b>50 % (median)</b>  | <b>99 %</b>    | <b>Max</b>      |
|----------------|-------------------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------|
| <i>Rural</i>   | 569 (24%)                     | 0.49 V/m       | 0.26 <sup>2</sup> V/m | 5.2 V/m        | 7.6 V/m         |
| <i>Urban</i>   | 1804 (76%)                    | 1.4 V/m        | 0.66 V/m              | 9.6 V/m        | 27.1 V/m        |
| <i>Indoor</i>  | 1351 (57%)                    | 0.94 V/m       | 0.38 V/m              | 7.2 V/m        | 20.7 V/m        |
| <i>Outdoor</i> | 1022 (43%)                    | 1.5 V/m        | 0.70 V/m              | 10.1 V/m       | 27.1 V/m        |
| <i>Total</i>   | <b>2373</b>                   | <b>1.2 V/m</b> | <b>0.48 V/m</b>       | <b>8.8 V/m</b> | <b>27.1 V/m</b> |

---

<sup>2</sup> These values are below the typical sensitivity threshold of probes used for overall exposure analysis, which is 0.38 V/m. However, the measuring devices used can collect usable values down to 0.05 V/m.

# 1. Introduction

Le décret n° 2002-775 du 3 mai 2002 fixe les valeurs limites d'exposition du public aux champs électromagnétiques. Il transpose 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).

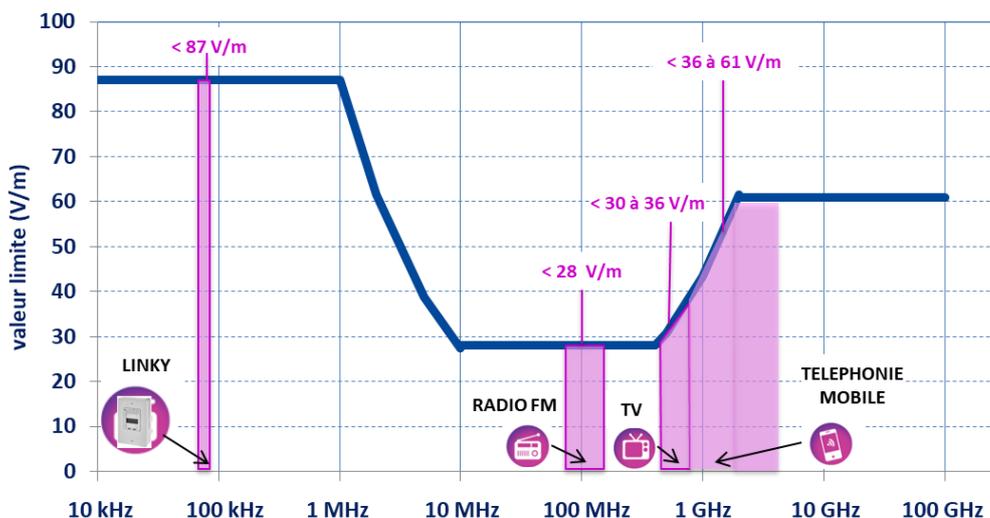


Figure 1 valeurs limites réglementaires fixées en France par le décret du 3 mai 2002 n°2002-775

Dans le cadre de ses missions, l'Agence nationale des fréquences (ANFR) veille au respect de ces valeurs limites. Pour cela, elle élabore un protocole de mesure de l'exposition et l'actualise en fonction des évolutions technologiques. En 2024, la version 4 (décrite en Annexe 1) était en vigueur. Ce protocole vise principalement à évaluer le niveau d'exposition créé par les équipements fixes utilisés dans les réseaux de télécommunications : il est donc recommandé, pendant les mesures, d'éteindre les équipements dont les émissions sont non permanentes (téléphone portable, par exemple). Cependant, si certains de ces équipements fixes activables par le demandeur sont maintenus en marche à sa demande, la mesure reste possible : des dispositions sont prises pour que ces équipements émettent pendant les mesures et le rapport de mesure mentionne cette situation.

La vérification de la conformité des niveaux d'exposition vis-à-vis de ces valeurs limites réglementaires est confiée à des laboratoires de mesure accrédités par le Comité français d'accréditation (COFRAC) qui doivent respecter le protocole de mesure de l'ANFR ainsi que des critères d'indépendance.

L'ANFR reçoit l'ensemble des rapports de mesure réalisés selon ce protocole et les publie sur le site cartoradio.fr, sauf avis contraire formulé par le demandeur.

Effectif depuis le 1er janvier 2014, le dispositif national de surveillance de l'exposition aux ondes électromagnétiques géré par l'ANFR est détaillé en annexe 2 de ce rapport. Il permet à toute personne physique ou morale de faire mesurer l'exposition aux ondes électromagnétiques aussi bien dans des locaux d'habitation que dans des lieux accessibles au public (parcs, commerces...). Cette démarche est gratuite. Les analyses des mesures réalisées dans le cadre de ce dispositif font l'objet chaque année d'un rapport publié sur le site internet de l'ANFR<sup>3</sup>.

Le présent rapport porte sur plus de 32 000 mesures effectuées pendant onze ans, entre le 1<sup>er</sup> janvier 2014 et le 31 décembre 2024, et plus spécifiquement sur les 2 373 mesures réalisées dans la bande 100 kHz - 6 GHz en 2024 dans le cadre du dispositif géré par l'ANFR, en dehors des campagnes de l'Etat.

Durant ces onze années, l'utilisation du spectre des fréquences a évolué : de nouvelles technologies ont été autorisées dans certaines bandes. Notamment, la 4G a été déployée dans plusieurs nouvelles bandes : 1800 MHz à partir de 2013, 2100 MHz à partir de 2017, 700 MHz à partir de 2018 ; et avec une accélération des mises en service à partir de 2016. Par ailleurs, dès fin 2020, la 5G a commencé à être déployée dans les bandes 700 MHz, 2100 MHz et 3600 MHz. Les Figure 2 et Figure 3 illustrent la progression du nombre de sites 4G et 5G respectivement mis en service et techniquement opérationnels. Ces deux graphiques sont issus de l'observatoire des réseaux mobiles de l'ANFR qui rend compte du déploiement des antennes relais 2G, 3G, 4G et 5G chaque mois depuis 2012<sup>4</sup>.

Depuis juin 2018, le dispositif s'est étendu à de nouvelles sources potentielles d'exposition liées aux objets communicants fixes, comme les compteurs Linky par exemple. Les résultats des mesures de l'exposition concernant les objets communicants fixes ont fait l'objet d'une analyse séparée<sup>5</sup>.

Dans la seconde partie du rapport, l'analyse s'est focalisée sur les résultats des mesures de l'année 2024 du seul dispositif national<sup>6</sup>.

---

<sup>3</sup> <https://www.anfr.fr/maitriser/les-installations-radioelectriques/etudes-sur-les-installations-radioelectriques/rapports-annuels-des-mesures>

<sup>4</sup> <https://www.anfr.fr/gestion-des-frequences-sites/observatoire/>

<sup>5</sup> <https://www.anfr.fr/controle-des-frequences/exposition-du-public-aux-ondes/compteurs-communicants/mesures-linky/>

<sup>6</sup> En 2024, d'autres mesures ont été réalisées selon le protocole de mesures de l'ANFR dans le contexte de la campagne nationale de l'Etat pour accompagner le déploiement de la 5G ou de campagnes spécifiques à certaines villes. Elles font l'objet d'analyses séparées. Retrouvez tous les rapports d'études de l'ANFR à l'adresse : <https://www.anfr.fr/rapports-etudes>.

### SITES 4G MIS EN SERVICE EN METROPOLE PAR BANDE DE FREQUENCE

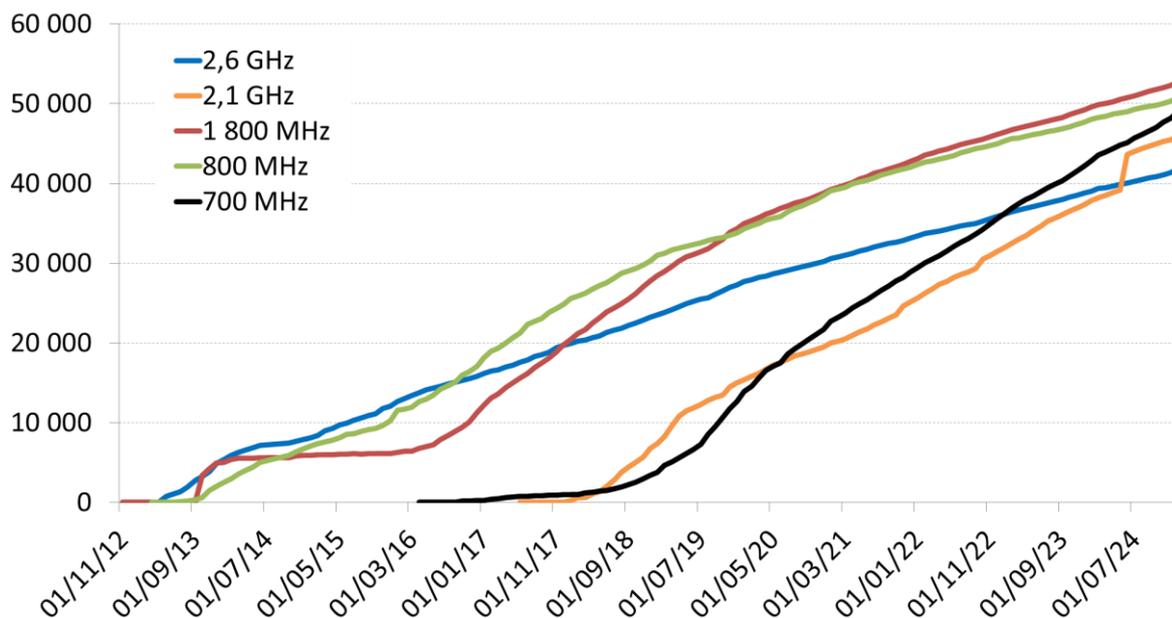


Figure 2 Nombre de sites 4G mis en service depuis le lancement de l'observatoire des réseaux mobiles selon les déclarations des opérateurs à l'ANFR.

### SITES 5G TECHNIQUEMENT OPERATIONNELS EN METROPOLE PAR BANDE DE FREQUENCE

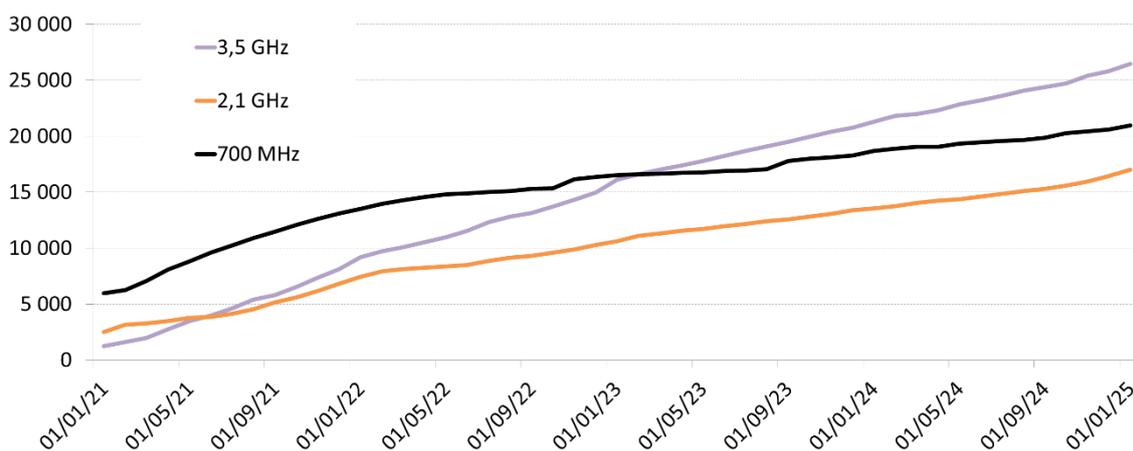


Figure 3 Nombre de sites 5G techniquement opérationnels selon les déclarations des opérateurs à l'ANFR

## 2. 2014-2024, onze ans du dispositif national de mesures

### 2.1 Typologie des demandes de mesure

En 2024, 2 373 lieux ont fait l'objet de mesures dans la bande 100 kHz - 6 GHz dans le cadre du dispositif ouvert aux particuliers déjà décrit. Si 2021, marquée par le déploiement de la 5G en France, avait connu un nombre record de mesures depuis la mise en place du dispositif en 2014 (cf. Figure 4), 2024 est l'année qui en présente le plus faible nombre.

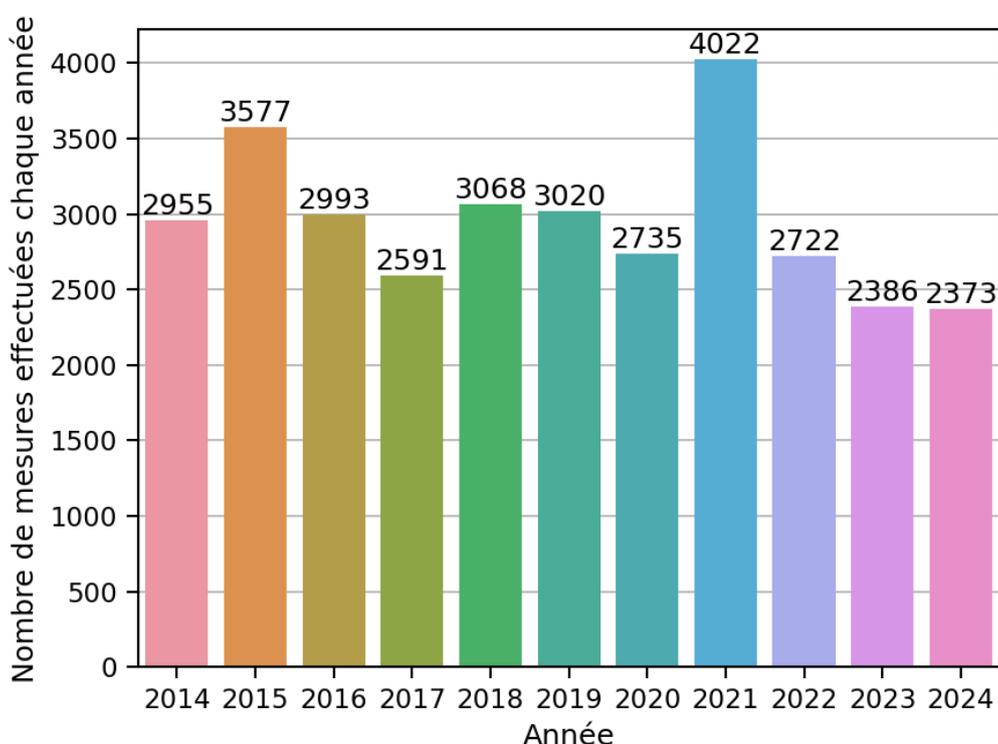


Figure 4 Nombre de mesures réalisées par an dans le cadre du dispositif national en dehors des campagnes de mesure de l'Etat

En 2024, comme lors des années précédentes, c'est l'ensemble du territoire qui a été concerné par ces mesures, comme illustré sur la Figure 5.

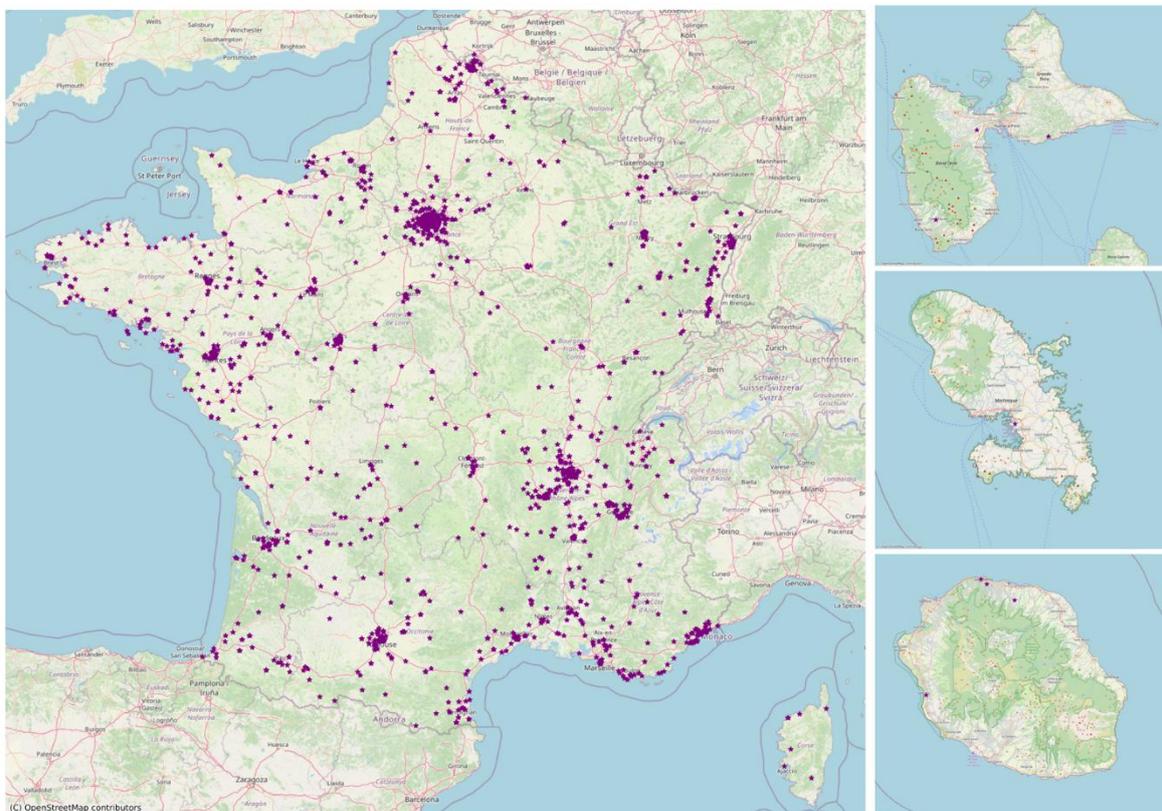


Figure 5 répartition géographique des mesures réalisées en 2024

La Figure 6 illustre la typologie des mesures réalisées en 2024 et les années précédentes. Les mesures sont notamment caractérisées par :

- le type de mesure : cas A ou cas B du protocole de mesure ;
- l'environnement : urbain ou rural ;
- la nature du lieu : intérieur ou extérieur ;
- le type du lieu : lieu d'habitation, espace public, rue ou autres (commerces, divers).

En juin 2018, le dispositif de surveillance de l'exposition avait évolué pour prendre en compte de nouvelles sources potentielles d'exposition liées aux objets communicants fixes. Cette évolution avait conduit à la disparition du cas A+ dans le formulaire de demande de mesures. Ce type de demande s'est depuis reporté sur le cas B, qui produit des résultats plus détaillés. En 2024, les mesures selon le cas B du protocole représentent toujours une majorité des mesures (69 %).

Les trois quarts des mesures (76 %) restent réalisées en milieu urbain. Le milieu rural représente donc près d'un quart des mesures, comme les années précédentes depuis 2020.

La majorité des mesures (57 %) ont été réalisées en intérieur mais les mesures en extérieur (43 %) restent nombreuses, comme depuis 2021. Enfin, 63 % d'entre elles ont concerné les lieux d'habitation et 14 % des établissements ouverts au public.

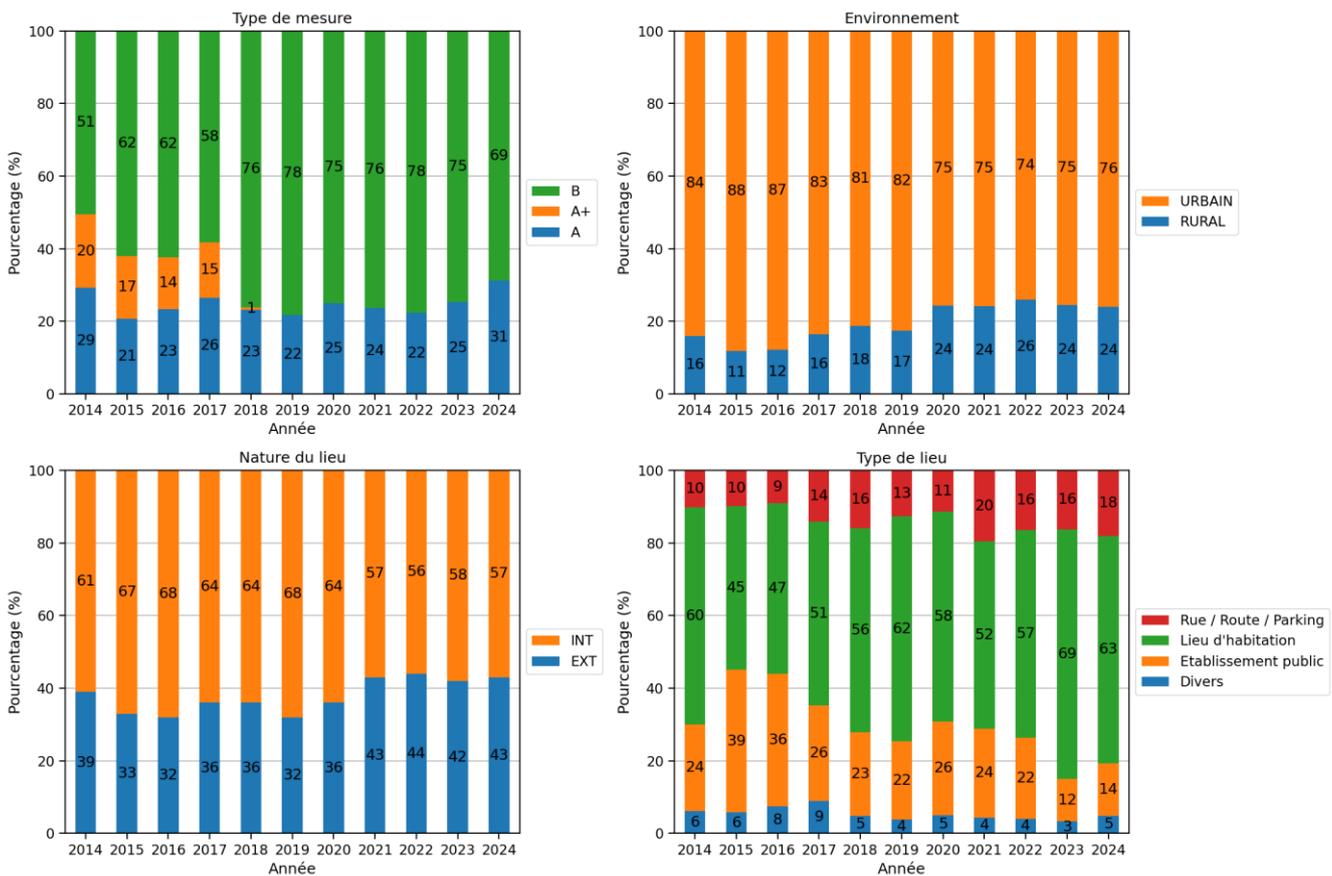


Figure 6 Typologie des mesures réalisées chaque année depuis 2014 dans le cadre du dispositif de surveillance de l'exposition géré par l'ANFR (en dehors des campagnes nationales de l'Etat, menées par exemple sur les places de mairies ou pour le suivi du déploiement de la 5G).

## 2.2 Evolution du niveau global de l'exposition

La répartition des résultats de mesures selon les niveaux de champs électriques mesurés est indiquée dans le Tableau 1 par année depuis 2014. La répartition des niveaux d'exposition mesurés en 2024 est globalement similaire à celle des niveaux mesurés les années précédentes avec néanmoins un nombre de cas dépassant le niveau global de 6 V/m en augmentation.

| <b>Année</b> | <b>E (V/m)</b>        | <b>≥ 1 V/m</b> | <b>≥ 2 V/m</b> | <b>≥ 3 V/m</b> | <b>≥ 4 V/m</b> | <b>≥ 5 V/m</b> | <b>≥ 6 V/m</b> |
|--------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 2014         | Occurrence (%)        | 18,3 %         | 5,5 %          | 2,8 %          | 1,7 %          | 1 %            | 0,6 %          |
| 2015         | Occurrence (%)        | 18,4 %         | 5,2 %          | 2,1 %          | 1,2 %          | 0,7 %          | 0,4 %          |
| 2016         | Occurrence (%)        | 18,4 %         | 5,3 %          | 2,3 %          | 1,5 %          | 1,1 %          | 0,7 %          |
| 2017         | Occurrence (%)        | 19,7 %         | 7 %            | 3,1 %          | 1,8 %          | 1 %            | 0,5 %          |
| 2018         | Occurrence (%)        | 22,7 %         | 9 %            | 5,1 %          | 3 %            | 1,7 %          | 1 %            |
| 2019         | Occurrence (%)        | 22,4 %         | 8,8 %          | 4,4 %          | 2,8 %          | 1,7 %          | 1 %            |
| 2020         | Occurrence (%)        | 23,3 %         | 9,4 %          | 4,7 %          | 3 %            | 2,3 %          | 1,7 %          |
| 2021         | Occurrence (%)        | 24%            | 9%             | 4,8%           | 3,1%           | 2%             | 1,4%           |
| 2022         | Occurrence (%)        | 27%            | 12%            | 7,8%           | 5,2%           | 3,8%           | 2,8%           |
| 2023         | Occurrence (%)        | 28,2%          | 13,2%          | 8,3%           | 5,4%           | 4,3%           | 3,6%           |
| 2024         | <b>Occurrence (%)</b> | <b>31,2%</b>   | <b>15,0%</b>   | <b>9,3%</b>    | <b>7,3%</b>    | <b>5,1%</b>    | <b>3,8%</b>    |

*Tableau 1 répartition des résultats de mesures selon les niveaux des champs électriques mesurés*

La tendance haussière qui s'était dessinée en 2018 par rapport aux années précédentes (cf. Figure 7) se confirme. Ainsi, par exemple, le nombre de cas supérieurs à 1 V/m apparaît en hausse.

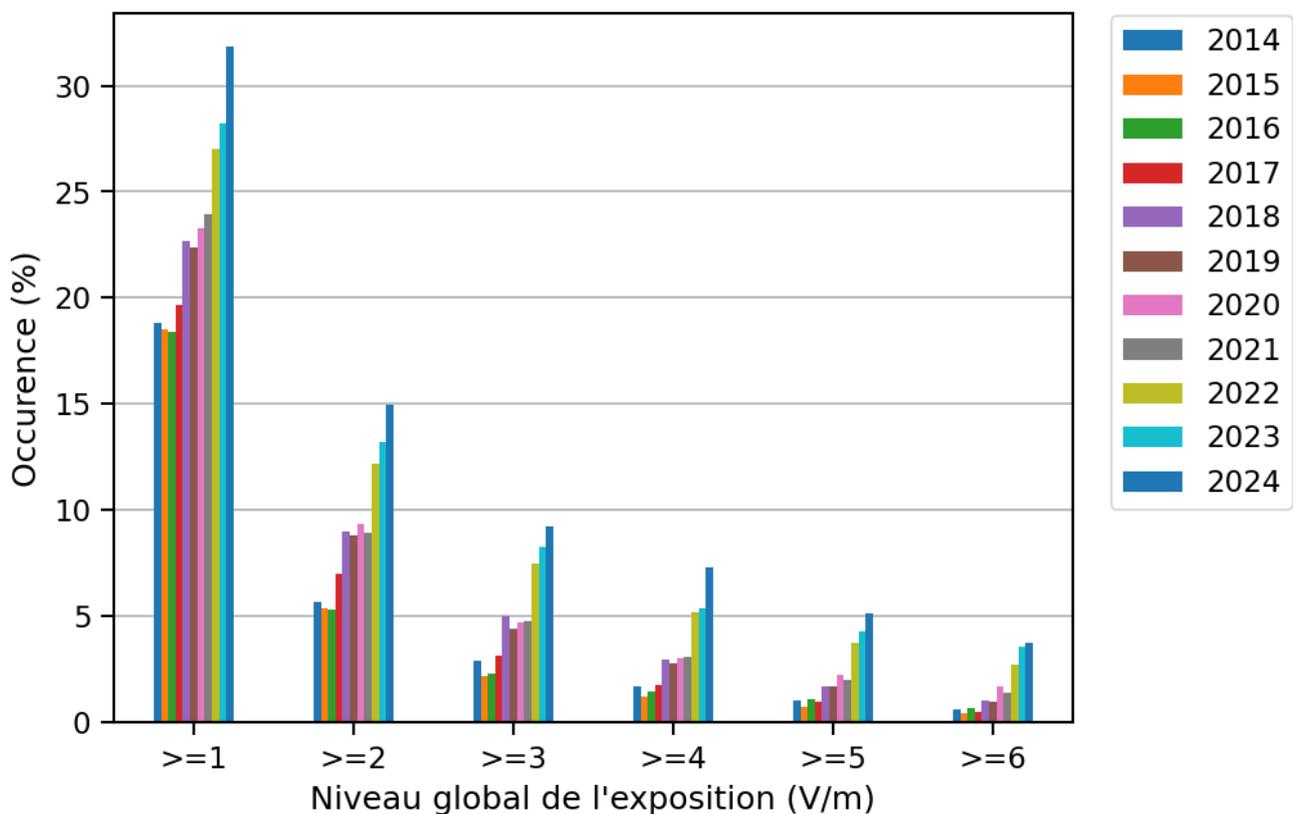


Figure 7 répartition des niveaux de champs électriques mesurés selon le cas A du protocole de mesure selon les années

La Figure 8 représente l'évolution de la distribution annuelle du niveau global de l'exposition par année sous forme de boîte à moustaches<sup>7</sup>. Le graphique montre que la valeur médiane augmente légèrement pour atteindre 0,48 V/m. L'augmentation ne concerne donc pas tous les lieux de mesure mais surtout les niveaux les plus élevés, qui ont tendance à augmenter. La valeur moyenne en 2024 atteint quant à elle 1,2 V/m, en augmentation de 0,10 V/m par rapport à l'année précédente. Le seuil du dernier percentile dépasse 8,8 V/m en 2024 alors qu'il ne dépassait pas 6 V/m avant 2020. Les points dépassant 6 V/m, dits « points atypiques » font l'objet d'une analyse détaillée spécifique<sup>8</sup>.

<sup>7</sup> L'annexe 3 du présent rapport introduit le formalisme de la représentation en boîte à moustaches, le triangle vert représente la moyenne

<sup>8</sup> <https://www.anfr.fr/contrôle-des-frequences/exposition-du-public-aux-ondes/la-mesure-de-champ/recensement-des-points-atypiques/>

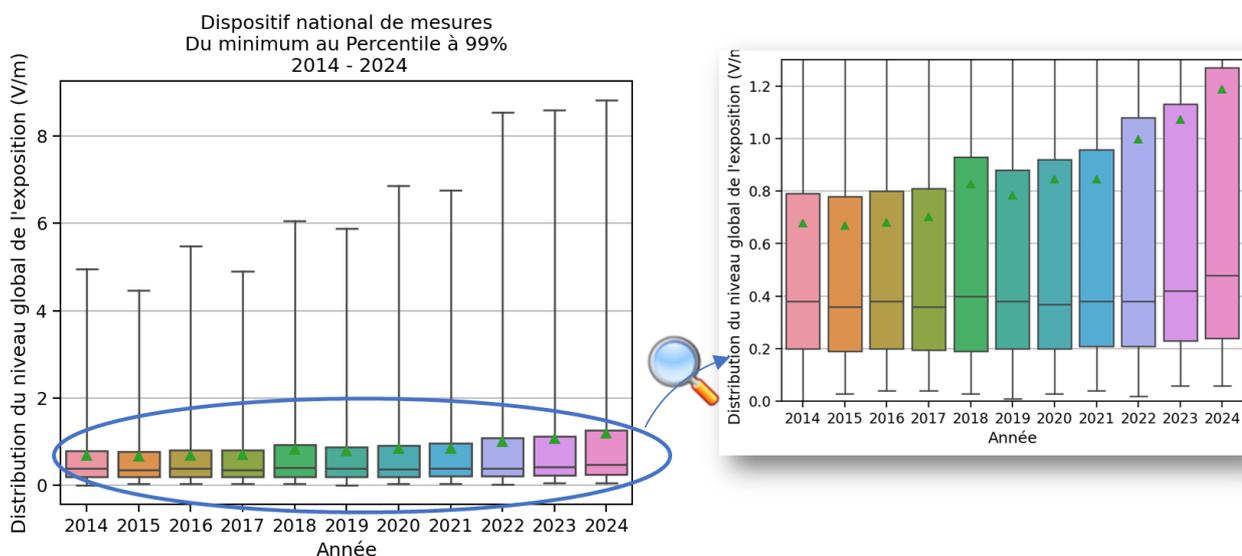


Figure 8 Evolution du niveau global de l'exposition sous forme de boîtes à moustaches

Le Tableau 2 récapitule les principales caractéristiques des distributions de niveaux de champ électrique mesurés à la sonde large bande (cas A du protocole) en France depuis 2014 dans le cadre du dispositif de surveillance de l'exposition géré par l'ANFR en dehors des campagnes nationales menées par l'Etat.

Cette analyse globale montre, comme pour les années précédentes, que les niveaux d'exposition du public aux ondes électromagnétiques restent globalement nettement inférieurs aux valeurs limites réglementaires en vigueur. Dans ce tableau, les résultats les plus anciens (entre 2014 et 2019) ont été moyennés.

|                  | Nombre de mesures |              |             |              |             |             |             |             |             |             |             | Moyenne      |             |             |          |            |            |
|------------------|-------------------|--------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|----------|------------|------------|
|                  | 2014              | 2015         | 2016        | 2017         | 2018        | 2019        | 2020        | 2021        | 2022        | 2023        | 2024        | 2014<br>2019 | 2020        | 2021        | 2022     | 2023       | 2024       |
| <i>Rural</i>     | 472<br>16%        | 421<br>12 %  | 364<br>12%  | 425<br>16 %  | 578<br>19%  | 526<br>17%  | 664<br>24%  | 971<br>24%  | 709<br>26%  | 580<br>24%  | 569<br>24%  | 0,43         | 0,4         | 0,46        | 0,43     | 0,44       | 0,49       |
| <i>Urbain</i>    | 2483<br>84%       | 3154<br>88 % | 2629<br>88% | 2166<br>84 % | 2490<br>81% | 2494<br>83% | 2071<br>76% | 3051<br>76% | 2013<br>74% | 1806<br>76% | 1804<br>24% | 0,78         | 0,99        | 0,97        | 1,2      | 1,3        | 1,4        |
| <i>Intérieur</i> | 1797<br>61%       | 2387<br>67 % | 2046<br>67% | 1666<br>64%  | 1952<br>64% | 2059<br>68% | 1760<br>64% | 2286<br>57% | 1512<br>56% | 1373<br>58% | 1351<br>57% | 0,63         | 0,8         | 0,71        | 0,85     | 0,89       | 0,94       |
| <i>Extérieur</i> | 1158<br>39%       | 1190<br>33 % | 947<br>33%  | 914<br>36%   | 1116<br>36% | 961<br>32%  | 975<br>36%  | 1736<br>43% | 1210<br>44% | 1013<br>42% | 1022<br>43% | 0,91         | 0,92        | 1           | 1,2      | 1,3        | 1,5        |
| <i>Total</i>     | <b>2955</b>       | <b>3577</b>  | <b>2993</b> | <b>2591</b>  | <b>3068</b> | <b>3020</b> | <b>2735</b> | <b>4022</b> | <b>2722</b> | <b>2386</b> | <b>2373</b> | <b>0,72</b>  | <b>0,85</b> | <b>0,85</b> | <b>1</b> | <b>1,1</b> | <b>1,2</b> |

|               | Médiane           |                   |                   |                   |                   |                   | 99%          |          |            |            |            |            | Max          |             |           |             |             |             |
|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------|----------|------------|------------|------------|------------|--------------|-------------|-----------|-------------|-------------|-------------|
|               | 2014<br>2019      | 2020              | 2021              | 2022              | 2023              | 2024              | 2014<br>2019 | 2020     | 2021       | 2022       | 2023       | 2024       | 2014<br>2019 | 2020        | 2021      | 2022        | 2023        | 2024        |
| <i>Rural</i>  | 0,23 <sup>9</sup> | 0,21 <sup>4</sup> | 0,23 <sup>4</sup> | 0,22 <sup>4</sup> | 0,26 <sup>4</sup> | 0,26 <sup>4</sup> | 3,1          | 2,9      | 4          | 4,1        | 2,7        | 5,2        | 19,4         | 8,4         | 26,6      | 8,8         | 6,71        | 7,62        |
| <i>Urbain</i> | 0,42              | 0,49              | 0,49              | 0,55              | 0,56              | 0,66              | 5,5          | 7,8      | 6,9        | 9,1        | 9,1        | 9,6        | 28,6         | 40,9        | 27        | 15,3        | 25,1        | 27,1        |
| <i>Int</i>    | 0,31 <sup>4</sup> | 0,33 <sup>4</sup> | 0,32 <sup>4</sup> | 0,34 <sup>4</sup> | 0,34 <sup>4</sup> | 0,38              | 4,8          | 7,5      | 6,1        | 7,5        | 8,2        | 7,2        | 28,6         | 40,9        | 10,2      | 15,3        | 25,1        | 20,7        |
| <i>Ext</i>    | 0,55              | 0,51              | 0,57              | 0,49              | 0,68              | 0,70              | 6,0          | 6,6      | 8,2        | 9,4        | 9,2        | 10,1       | 26,8         | 15,5        | 27        | 13,4        | 14,2        | 27,1        |
| <i>Total</i>  | <b>0,38</b>       | <b>0,37</b>       | <b>0,38</b>       | <b>0,38</b>       | <b>0,42</b>       | <b>0,48</b>       | <b>5,3</b>   | <b>7</b> | <b>6,8</b> | <b>8,6</b> | <b>8,6</b> | <b>8,8</b> | <b>28,6</b>  | <b>40,9</b> | <b>27</b> | <b>15,3</b> | <b>25,1</b> | <b>27,1</b> |

Tableau 2 quantiles<sup>10</sup> et moyennes des niveaux d'exposition mesurés en France depuis 2014 en V/m

<sup>9</sup> Ces valeurs sont en-dessous du seuil de sensibilité typique des sondes utilisées pour l'analyse globale de l'exposition qui est de 0,38 V/m. Les appareils de mesures employés permettent néanmoins de recueillir des valeurs statistiquement exploitables jusqu'à 0,05 V/m.

<sup>10</sup> Le tableau se lit ainsi : 99% des niveaux d'exposition mesurés en milieu rural en 2024 sont inférieurs à 5,2 V/m.

### 2.3 Evolution du niveau de l'exposition détaillé en fréquence

Parmi les différentes bandes de fréquences de la téléphonie mobile, la bande 900 MHz reste la plus représentée avec une occurrence de 64 % (cf. Figure 9), même si cette prédominance se réduit sensiblement ces dernières années. Ainsi, les autres bandes 700 MHz, 800 MHz, 1800 MHz, 2100 MHz et 2600 MHz sont également souvent présentes avec une occurrence entre 55 et 64 %. Le déploiement de la bande 700 MHz, soutenu à partir de 2016, s'est poursuivi et cette bande est détectée sur 58 % des lieux de mesures de 2024. Le déploiement de la 5G dans la bande 3600 MHz démarré en fin d'année 2020 continue de fortement progresser et atteint une occurrence de détection de 53 % en 2024.

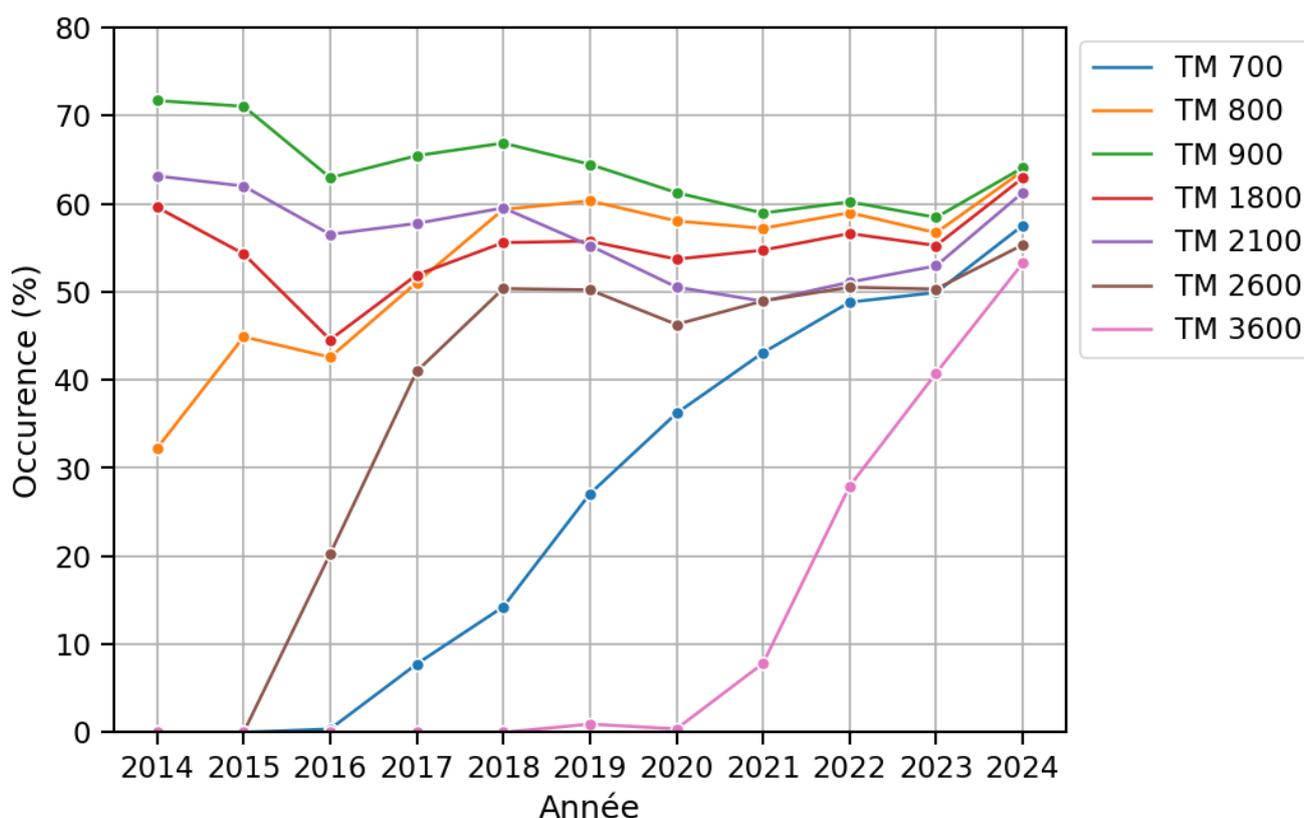


Figure 9 Détection des différentes bandes de téléphonie mobile (TM) lors des mesures selon le cas B

### 2.4 Comparaison des dix plus grandes villes de France

Les données cumulées permettent de mettre en perspective l'évolution de l'exposition durant ces onze dernières années. La variabilité territoriale en milieu urbain peut ainsi être explorée en comparant le niveau d'exposition dans les dix plus grandes villes de France<sup>11</sup>.

La Figure 10 présente le nombre de mesures effectuées chaque année dans les dix plus grandes villes de France. Le graphique montre que la ville de Paris effectue beaucoup plus de mesures que

<sup>11</sup> Selon l'INSEE

les autres villes. Le Tableau 3 présente le nombre total de mesures effectuées dans les dix plus grandes villes de France. À titre indicatif, le nombre de mesures pour 1 000 habitants est présenté. On constate que Paris et Lille effectuent environ 2,5 mesures pour 1 000 habitants tandis que les autres villes se trouvent entre 0,3 et 2,2 mesures pour 1 000 habitants. Le comptage se compose uniquement des mesures du dispositif national de mesures en excluant les campagnes de mesures de l'ANFR, des ministères ou des villes elles-mêmes. Pour certaines villes, le nombre de mesures est faible et n'est pas forcément représentatif de la variété de l'exposition dans ces villes. Cependant, les enseignements tirés de cette analyse restent intéressants.

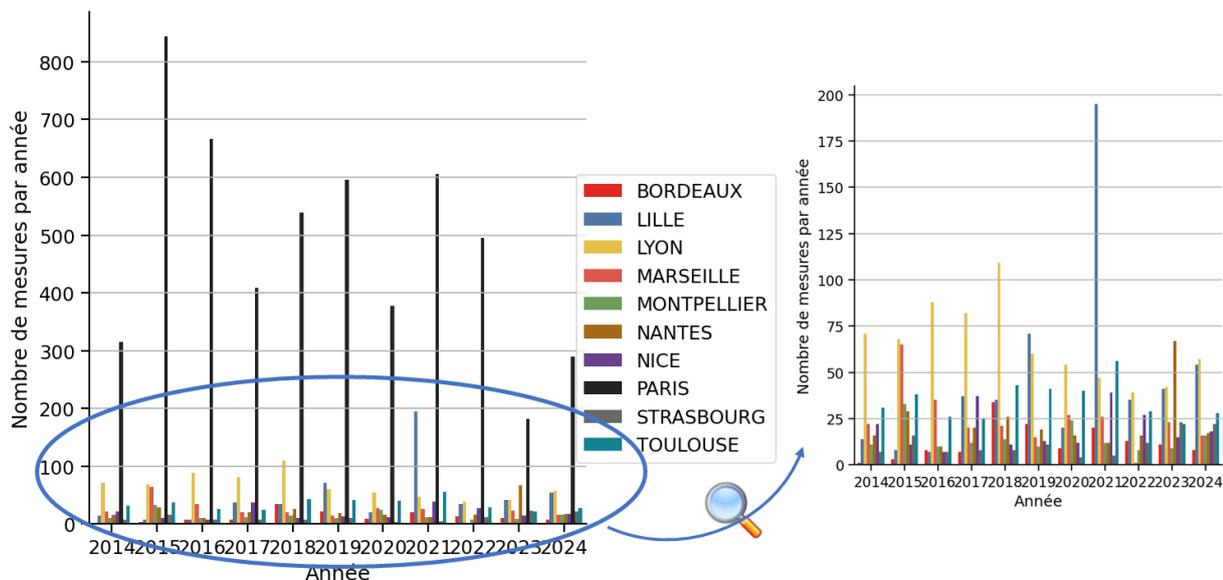


Figure 10 Nombre de mesures effectuées par année dans les dix plus grandes villes françaises

| Ville       | Nombre total de mesures | Nombre de mesures/1000 habitants |
|-------------|-------------------------|----------------------------------|
| BORDEAUX    | 136                     | 0,5                              |
| LILLE       | 516                     | 2,2                              |
| LYON        | 717                     | 1,4                              |
| MARSEILLE   | 271                     | 0,3                              |
| MONTPELLIER | 159                     | 0,5                              |
| NANTES      | 248                     | 0,8                              |
| NICE        | 212                     | 0,6                              |
| PARIS       | 5303                    | 2,5                              |
| STRASBOURG  | 123                     | 0,4                              |
| TOULOUSE    | 377                     | 0,7                              |

Tableau 3 Nombre total de mesures effectuées dans les dix plus grandes villes de France sur les 11 dernières années

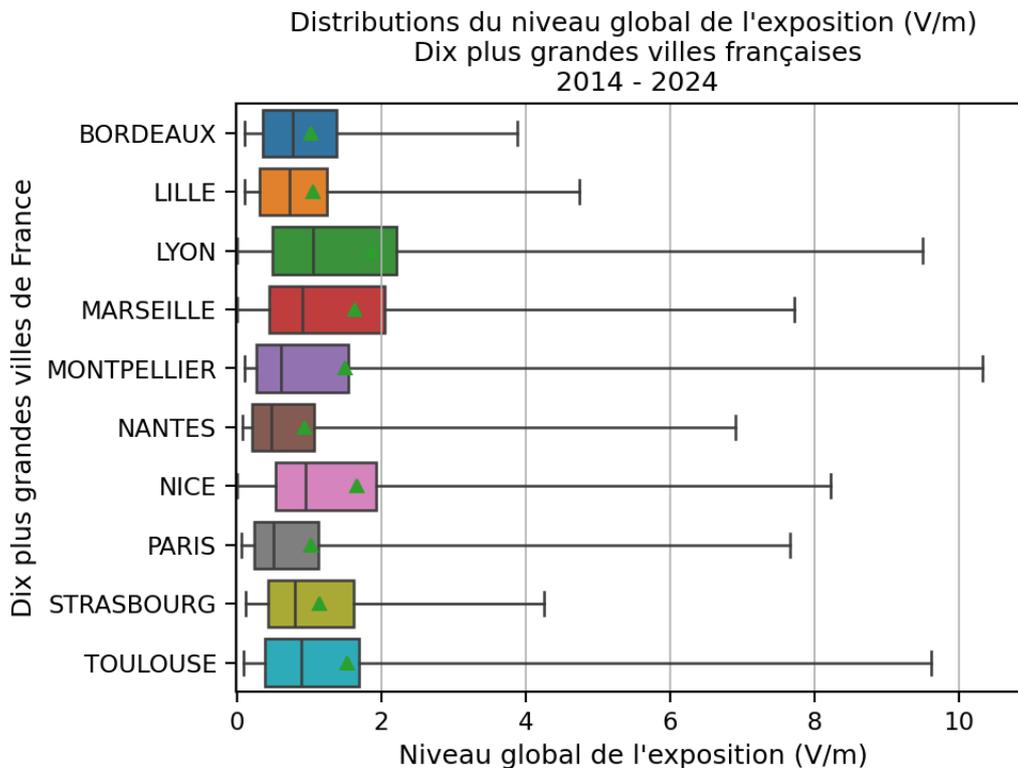


Figure 11 Distributions du niveau global de l'exposition dans les dix plus grandes villes françaises

|                    | Médiane | Moyenne    |
|--------------------|---------|------------|
| <i>BORDEAUX</i>    | 0,77    | 1,0        |
| <i>LILLE</i>       | 0,73    | 1,1        |
| <b>LYON</b>        | 1,1     | <b>1,9</b> |
| <b>MARSEILLE</b>   | 0,90    | <b>1,6</b> |
| <i>MONTPELLIER</i> | 0,61    | 1,5        |
| <i>NANTES</i>      | 0,48    | 0,94       |
| <b>NICE</b>        | 0,94    | <b>1,7</b> |
| <i>PARIS</i>       | 0,51    | 1,0        |
| <i>STRASBOURG</i>  | 0,80    | 1,2        |
| <i>TOULOUSE</i>    | 0,89    | 1,5        |

Tableau 4 Statistiques du niveau global de l'exposition dans les dix plus grandes villes de France (en V/m)

La Figure 11 et le Tableau 4 présentent le niveau global de l'exposition pour les dix plus grandes villes françaises, ils montrent que Lyon, Marseille et Nice sont les villes où les niveaux mesurés sont en moyenne les plus élevés. Ces villes ne sont pas celles où le nombre de mesures est le plus élevé, que ce soit en valeur absolue ou rapporté au nombre d'habitants.

La Figure 12 présente les distributions du niveau global de l'exposition pour les dix grandes villes françaises en séparant les mesures faites en extérieur (rue, route, terrasse, balcon, etc.) des mesures faites en intérieur (à l'intérieur des lieux d'habitations ou ERP). Ce graphique met en évidence que les niveaux mesurés en extérieur sont plus élevés que ceux relevés en intérieur, ce qui s'explique par l'atténuation due aux parois des bâtiments. Les distributions des mesures en intérieur et en extérieur se recouvrent plus ou moins en fonction des villes, certaines villes comme Lyon ou Marseille présentent des distributions intérieur/extérieur quasi équivalentes tandis que pour Paris ou Montpellier

les distributions sont plus dissociées. Le Tableau 5 présente les moyennes en intérieur et en extérieur pour les dix plus grandes villes de France ainsi que le nombre de mesures.

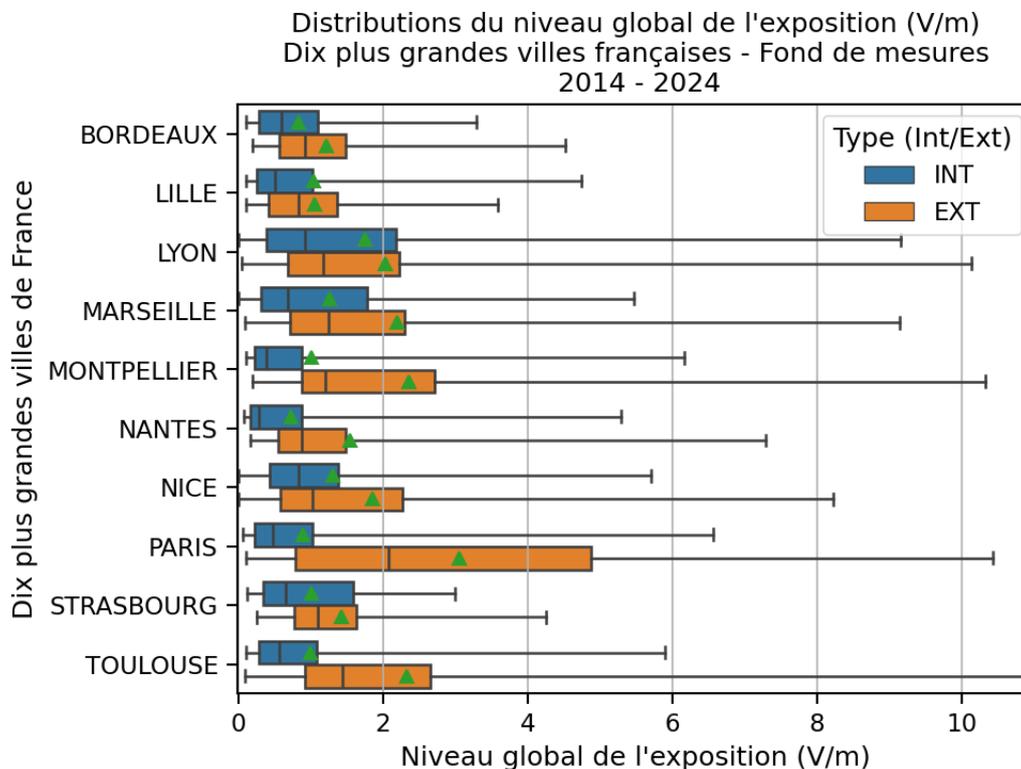


Figure 12 Distributions du niveau global de l'exposition en intérieur et en extérieur dans les dix plus grandes villes françaises

| Villes      | Type (Intérieur/Extérieur) | Nombre de mesures | Moyenne (V/m) |
|-------------|----------------------------|-------------------|---------------|
| BORDEAUX    | EXT                        | 69                | 1,21          |
|             | INT                        | 67                | 0,83          |
| LILLE       | EXT                        | 313               | 1,06          |
|             | INT                        | 204               | 1,03          |
| LYON        | EXT                        | 292               | 2,03          |
|             | INT                        | 425               | 1,75          |
| MARSEILLE   | EXT                        | 106               | 2,19          |
|             | INT                        | 165               | 1,26          |
| MONTPELLIER | EXT                        | 57                | 2,36          |
|             | INT                        | 102               | 1,01          |
| NANTES      | EXT                        | 64                | 1,54          |
|             | INT                        | 184               | 0,73          |
| NICE        | EXT                        | 140               | 1,85          |
|             | INT                        | 72                | 1,30          |
| PARIS       | EXT                        | 352               | 3,05          |
|             | INT                        | 4965              | 0,89          |
| STRASBOURG  | EXT                        | 40                | 1,43          |
|             | INT                        | 83                | 1,01          |
| TOULOUSE    | EXT                        | 152               | 2,32          |
|             | INT                        | 227               | 0,99          |

Tableau 5 Nombres de mesure en intérieur et extérieur et moyennes du niveau global de l'exposition (en V/m)

La Figure 13 présente la moyenne du niveau global de l'exposition en fonction de la hauteur moyenne de mesure par rapport au sol et la Figure 14 illustre les mêmes grandeurs mais en séparant mesures en intérieur et en extérieur. Sur les Figure 13 et Figure 14 ont été tracées les droites de régression linéaire. Le coefficient de corrélation de Pearson pour la moyenne du niveau global de l'exposition en fonction de la hauteur de mesure (Figure 13) est de 0,59. Les coefficients de corrélation de Pearson pour les moyennes intérieur et extérieur du niveau global de l'exposition en fonction de la hauteur de mesure (Figure 14) sont respectivement de 0,68 et 0,84. Au-delà d'un coefficient de 0,5 on peut considérer que les grandeurs sont très corrélées.

Le graphique de la Figure 13 montre que plus la hauteur moyenne des mesures est grande, plus le niveau moyen d'exposition est élevé que ce soit en intérieur ou en extérieur, ce phénomène est moins visible pour Strasbourg et Paris.

Le graphique de la Figure 14 montre quant à lui que pour les mesures en intérieur et en extérieur, une relation de linéarité apparaît entre hauteur de mesure et niveau global de l'exposition. Les données de hauteur de mesure expliquent sans doute le classement des dix plus grandes villes de France en termes d'exposition. En effet, les villes dont les mesures montrent les niveaux moyens les plus élevées (Paris, Toulouse et Montpellier en extérieur et Marseille, Lyon, Nice en intérieur) sont aussi celles où les mesures ont été effectuées à des hauteurs relativement élevées par rapport au sol. Comme les antennes-relais sont communément installées en ville sur les toits d'immeubles, il est cohérent d'observer des expositions plus fortes dans les étages supérieurs.

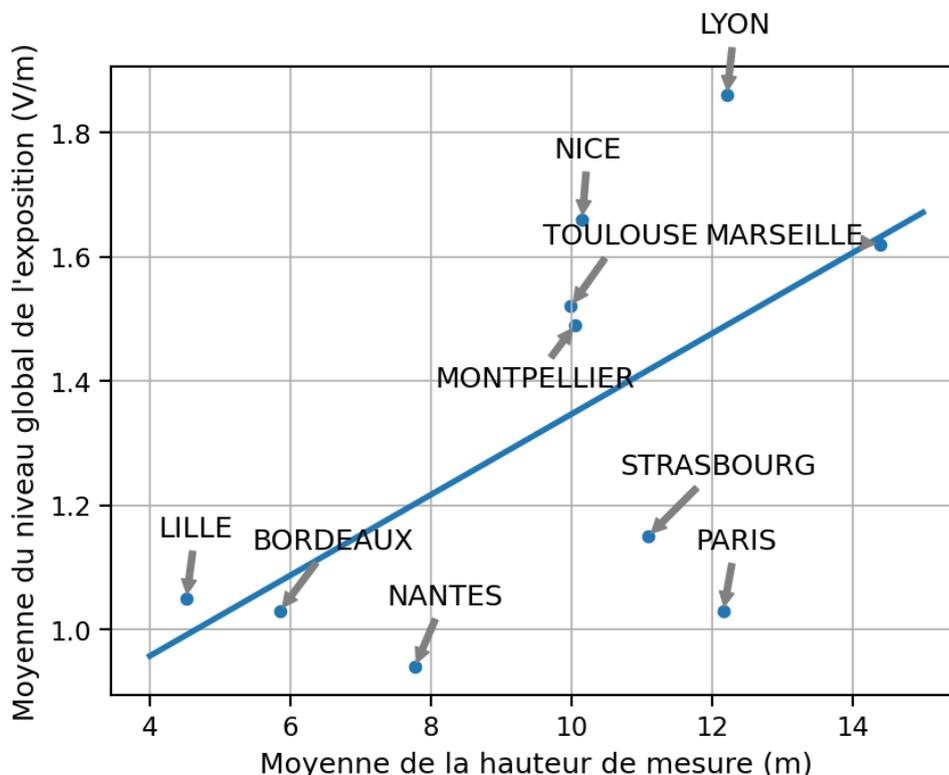


Figure 13 Moyenne du niveau global de l'exposition en fonction de la hauteur de mesure

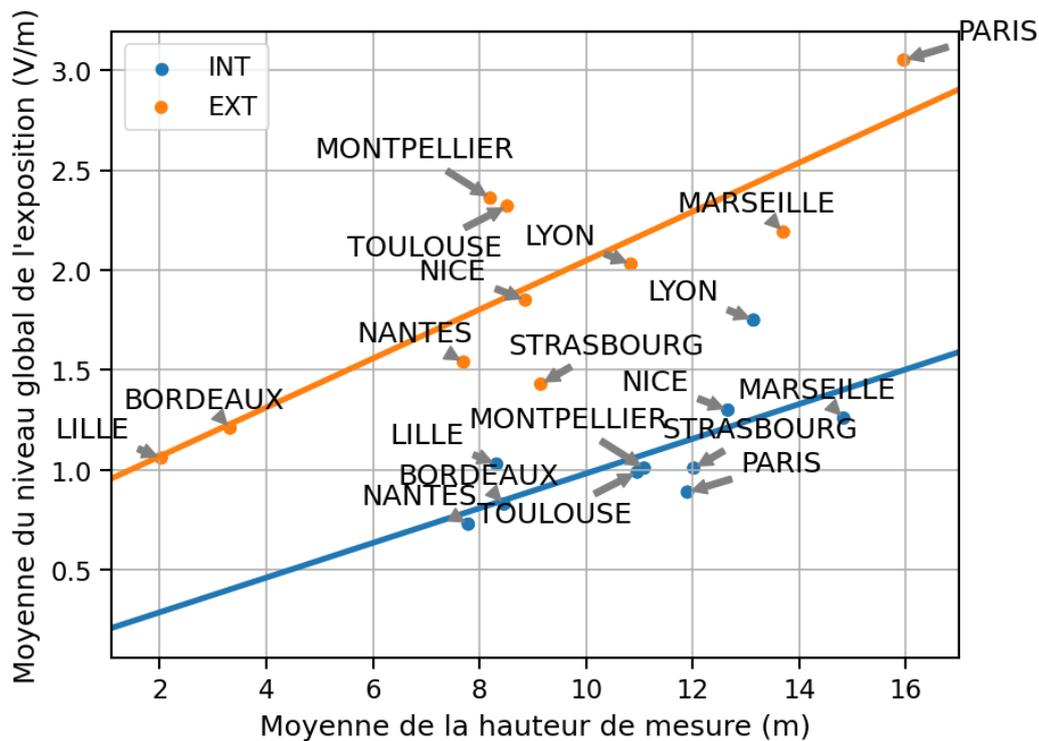


Figure 14 Moyenne du niveau global de l'exposition en fonction de la hauteur de mesure en séparant mesure en intérieur et extérieur

Afin de compléter l'analyse, la hauteur des émetteurs dans chaque ville a été étudiée. En effet, la probabilité de mesurer des niveaux supérieurs à la moyenne ne dépend pas seulement de la hauteur de mesure mais également de la hauteur des antennes relais installées dans chacune des dix villes. La puissance des antennes peut également jouer sur les niveaux d'exposition, cependant, il n'y a pas de différence significative entre les puissances d'émission des antennes dans les dix plus grandes villes françaises.

La Figure 15 présente la distribution des hauteurs des émetteurs dans les dix plus grandes villes de France. Le graphique montre que les altitudes moyennes des antennes par rapport au sol se situent entre 21 et 30 mètres. Les plages interquartiles sont distribuées de manière similaire, mis à part Montpellier, Toulouse, Nice qui présentent des hauteurs d'antennes un peu plus faibles que les autres villes, tandis que celles de Paris et Strasbourg sont plus élevées. Ceci peut expliquer pourquoi, en Figure 13, Paris et Strasbourg présentent des niveaux de l'exposition plus faibles que les autres villes, tandis que leurs mesures étaient relativement plus hautes par rapport au sol. Dans le cas de Toulouse et Montpellier, on remarque qu'en extérieur sur la Figure 14 des niveaux moyens de l'exposition à plus 2,2 V/m sont atteints pour des hauteurs moyennes un peu au-dessus de 8 m tandis que Nice, Lyon, Marseille se situent à des niveaux un peu plus bas. Cela est probablement dû au fait que les parcs antennaires de Toulouse et Montpellier sont légèrement plus bas que ceux des autres villes comme cela est montré en Figure 15.

Aucune autre ville ne présente statistiquement des hauteurs d'émetteur exceptionnellement hautes. Cela confirme que plus les mesures effectuées dans une ville sont réalisées en grande hauteur, plus les niveaux mesurés sont élevés.

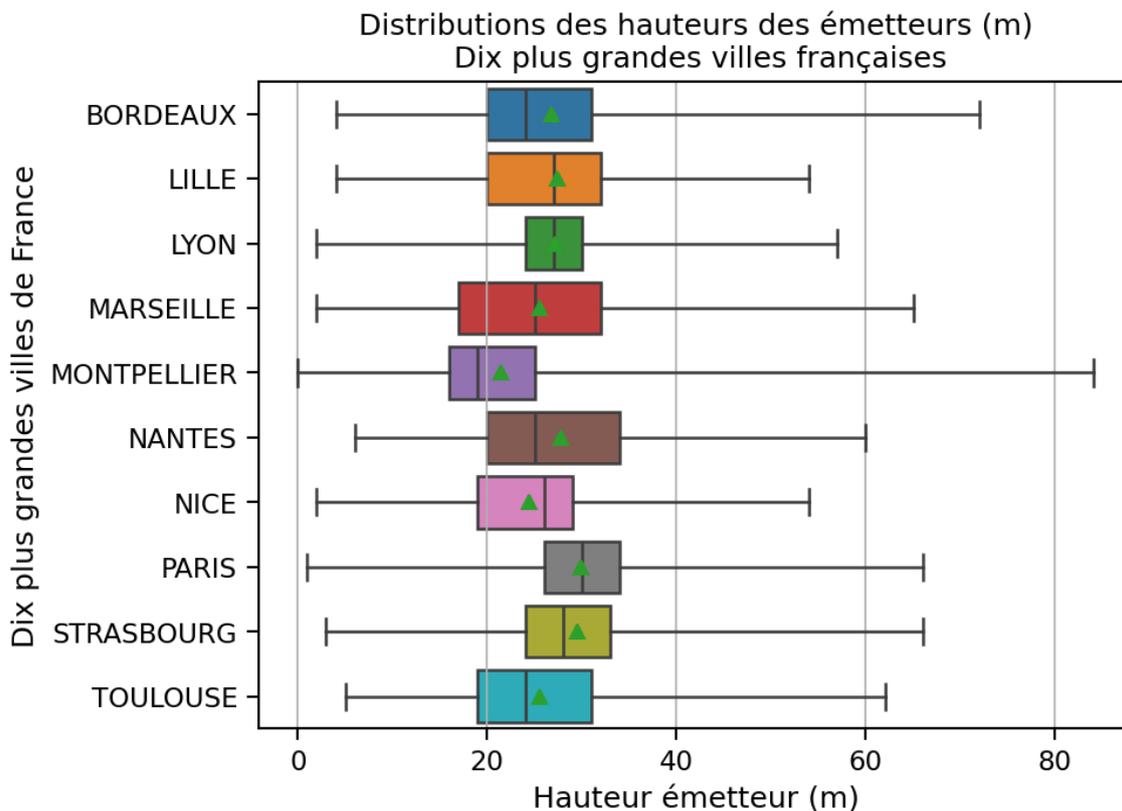


Figure 15 Distribution des hauteurs des émetteurs dans les dix plus grandes villes françaises

### 3. Bilan détaillé des mesures de l'année 2024

#### 3.1 Typologie des demandes de l'année 2024

Comme les années précédentes, le nombre de demandes de mesure dans une zone géographique apparaît proportionnel à sa population. Il existe en effet une corrélation entre le nombre de mesures réalisées dans un département et son nombre d'habitants (cf. Figure 16). Les deux départements effectuant le plus de mesures sur l'année 2024 sont ceux de Paris et du Rhône ; ils correspondent aux deux points les plus élevés du graphique de la Figure 16.

Le coefficient de Pearson entre le nombre de mesures et le nombre d'habitants vaut 0,73, ce qui traduit une corrélation élevée. Rapporté à sa population, le nombre de demandes dans une zone apparaît similaire en milieu urbain ou rural.

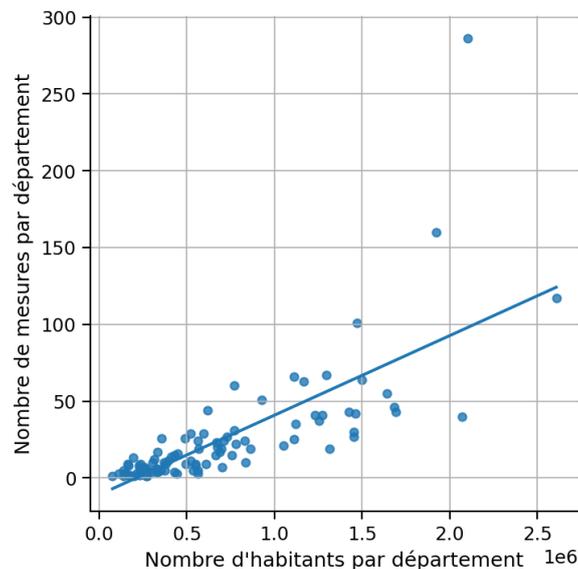


Figure 16 corrélation entre le nombre de mesures réalisées dans les départements français et leur nombre d'habitants

### 3.2 Analyse globale des résultats de l'année 2024

L'analyse globale porte sur les résultats des mesures selon le cas A du protocole. Ces mesures sont disponibles pour l'ensemble des 2 373 mesures analysées puisque celles réalisées selon le cas B du protocole sont systématiquement précédées d'une mesure selon le cas A. Ces mesures globales sont effectuées à l'aide d'une sonde large bande qui fournit une valeur de champ électrique. La sensibilité typique des sondes utilisées pour l'analyse globale de l'exposition est de 0,38 V/m. Les appareils de mesures employés permettent néanmoins de recueillir des valeurs statistiquement exploitables jusqu'à 0,05 V/m.

La Figure 17 illustre la répartition de niveaux d'exposition mesurés à la sonde large bande selon le cas A du protocole. Plus des deux tiers (68,2 %) de ces niveaux d'exposition sont inférieurs à 1 V/m. Près de 3,8 % des niveaux mesurés dépassent la valeur d'attention de 6 V/m à partir de laquelle une mesure selon le cas B du protocole devient obligatoire.

Les niveaux mesurés sont tous nettement inférieurs aux valeurs limites réglementaires qui varient entre 28 V/m et 87 V/m selon les fréquences. La conformité du niveau d'exposition au champ électromagnétique dans la bande 100 kHz – 6 GHz vis-à-vis du décret n° 2002-775 du 3 mai 2002 a été déclarée sur tous les sites ayant fait l'objet d'une mesure, à l'exception d'un seul site pour lequel est apparu, après extrapolation, un dépassement théorique des niveaux de référence, pour des sources émettant à plusieurs fréquences. L'extinction du site complet par un opérateur a mis fin à ce risque théorique de dépassement. Une mesure de contrôle a été effectuée après un nouveau réglage du site, permettant ainsi sa remise en service.

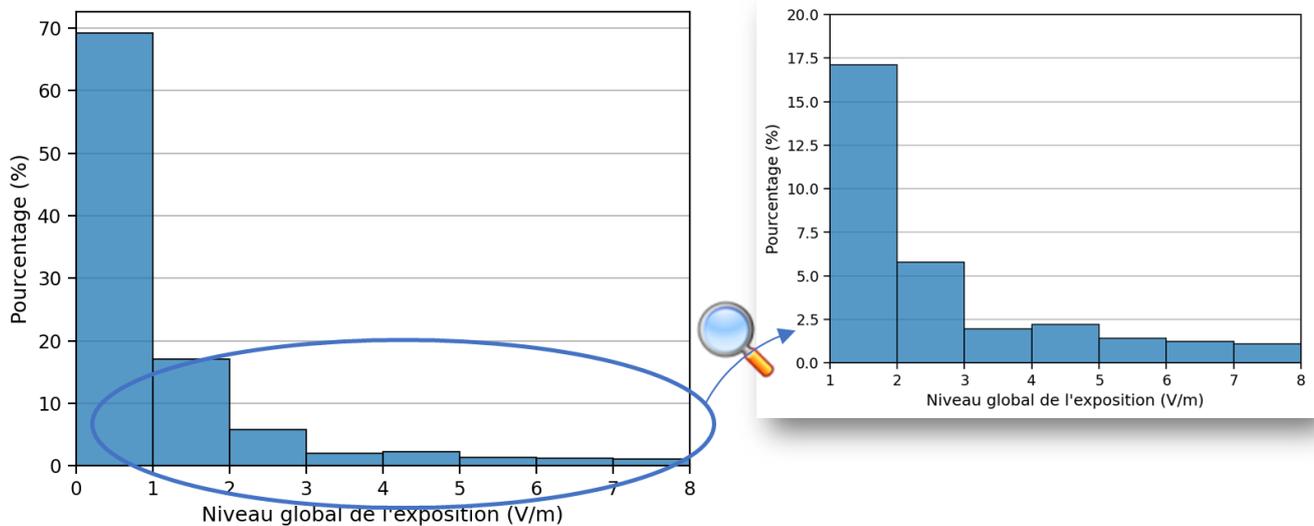


Figure 17 distribution des niveaux de champs électriques mesurés selon le cas A du protocole de mesure et zoom sur la distribution des valeurs supérieures à 1 V/m

La Figure 18 compare les niveaux de champs électriques mesurés en zones rurale et urbaine. Les distributions sont globalement similaires avec une large majorité de niveaux inférieurs à 1 V/m (plus de 90 % des cas en milieu rural et plus de 60 % des cas en milieu urbain). Toutefois, les niveaux mesurés apparaissent plus élevés en milieu urbain qu'en milieu rural.

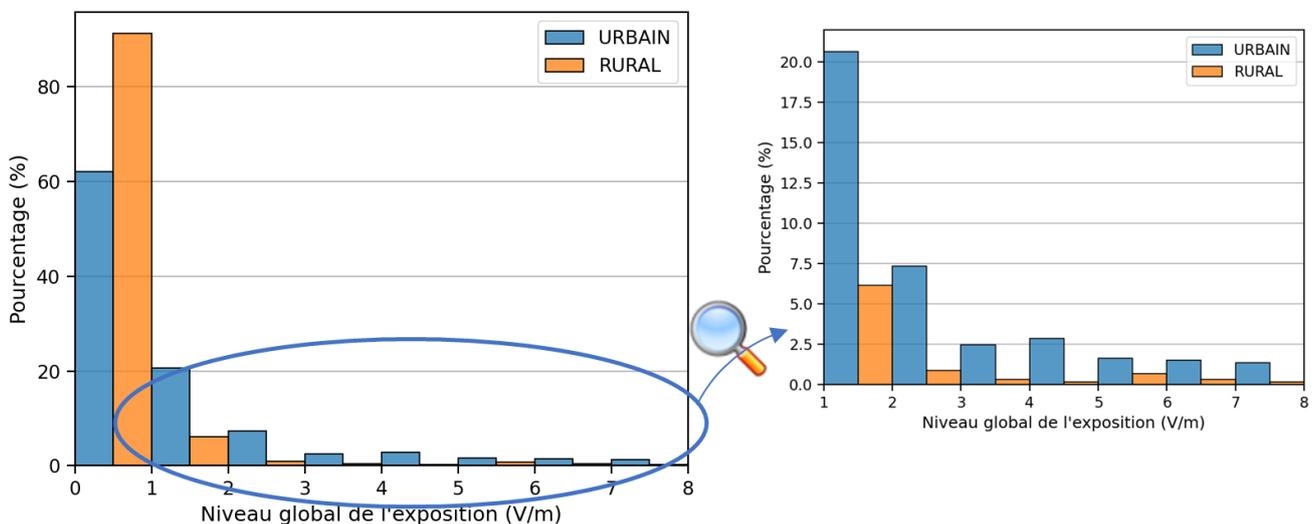


Figure 18 Comparaison des distributions des niveaux de champ électrique mesuré en milieu rural (barres pleines) et en milieu urbain (barres hachurées) et zoom sur les distributions au-delà de 1 V/m

La Figure 19 compare les niveaux des champs électriques mesurés en intérieur et en extérieur. Les distributions sont également globalement similaires, avec une large majorité de niveaux inférieurs à 1 V/m (plus de 70 % des cas en intérieur et plus de 60 % des cas en extérieur). Toutefois, les niveaux mesurés sont légèrement plus élevés en extérieur qu'en intérieur, comme les années précédentes.

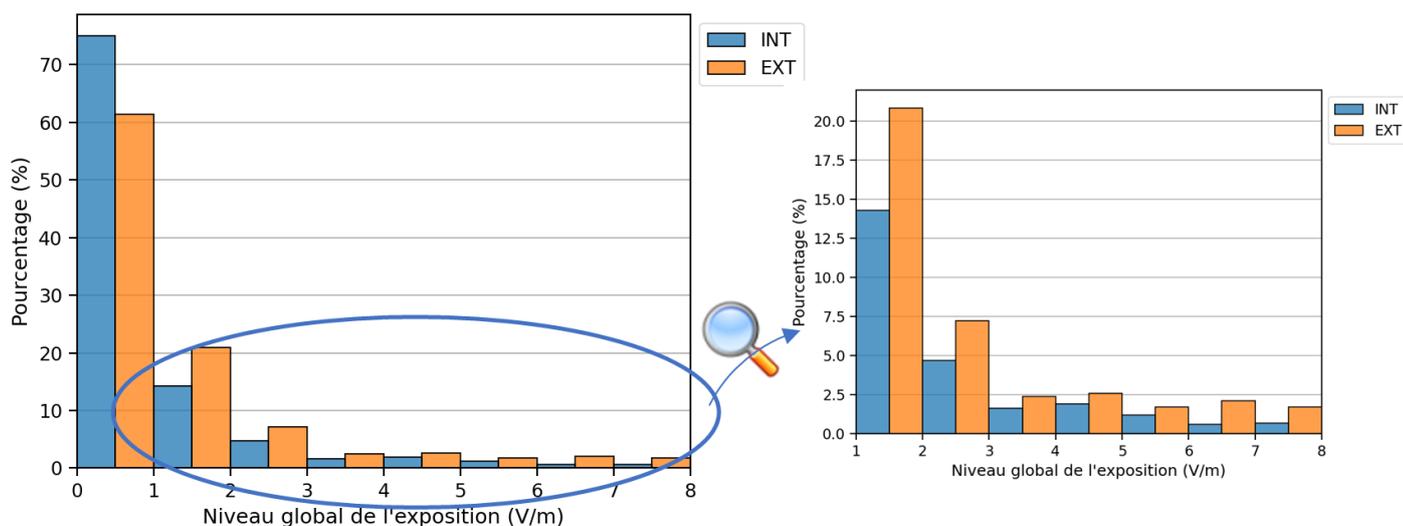


Figure 19 Comparaison des distributions des niveaux de champ électrique mesurés en intérieur (barres pleines) et en extérieur (barres hachurées)

### 3.3 Analyse détaillée des résultats de l'année 2024

Dans 1 634 cas sur les 2 373 analysés dans cette étude, une mesure selon le cas B du protocole de mesure a été réalisée. Les informations sur la contribution des différentes sources d'exposition sont alors disponibles.

Une mesure selon le cas B est réalisée si la demande l'exige, mais elle devient systématique en cas de dépassement du niveau de 6 V/m lors de la mesure selon le cas A du protocole.

Les principales sources d'exposition mesurées sont la téléphonie mobile (TM), les services de radiodiffusion FM et le WiFi (cf. Figure 20). La catégorie « Autre service » comprend les services de HF (ondes courtes, moyennes et longues), PMR (*Professional Mobile Radio*), Radars, diffusion TV et de téléphone sans fil de type DECT (*Digital Enhanced Cordless Telecommunications*). Enfin, la catégorie « Pas significatif » regroupe les cas où une mesure sélective en fréquence a été effectuée mais où toutes les contributions sont inférieures à 0,05 V/m, seuil de sensibilité de l'appareil de mesure sélectif en fréquence.

Dans les deux tiers des cas (67 %), la téléphonie mobile est le contributeur principal de l'exposition mesurée. Cette tendance apparaît moins marquée en milieu rural où la téléphonie mobile reste le contributeur majoritaire le plus fréquent, mais avec une prévalence moindre (40 % des cas). Elle est plus nette en extérieur où, dans près de 77 % des cas, la téléphonie mobile apparaît comme le contributeur principal.

La radiodiffusion FM est moins souvent le contributeur principal en milieu rural (3 % des cas) qu'en milieu urbain (4 % des cas). Enfin, dans près de 37 % des cas en milieu rural et dans 12 % des cas en milieu urbain, aucune source détectable (c'est-à-dire produisant typiquement à elle seule plus de 0,05 V/m) n'est relevée. Ces cas correspondent à tous ceux où une mesure selon le cas B a été explicitement demandée, alors que le champ total était très faible.

En environnement intérieur, le WiFi est le contributeur principal dans 16 % des cas. En extérieur, le WiFi est contributeur principal dans moins de 1 % des mesures réalisées en 2024.

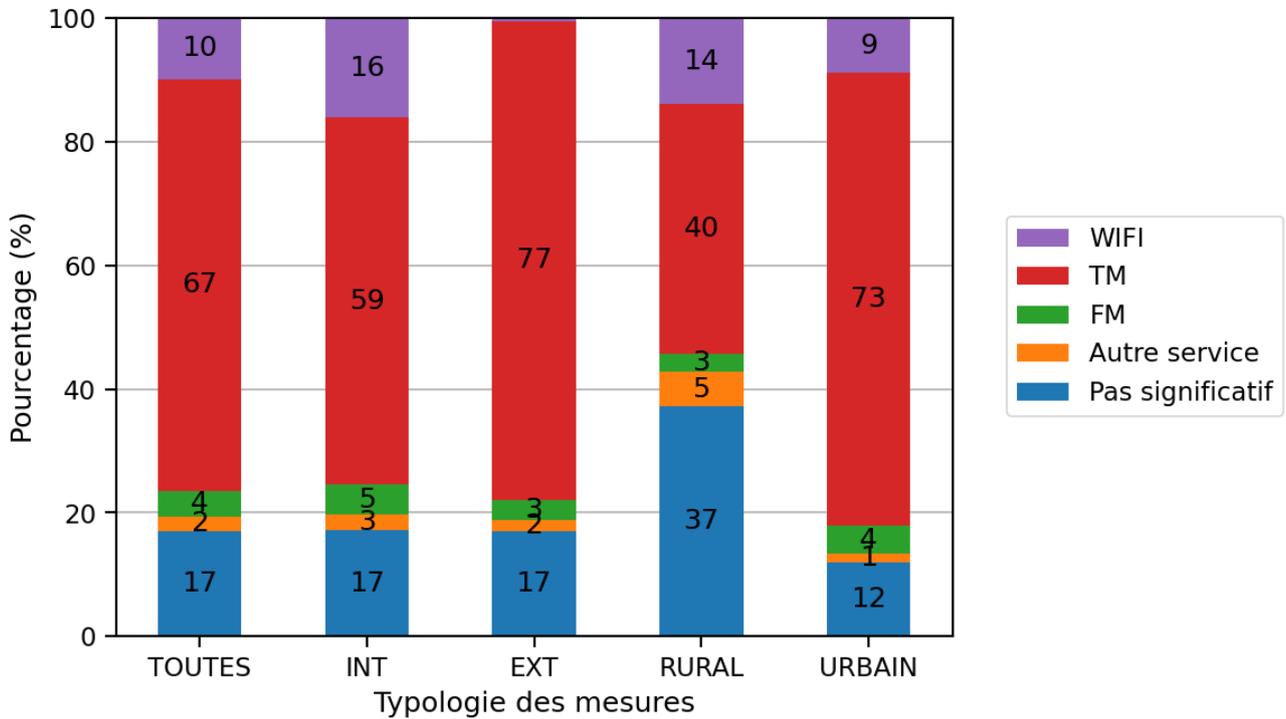


Figure 20 synthèse des contributeurs principaux selon la typologie des lieux réalisée sur les résultats des 1 783 mesures effectuées en 2024 selon le cas B du protocole

La Figure 21 nous révèle que, lorsque la téléphonie mobile (TM) est le contributeur principal, 90 % des niveaux d'exposition globale sont inférieurs à 5 V/m alors que lorsque le WIFI domine, 90 % des niveaux mesurés sont inférieurs à 0,5 V/m.

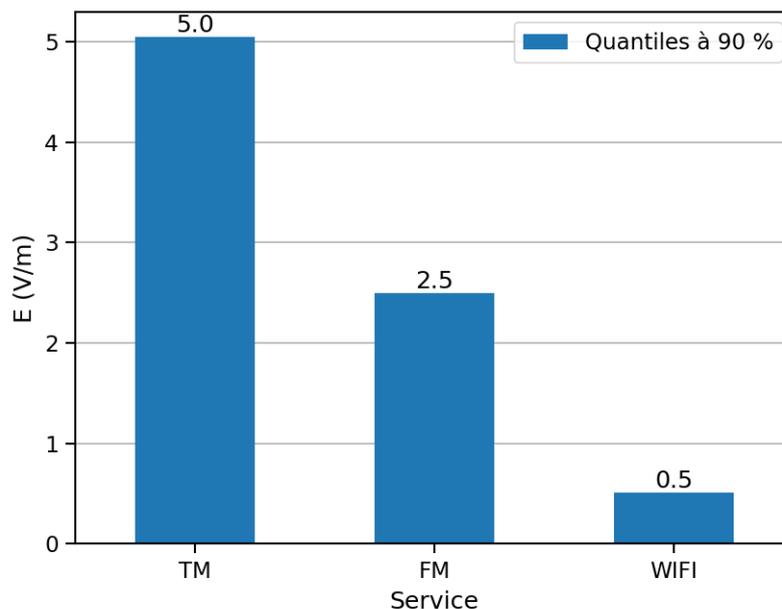


Figure 21 Valeur des quantiles à 90 % des niveaux d'exposition globale mesurés lorsque différents services dominent. La figure se lit ainsi : lorsque la téléphonie mobile (TM) domine, 90 % des niveaux d'exposition globale mesurés sont inférieurs à 5 V/m

Lorsque la téléphonie mobile est le contributeur principal (c'est-à-dire dans 1 087 cas sur 1 634 cas B), le niveau d'exposition le plus important est constaté, dans près de 43 % des cas observés, dans les bandes basses (700, 800 ou 900 MHz), comme l'illustre la Figure 22. La catégorie « indéterminé » correspond aux situations où plusieurs bandes présentent des contributions principales équivalentes. Jusqu'en 2018, la bande 900 MHz était prédominante, représentant près de 50 % des cas. Depuis 2019, cette répartition a évolué : les bandes 700 et 800 MHz constituent désormais chacune le principal contributeur dans 15 % des cas où la téléphonie mobile domine.

Lorsque le WiFi ou d'autres services sont le contributeur principal, les niveaux sont par ailleurs particulièrement faibles (respectivement 0,5 V/m et 0,4 V/m à 90 %) : cela traduit avant tout que le contributeur TM dans ces cas est bien inférieur à la moyenne observée sur l'ensemble du territoire.

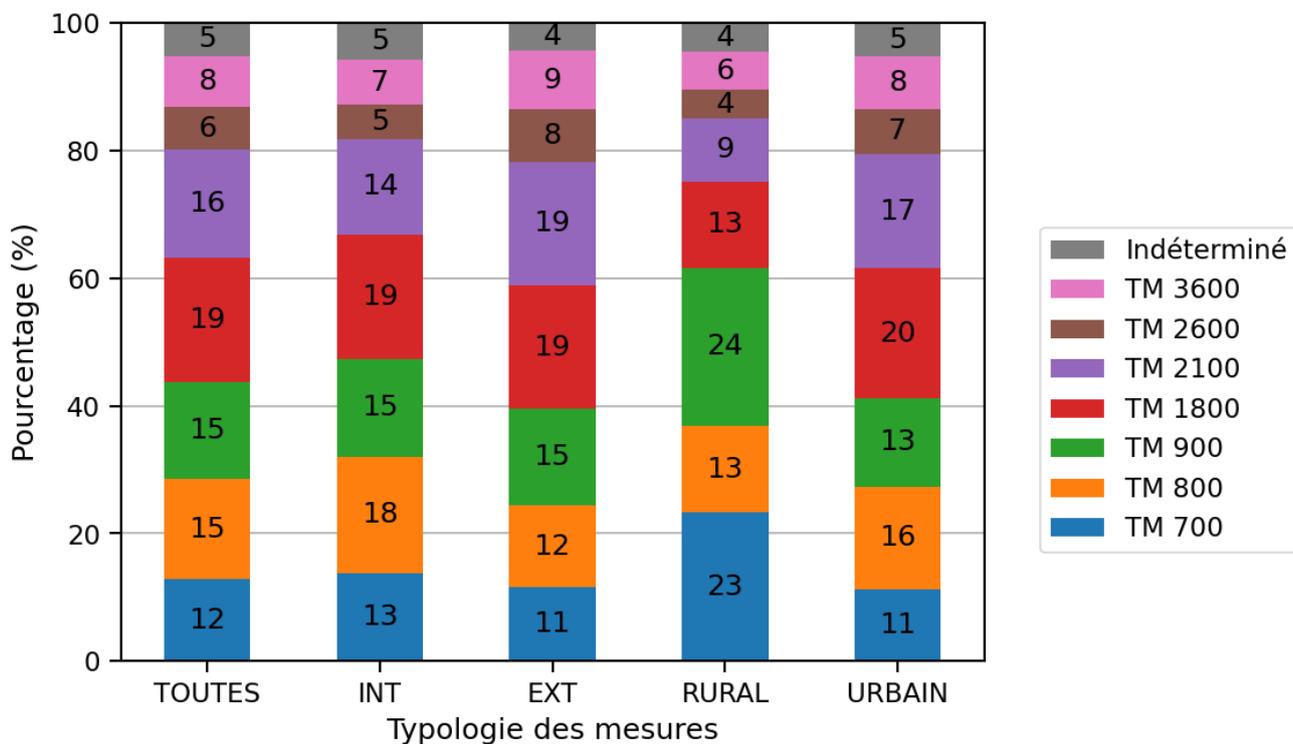


Figure 22 Dans le cas où la téléphonie mobile est le contributeur principal, nature des contributions principales selon les bandes de fréquence

|                | <b>Moyenne</b> | <b>Médiane<br/>(50%)</b> | <b>99 %</b> | <b>Max</b> |
|----------------|----------------|--------------------------|-------------|------------|
| <i>TM 700</i>  | 0,51           | 0,21                     | 3,9         | 8,9        |
| <i>TM 800</i>  | 0,58           | 0,28                     | 3,5         | 14,3       |
| <i>TM 900</i>  | 0,62           | 0,32                     | 4,1         | 13,1       |
| <i>TM 1800</i> | 0,70           | 0,33                     | 4,7         | 9,1        |
| <i>TM 2100</i> | 0,65           | 0,33                     | 4,5         | 6,2        |
| <i>TM 2600</i> | 0,53           | 0,24                     | 4,2         | 7,0        |
| <i>TM 3600</i> | 0,41           | 0,17                     | 3,2         | 12,8       |
| <i>TM</i>      | 1,7            | 0,92                     | 9,9         | 21,7       |

Tableau 6 Quantiles<sup>12</sup> des niveaux d'exposition mesurés (en V/m) dans les différentes bandes de fréquence de la téléphonie mobile lorsque celle-ci est le contributeur principal du niveau d'exposition mesuré

<sup>12</sup> Le tableau se lit ainsi : lorsque la téléphonie mobile (TM) est le contributeur principal, 99% des niveaux d'exposition mesurés en 2024 dans la bande 700 MHz sont inférieurs à 3,9 V/m.

## Annexe 1 : Le protocole de mesure

L'ANFR tient à jour depuis 2002 le protocole de mesure de l'exposition aux ondes référencé au Journal Officiel qui permet d'évaluer le niveau global d'exposition aux ondes et de vérifier la conformité des niveaux d'exposition vis-à-vis des valeurs limites réglementaires. Ce protocole couvre l'ensemble des émissions radioélectriques de 9 kHz à 300 GHz.

La version 3.1 du protocole de mesure en vigueur jusqu'en novembre 2018 portait exclusivement sur les radiofréquences entre 100 kHz et 300 GHz. La version 4.0 en vigueur à partir de novembre 2017 permet de mieux caractériser les niveaux de champs créés par les nouveaux objets connectés et d'évaluer des niveaux d'exposition dès 9 kHz, notamment pour prendre en compte les compteurs communicants.

Selon l'objet de l'évaluation, les mesures portent donc sur la gamme de fréquences 100 kHz – 300 GHz, ou sur la bande de fréquences 9 kHz – 100 kHz.

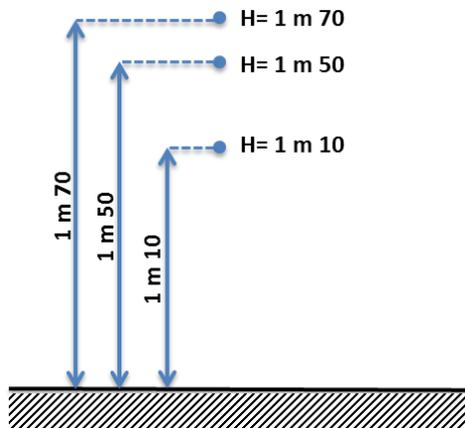
Ce rapport porte exclusivement sur l'évaluation dans la bande de fréquences au-delà de 100 kHz et ne traite pas des objets communicants fixes.

La liste des services dans cette bande de fréquences pris en compte est indiquée sur le site [www.anfr.fr](http://www.anfr.fr). Les principaux services sont la téléphonie mobile dans les différentes bandes de fréquences, la radiodiffusion FM, la télévision (TV), les réseaux radio professionnels (PMR), les services HF (ondes courtes, moyennes et longues), les radars, le Wifi et le téléphone sans fil (DECT).

La première étape du processus de mesure au-delà de 100 kHz consiste à choisir entre une mesure de l'exposition globale large bande (cas A) ou détaillée en fréquences (cas B). Le cas A globalise toutes les sources et fréquences et repose sur l'utilisation d'une sonde large bande. Le cas B, toujours précédé d'un cas A, précise les valeurs de champs par sources, fréquences ou sous-bandes de fréquences. Il repose sur l'utilisation d'un analyseur de spectre. Ce choix tient compte de la demande formulée mais, lorsque le niveau d'exposition évalué selon le cas A du protocole dépasse le niveau d'attention de 6 V/m, une évaluation selon le cas B du protocole devient obligatoire.

Les niveaux mesurés au-delà de 100 kHz sont en général destinés à refléter des valeurs moyennes dans l'espace par rapport à la dimension du corps humain.

Trois points de mesure sont au minimum utilisés (cf. Figure 23), ce qui permet en général de répondre aux exigences relatives à l'incertitude.



*Figure 23 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. Au-delà de 10 GHz, le temps d'intégration est de  $68/f^{1,05}$  minutes ( $f$  est exprimée en GHz).

## Annexe 2 : Le dispositif national de surveillance de l'exposition du public aux ondes radioélectriques

Afin de renforcer la transparence et l'indépendance du financement des mesures d'exposition du public aux ondes électromagnétiques, la loi n° 2009-967 du 3 août 2009 relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement a mis en place un nouveau dispositif de surveillance et de mesure des champs électromagnétiques.

Le financement des mesures réalisées par les laboratoires accrédités repose sur un fonds public alimenté jusqu'à fin 2018 par une taxe payée principalement par les opérateurs de téléphonie mobile. L'ANFR assure la gestion de ce fonds et met à disposition du public les résultats des mesures.

Toute personne physique ou morale peut demander à faire mesurer l'exposition aux ondes électromagnétiques aussi bien dans les locaux d'habitation que dans des lieux accessibles au public (parcs, commerces...). Cette démarche est gratuite.

La personne qui souhaite faire réaliser une mesure remplit un formulaire de demande, téléchargeable sur le site internet [www.service-public.fr](http://www.service-public.fr). Elle doit faire contresigner ce formulaire par un organisme habilité par le décret n° 2013-1162 du 14 décembre 2013 : collectivités locales (communes, groupements de communes...), agences régionales de santé, certaines associations agréées par le ministère de l'environnement ou le ministère de la santé.

En vue de simplifier les démarches pour les usagers, un téléservice a été mis en place pour ces demandes de mesure de l'exposition aux ondes électromagnétiques : <http://mesures.anfr.fr>.

La personne transmet la demande à l'ANFR qui missionne un laboratoire accrédité et indépendant pour réaliser la mesure. L'ANFR règle ensuite au laboratoire le montant de l'intervention. Le demandeur reçoit directement résultats de la mesure effectuée. Pour toute mesure réalisée sur le territoire d'une commune, une synthèse du rapport est en outre transmise à la mairie. Enfin, les mesures réalisées sont rendues publiques sur [www.cartoradio.fr](http://www.cartoradio.fr).

Ce dispositif est opérationnel depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2014.

En juin 2018, ce dispositif national de surveillance a évolué pour prendre en compte de nouvelles sources potentielles d'exposition liées aux objets communicants fixes et pour permettre l'évaluation de l'exposition dans la bande de fréquences intermédiaires entre 9 kHz et 100 kHz conformément au protocole V.4 entré en vigueur en novembre 2017.

## ANNEXE 3 : La boîte à moustaches ou boîte de Tukey

La boîte à moustaches ou boîte de Tukey est une manière de représenter les distributions statistiques qui va faciliter la comparaison entre plusieurs distributions.

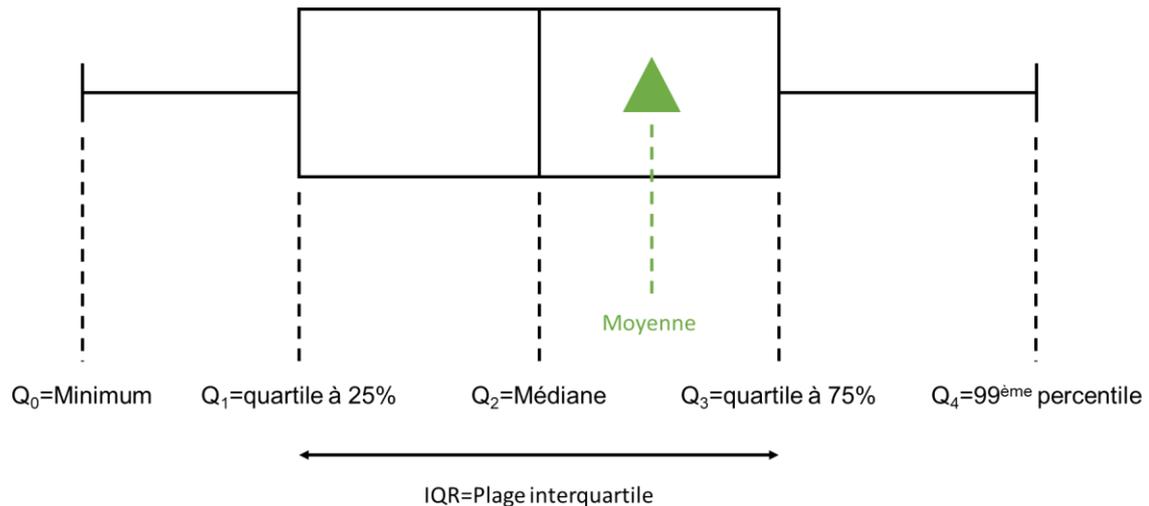


Figure 24 Schéma explicatif de la représentation en "boîte à moustaches"

La boîte à moustaches se définit sur l'identification d'un certain nombre de paramètres :

- Q<sub>0</sub> : la valeur minimum du jeu de mesures
- Q<sub>4</sub> : le 99<sup>ème</sup> percentile
- Q<sub>2</sub> : la valeur médiane du jeu de mesures, valeur délimitant 50% des mesures les plus petites et 50 % des valeurs les plus grandes,
- Q<sub>1</sub> : le quartile à 25 % est la valeur médiane de la première moitié du jeu de mesures,
- Q<sub>3</sub> : le quartile à 75 % est la valeur médiane de la deuxième moitié du jeu de mesures,
- Et enfin, la moyenne qui est représentée par un triangle vert.

Sur base de ces éléments, la plage interquartile peut être déterminée par la différence entre Q<sub>3</sub> et Q<sub>1</sub> :

$$IQR = Q_3 - Q_1$$