

Etude de l'exposition du public aux ondes radioélectriques

Analyse des résultats de mesures
d'exposition du public aux ondes
radiofréquences réalisées en 2018
dans le cadre du dispositif national de
surveillance.

Avril 2019

Synthèse

Cette étude porte sur les mesures réalisées en 2018 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, ce dispositif permet de faire mesurer gratuitement l'exposition aux ondes électromagnétiques aussi bien dans les locaux d'habitation que dans des lieux accessibles au public.

3 068 lieux ont fait l'objet de mesures dans la bande 100 kHz – 6 GHz en 2018. Ce nombre est comparable à celui des années précédentes. La typologie des mesures est stable depuis 2014. Concernant la répartition géographique des demandes, elle reste corrélée à la densité de la population.

La conformité du niveau d'exposition aux champs électromagnétiques 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 site pour lequel il y avait un dépassement théorique des niveaux de référence pour des sources émettant à plusieurs fréquences après extrapolation. Ce cas a été traité et le niveau global de champ mesuré avant extrapolation est passé de 23,1 V/m à 4 V/m.

L'analyse globale conclut à un niveau de champ médian de 0,40 V/m, tandis que 90 % des niveaux mesurés à la sonde large bande apparaissent inférieurs à 1,8 V/m. Les niveaux des champs mesurés sont plus élevés en milieu urbain qu'en milieu rural et plus élevés en extérieur qu'en intérieur. En 2018, une légère hausse est observée par rapport aux années précédentes avec un niveau médian qui passe d'environ 0,36 V/m entre 2014 et 2017 à 0,40 V/m en 2018. Cette tendance concerne le milieu urbain et reste à confirmer dans les prochaines analyses.

L'analyse détaillée, possible quand une mesure selon le « cas B » du protocole a été réalisée, révèle que la téléphonie mobile est le principal contributeur dans plus de 60 % des cas.

En milieu rural, cette tendance apparaît moins marquée avec seulement 39 % des cas où la téléphonie mobile domine et dans près de 30 % des cas, aucune source significative n'est mesurée. En extérieur, la téléphonie mobile domine dans près de 80 % des cas.

Le tableau ci-dessous synthétise l'analyse des résultats pour 2018. Le tableau se lit ainsi : 90 % des niveaux d'exposition mesurés en 2018 en milieu rural sont inférieurs à 0,83 V/m.

	Nombre de mesures	50 % (médiane)	90 %	99 %	Max
Rural	578 19%	0,23* V/m	0,83 V/m	3,2 V/m	9,5 V/m
Urbain	2490 81%	0,48 V/m	2,1 V/m	6,4 V/m	23,1 V/m
Intérieur	1952 64%	0,33* V/m	1,7 V/m	5,7 V/m	23,1 V/m
Extérieur	116 36%	0,62 V/m	2,0 V/m	6,3 V/m	14,5 V/m
Total	3068	0,40 V/m	1,8 V/m	6,1 V/m	23,1 V/m

*Ces valeurs sont en-dessous du seuil de sensibilité typique des appareils de mesures utilisés pour l'analyse globale de l'exposition qui est de 0,38 V/m

Executive summary

This study addresses measurements carried out in 2018 as part of the French national surveillance process of public exposure to electromagnetic waves in the 100 kHz - 6 GHz band. Open to private individuals and local authorities, the process allows, for free, assessing exposure to electromagnetic waves at home and in areas accessible to the public.

3,068 locations were measured in the 100 kHz - 6 GHz band in 2018. This number is comparable to that of previous years. The typology of measurement has been stable since 2014. Regarding the geographical distribution of demands, it remains correlated with the density of the population.

The compliance of the level of exposure to electromagnetic fields in the 100 kHz - 6 GHz band with the decree 2002-775 of May 3rd, 2002 was declared on all the sites which were the object of a measurement with the exception of a site for which there was a theoretical exceedance after extrapolation of the reference levels for sources emitting at several frequencies. This case was processed and the overall measured field level before extrapolation decreased from 23.1 V/m to 4 V/m.

The overall analysis states a median field level of 0.40 V/m, while 90% of the levels measured at the broadband probe appear below 1.8 V/m. The measured field levels are higher in urban than in rural areas and higher outdoors than indoors. In 2018, a slight increase is observed compared to previous years, with a median level rising from around 0.36 V/m between 2014 and 2017 to 0.40 V/m in 2018. This trend concerns the urban environment and remains to be confirmed in the next analyses.

The detailed analysis, possible when a measurement according to the "case B" of the protocol was carried out, reveals that the mobile telephony is the main contributor in more than 60% of the cases. In rural areas, this trend appears less pronounced with only 39% of cases where mobile telephony dominates and in almost 30% of cases, no significant source is measured. Mobile telephony dominates in almost 80% of cases outdoors.

The table below summarizes the analysis of the results obtained in 2018. The table reads as follows: 90% of the exposure levels measured in 2018 in rural areas are lower than 0.83 V/m.

	Number of measurements	50 % (median)	90 %	99 %	Max
Rural	578 19%	0.23* V/m	0.83 V/m	3.2 V/m	9.5 V/m
Urban	2490 81%	0.48 V/m	2.1 V/m	6.4 V/m	23.1 V/m
Indoor	1952 64%	0.33* V/m	1.7 V/m	5.7 V/m	23.1 V/m
Outdoor	116 36%	0.62 V/m	2.0 V/m	6.3 V/m	14.5 V/m
Total	3068	0.40 V/m	1.8 V/m	6.1 V/m	23.1 V/m

* these values are below the typical sensitivity threshold of the broadband instruments of 0.38 V/m

Sommaire

1.	INTRODUCTION	5
2.	BILAN DES MESURES	7
2.1.	Typologie des demandes.....	7
2.2.	Analyse des résultats.....	10
2.3.	Analyse détaillée des résultats	15
Annexe 1.	Le protocole de mesure	18
Annexe 2.	Le dispositif national de surveillance de l'exposition du public aux ondes radioélectriques	20

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).

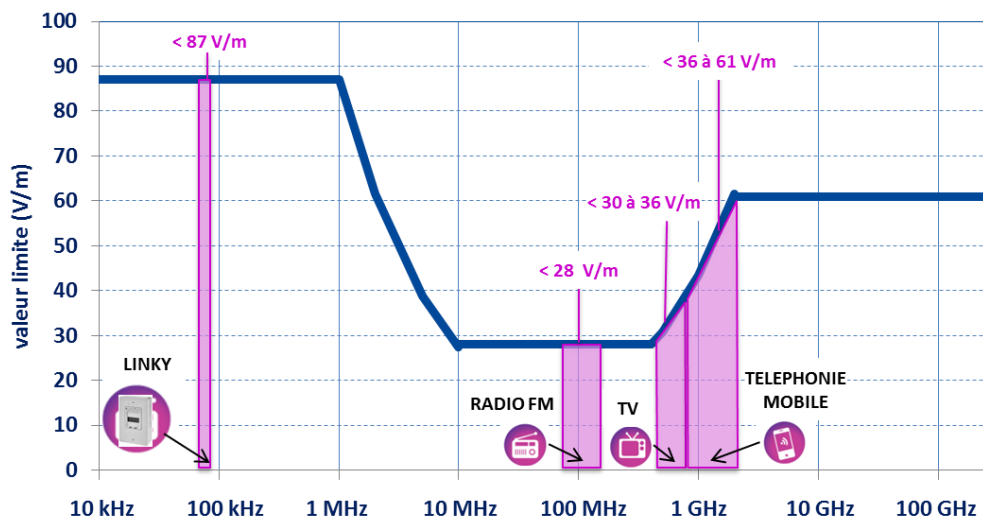


Figure 1: valeurs limites réglementaires fixées en France par le décret du 3 mai 2002 n° 2002-775

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 2018, deux versions de protocoles ont successivement été en vigueur, les versions 3.1 et 4 décrits en Annexe 1. La version 4 du protocole a notamment élargi la plage d'évaluation de l'exposition aux fréquences intermédiaires entre 9 kHz et 100 kHz. Il vise principalement à évaluer le niveau d'exposition induit par les équipements fixes utilisés dans les réseaux de télécommunication ou par les installations radioélectriques fixes et il est donc recommandé, pendant les mesures, d'éteindre les équipements dont les émissions sont contrôlées et non permanentes. Cependant, si un ou des équipements font l'objet d'une demande particulière, elle doit être expressément signifiée dans le rapport de mesure et des dispositions particulières doivent être prises pour que ces équipements soient en émission au cours des mesures.

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 est destinataire de l'ensemble des rapports de mesure réalisés selon ce protocole et les publie sur le site cartoradio.fr.

Le dispositif national de surveillance de l'exposition aux ondes électromagnétiques géré par l'ANFR et effectif depuis le 1^{er} janvier 2014 est détaillé en Annexe 2 de ce rapport. Ce dispositif permet à toute personne physique ou morale de 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.

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'ANFR¹.

En juin 2018, ce dispositif a évolué pour prendre en compte de nouvelles sources potentielles d'exposition liées aux objets communicants fixes comme les compteurs Linky par exemple.

Cependant, ce rapport porte exclusivement sur les mesures d'exposition aux radiofréquences au-delà de 100 kHz. Les résultats des mesures de l'exposition concernant les objets communicants fixes feront l'objet d'une analyse séparée.

¹ <http://www.anfr.fr/contrôle-des-frequences/exposition-du-public-aux-ondes/la-mesure-de-champ/analyse-des-mesures-realisees/>

2. Bilan des mesures

2.1. Typologie des demandes

3 068 lieux ont fait l'objet de mesures dans la bande 100 kHz-6 GHz en 2018 dans le cadre du dispositif déjà décrit. C'est un nombre comparable à celui des années précédentes (cf. Figure 2).

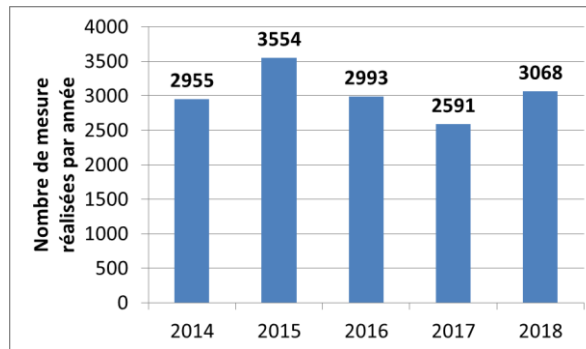


Figure 2 : nombre de mesures réalisées par an dans le cadre du dispositif national (en dehors des campagnes nationales de mesure de 2014 et 2017)

En 2018, comme les années précédentes, l'ensemble du territoire a été concerné par ces mesures, comme illustré sur la Figure 3. Sur cette figure, les points les plus récents recouvrent les points les plus anciens s'ils occupent la même position.

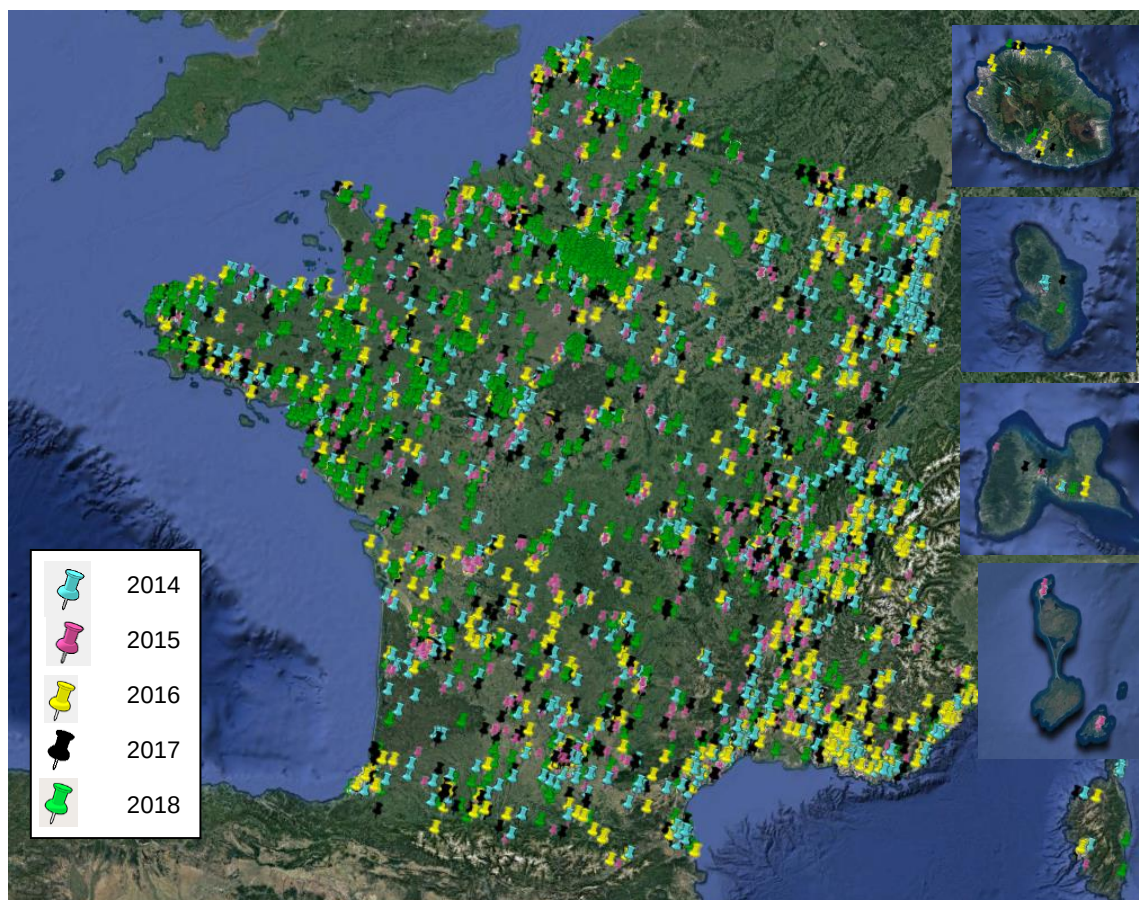


Figure 3 : répartition géographique des mesures réalisées chaque année

Comme les années précédentes, le nombre de demandes de mesure dans une zone géographique apparaît proportionnel à sa population et au nombre de supports de téléphonie mobile. Il existe en effet une forte corrélation entre le nombre de mesures réalisées dans un département et son nombre d'habitants (cf. Figure 4). Le cas de Paris est particulier puisque la ville de Paris réalise chaque année des campagnes de mesures de plusieurs centaines de points.

Le coefficient de corrélation linéaire de Pearson entre le nombre de mesures et le nombre d'habitants vaut 0,76 si l'on exclut Paris. Rapporté à sa population, le nombre de demandes dans une zone apparaît similaire en milieu urbain ou rural.

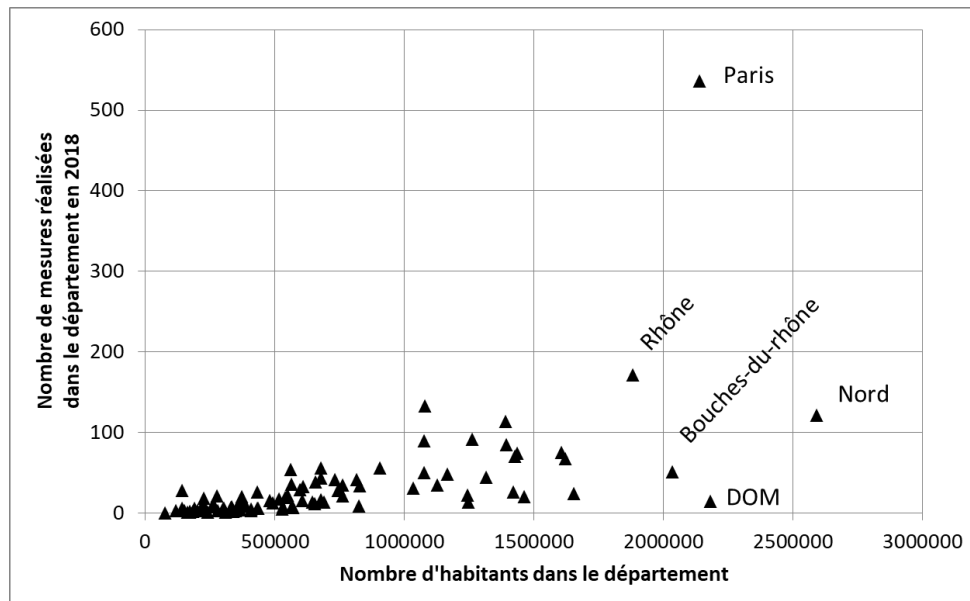


Figure 4 : corrélation entre le nombre de mesures réalisées dans les départements français et leur nombre d'habitants

Les mesures sont notamment caractérisées par :

- le type de mesure : cas A, 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).

La Figure 5 illustre la typologie des mesures réalisées en 2018 et les années précédentes. En juin 2018, le dispositif de surveillance de l'exposition a évolué pour prendre en compte de nouvelles sources potentielles d'exposition liées aux objets communicants fixes. Cette évolution a conduit à la disparition du cas A+ dans le formulaire de demande de mesures. Ce type de demande s'est reporté sur le cas B plus détaillé. Ainsi, en 2018, les mesures selon le cas B du protocole représentent une large majorité des mesures (76 %). Le reste est constitué de mesures réalisées selon le cas A (23 %). Le cas A+ ne représente plus que 1 % des mesures.

La majorité des mesures (84 %) ont été réalisées en milieu urbain, reflet de la répartition de la population française puisque près de 80 % de la population française vit en milieu urbain².

La majorité des mesures (64 %) ont été réalisées en intérieur. Enfin, 56 % d'entre elles ont concerné les lieux d'habitation et 23 % des espaces publics.

² Selon la base des unités urbaines de 2010 de l'INSEE

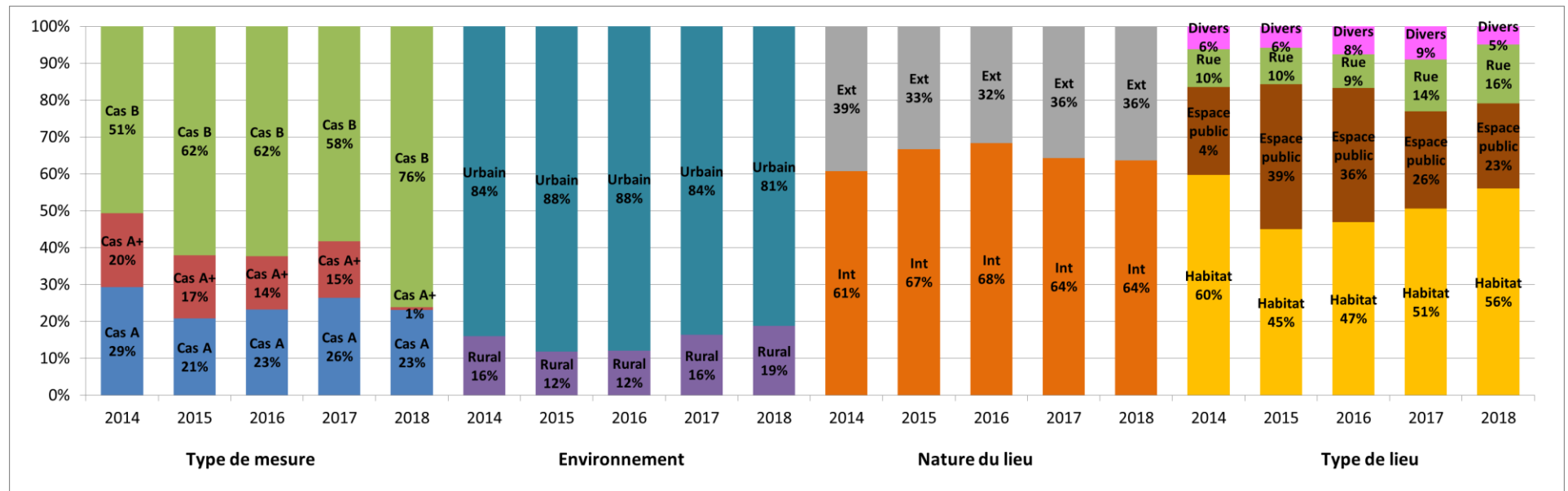


Figure 5 : typologie des mesures réalisées chaque année depuis 2014 dans le cadre du dispositif de surveillance de l'exposition géré par l'ANFR (en dehors des campagnes nationales de l'Etat menées en 2014 et 2017)

2.2. Analyse des résultats

L'analyse globale porte sur les résultats des mesures selon le cas A du protocole. Ces mesures sont disponibles pour l'ensemble des 2 591 mesures analysées puisque les mesures selon le cas B du protocole sont systématiquement précédées d'une mesure selon le cas A. Ces mesures globales sont réalisées à l'aide d'une sonde large bande qui fournit une valeur de champ électrique. La sensibilité de ces appareils de mesure est typiquement de 0,38 V/m.

La Figure 6 illustre la répartition de niveaux d'exposition mesurés à la sonde large bande selon le cas A du protocole. Une grande majorité (80%) de ces niveaux d'exposition sont inférieurs à 1 V/m. 1 % des niveaux mesurés dépassent la valeur d'attention de 6 V/m au-delà de laquelle une mesure selon le cas B du protocole est 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 site pour lequel est apparu après extrapolation un dépassement théorique des niveaux de référence pour des sources émettant à plusieurs fréquences. Ce cas a été traité et le niveau de champ global mesuré avant extrapolation est passé de 23,1 V/m à 4 V/m.

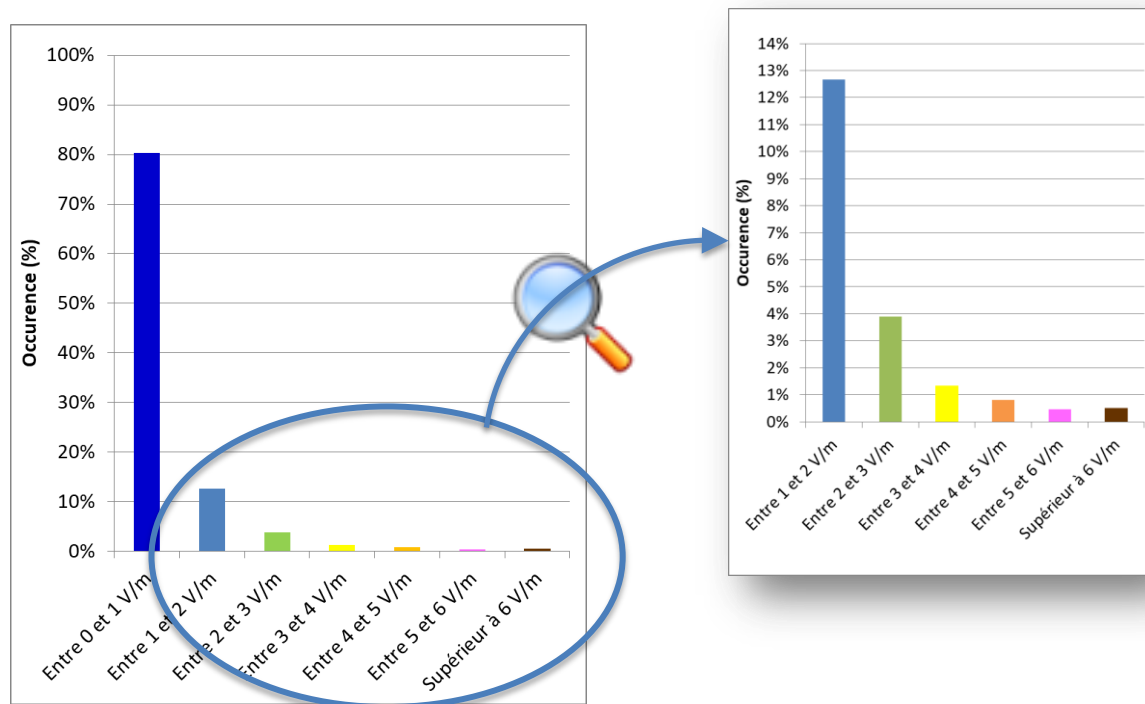


Figure 6 : distribution des niveaux de champs électriques mesurés selon le cas A du protocole de mesure et zoom sur la distribution des valeurs supérieures à 1 V/m

La 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 2018 est globalement similaire à celle des niveaux mesurés les années précédentes.

Année	E (V/m)	≥ 1 V/m	≥ 2 V/m	≥ 3 V/m	≥ 4 V/m	≥ 5 V/m	≥ 6 V/m
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 %

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

Cependant, une légère hausse se dessine en 2018 par rapport aux années précédentes (cf. Figure 7). Cette tendance reste à confirmer dans les prochaines analyses.

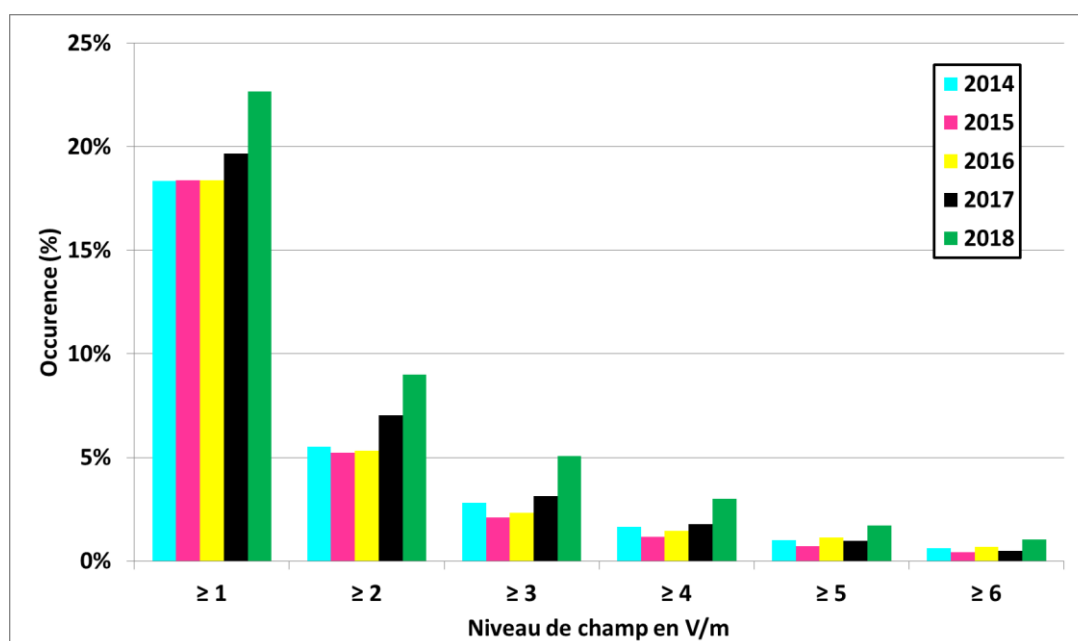


Figure 7 : répartition des niveaux de champs électriques mesurés selon le cas A du protocole de mesure selon les années

Dans 1% des cas, le niveau global d'exposition mesuré dépasse 6 V/m en 2018 contre 0,4% à 0,7% les années précédentes. Ce niveau global d'exposition de 6 V/m est celui retenu par l'ANFR en 2017 comme critère pour définir les points atypiques introduits par la loi n° 2015-136 du 9 février 2015, c'est-à-dire les lieux dans lesquels le niveau d'exposition aux champs électromagnétiques dépasse substantiellement celui généralement observé à l'échelle nationale. Ces points atypiques font l'objet d'une analyse spécifique³.

³ <https://www.anfr.fr/contrôle-des-fréquences/exposition-du-public-aux-ondes/la-mesure-de-champ/recensement-des-points-atypiques/>

La Figure 8 compare les niveaux de champs électriques mesurés en milieu rural et en milieu urbain. Les distributions sont globalement similaires avec une large majorité de niveaux de champs électriques inférieurs à 1 V/m (93,4 % des cas en milieu rural et 73,6 % des cas en milieu urbain). Toutefois, les niveaux mesurés apparaissent plus élevés en milieu urbain qu'en milieu rural. Cette tendance est plus marquée que les années précédentes.

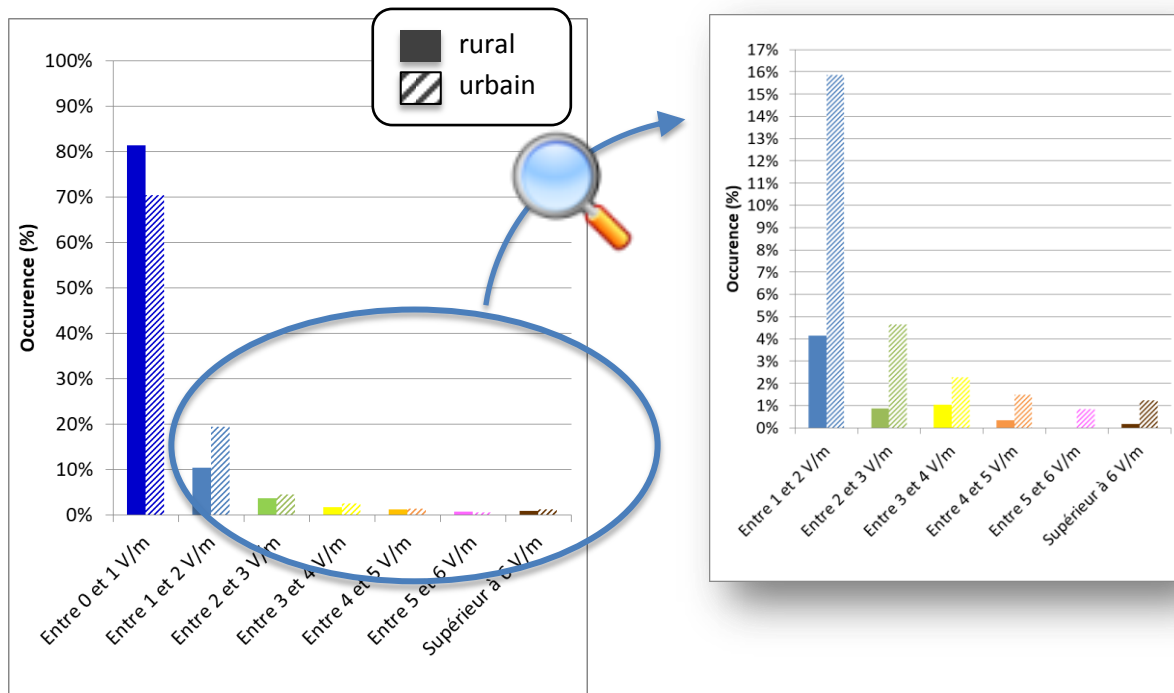


Figure 8 : comparaison des distributions des niveaux de champ électrique mesuré en milieu rural (barres pleines) et en milieu urbain (barres hachurées) et zoom sur les distributions au-delà de 1 V/m

La Figure 9 compare les niveaux des champs électriques mesurés en intérieur et en extérieur. Les distributions sont également globalement similaires avec une large majorité de niveaux de champs électriques inférieurs à 1 V/m (81,4 % des cas en intérieur et 70,3 % des cas en extérieur). Toutefois, les niveaux mesurés sont légèrement plus élevés en extérieur qu'en intérieur.

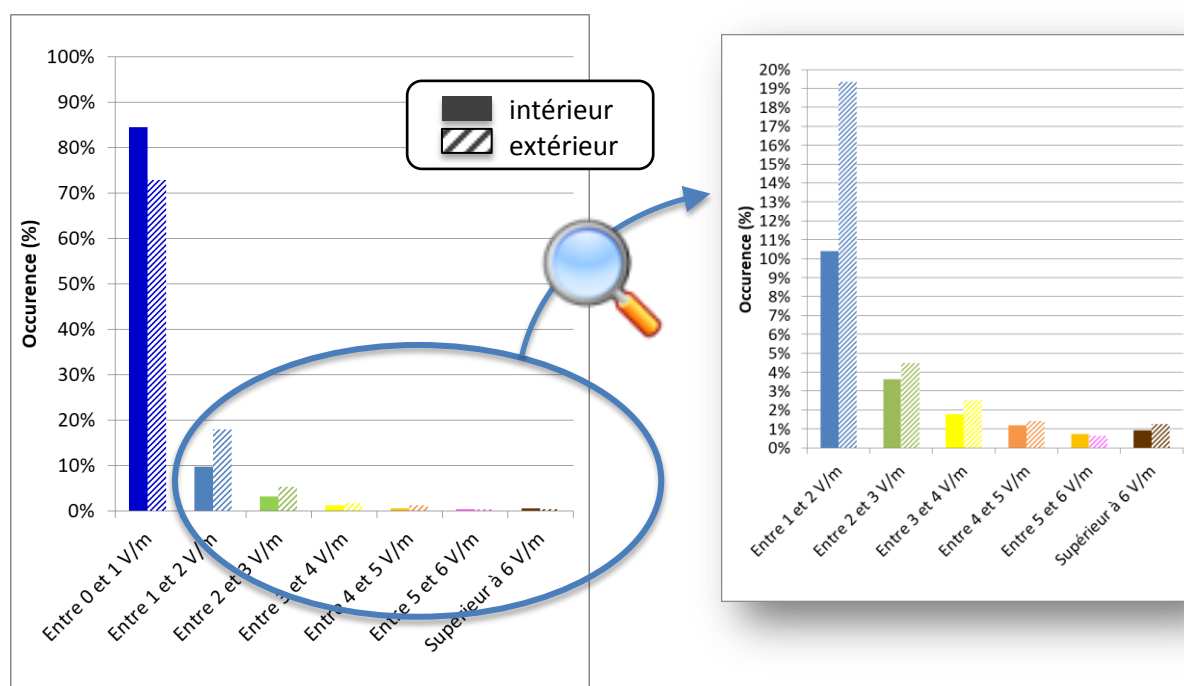


Figure 9 : comparaison des distributions des niveaux de champ électrique mesurés en intérieur (barres pleines) et en extérieur (barres hachurées)

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 en 2014 et 2017.

Cette analyse globale montre donc que, comme pour les années précédentes, les niveaux d'exposition du public aux ondes électromagnétiques sont globalement nettement inférieurs aux valeurs limites réglementaires en vigueur.

Comme illustré sur la Figure 10, jusqu'en 2017, il n'y avait pas eu d'évolution significative ni sur les valeurs médianes mesurées (barres bleues sur la figure), ni sur les 1% des valeurs les plus élevées (traits noirs sur la figure) mais en 2018, une légère tendance à la hausse est observée. Cette tendance à la hausse est visible en milieu urbain (cf. Tableau 2) et reste à confirmer dans les prochaines analyses.

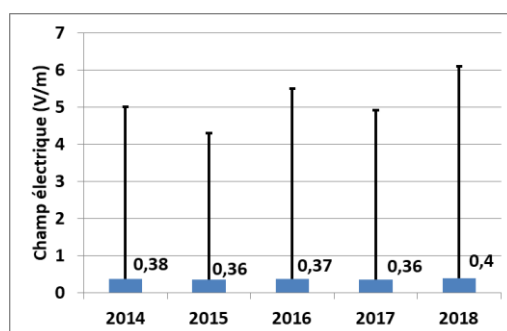


Figure 10: valeurs médianes (barres bleues) et percentiles à 99 % (traits noirs) en fonction des années

	Nombre de mesures					50 % (médiane)				
	2014	2015	2016	2017	2018	2014	2015	2016	2017	2018
Rural	472 16%	421 12 %	364 12%	425 16 %	578 19%	0,26* V/m	0,23* V/m	0,24* V/m	0,25 V/m	0,23 V/m
Urbain	2483 84%	3154 88 %	2629 88%	2166 84 %	2490 81%	0,43 V/m	0,40 V/m	0,41 V/m	0,40 V/m	0,48 V/m
Intérieur	1797 61%	2387 67 %	2046 67%	1666 64%	1952 64%	0,31* V/m	0,36* V/m	0,30* V/m	0,31 V/m	0,33 V/m
Extérieur	1158 39%	1190 33 %	947 33%	914 36%	1116 36%	0,53 V/m	0,56 V/m	0,56 V/m	0,52 V/m	0,62 V/m
Total	2955	3577	2993	2591	3068	0,38 V/m	0,36* V/m	0,38 V/m	0,36* V/m	0,4 V/m

	90 %					99 %					Max				
	2014	2015	2016	2017	2018	2014	2015	2016	2017	2018	2014	2015	2016	2017	2018
Rural	0,77 V/m	0,86 V/m	0,90 V/m	0,95 V/m	0,83 V/m	2,5 V/m	3,2 V/m	2,8 V/m	2,7 V/m	3,2 V/m	10,2 V/m	19,4 V/m	9,6 V/m	3,9 V/m	9,5 V/m
Urbain	1,5 V/m	1,5 V/m	1,5 V/m	1,7 V/m	2,1 V/m	5,5 V/m	4,5 V/m	5,6 V/m	5,2 V/m	6,4 V/m	15,7 V/m	26,8 V/m	25,4 V/m	11,2 V/m	23,1 V/m
Intérieur	1,3 V/m	1,3 V/m	1,2 V/m	1,3 V/m	1,7 V/m	4,7 V/m	3,6 V/m	4,1 V/m	4,9 V/m	5,7 V/m	10,4 V/m	8,1 V/m	11,2 V/m	10,5 V/m	23,1 V/m
Extérieur	1,6 V/m	1,5 V/m	1,9 V/m	1,9 V/m	2,0 V/m	5,6 V/m	5,7 V/m	6,3 V/m	4,9 V/m	6,3 V/m	15,7 V/m	26,8 V/m	25,4 V/m	11,2 V/m	14,5 V/m
Total	1,4 V/m	1,5 V/m	1,4 V/m	1,6 V/m	1,8 V/m	5 V/m	4,5 V/m	5,5 V/m	4,9 V/m	6,1 V/m	15,7 V/m	26,8 V/m	25,4 V/m	11,2 V/m	23,1 V/m

* ces valeurs sont en-dessous du niveau de sensibilité typique des appareils de mesures utilisés dans le cas A du protocole qui est typiquement de 0,38 V/m.

Tableau 2: quantiles⁴ des niveaux d'exposition mesurés en France depuis 2014

⁴ Le tableau se lit ainsi : 90% des niveaux d'exposition mesurés en milieu rural en 2018 sont inférieurs à 0,83 V/m.

2.3. Analyse détaillée des résultats

Dans 2 337 cas sur les 3 068 cas 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 disponibles dans ces cas.

Une mesure selon le cas B est réalisée en fonction de la demande formulée et systématiquement 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 HF, le WiFi et les services de radiodiffusion FM (cf. Figure 11).

Dans la majorité des cas (62 %), la téléphonie mobile est le contributeur principal de l'exposition mesurée. Cette tendance est moins marquée en milieu rural où la téléphonie mobile reste majoritaire, mais avec une prévalence moindre (39 % des cas). Elle est en revanche plus marquée en extérieur où, dans plus de 79 % 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 (9 % des cas). Enfin, dans près de 30 % des cas en milieu rural et dans près de 10 % des cas en milieu urbain, aucune source significative (typiquement de 0,05 V/m) n'est relevée.

En environnement intérieur, le WiFi est le principal contributeur dans 13 % des cas alors qu'il n'est jamais contributeur principal en extérieur sur les mesures réalisées en 2018.

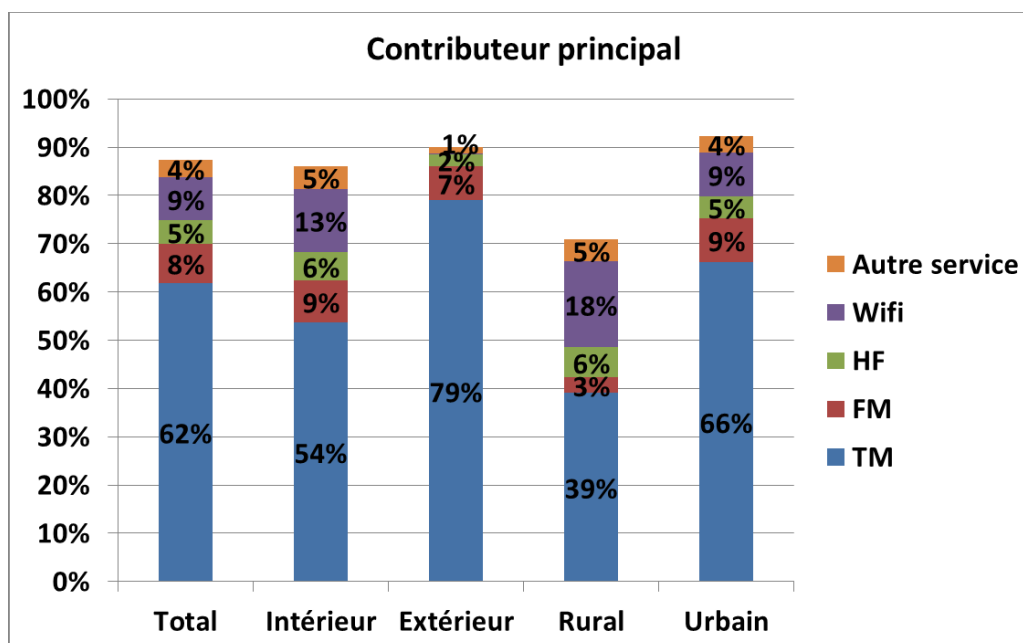


Figure 11 : synthèse des contributeurs principaux selon la typologie des lieux réalisée sur les résultats des 2 337 mesures effectuées en 2018 selon le cas B du protocole

Les services HF (ondes courtes, moyennes et longues) apparaissent comme un contributeur principal dans 5 % des cas. Cependant, les cas où la HF domine sont des cas où les niveaux d'exposition sont très faibles et dans des bandes de fréquences où le niveau de bruit est plus élevé, ce qui relativise la contribution de ce service dans l'exposition globale (cf. Figure 12 qui indique la valeur des quantiles à 90 % des niveaux d'exposition mesurés lorsque différents services dominent). Par exemple, lorsque

la téléphonie mobile (TM) est le contributeur principal, 90 % des niveaux d'exposition sont inférieurs à 2,5 V/m alors que lorsque la HF domine, 90 % des niveaux mesurés sont inférieurs à 0,3 V/m.

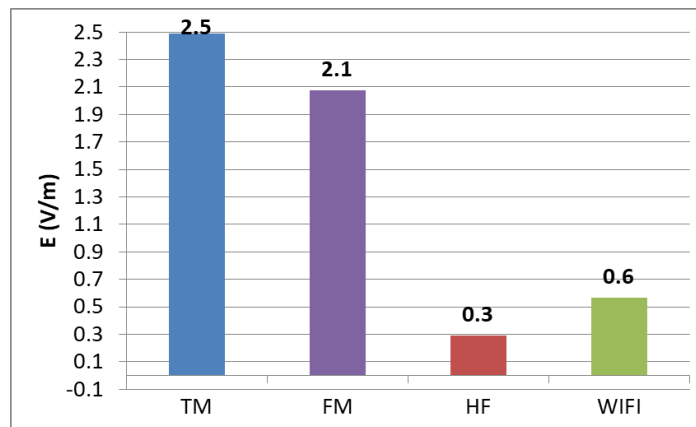


Figure 12: valeur des quantiles à 90 % des niveaux d'exposition globale mesurés lorsque différents services dominent. La figure se lit ainsi : lorsque la téléphonie mobile (TM) domine, 90 % des niveaux d'exposition globale mesurés sont inférieurs à 2,5 V/m

Parmi les différentes bandes de fréquences de la téléphonie mobile, la bande 900 MHz est la plus représentée avec une occurrence de plus de 67 % (cf. Figure 13). Le déploiement de la bande 700 MHz a bien progressé avec 14 % d'occurrence en 2018 contre 6% en 2017. La téléphonie mobile dans la bande 2 600 MHz est également plus présente que les années précédentes avec une occurrence de 50 % comparable à la TM 1800 par exemple.

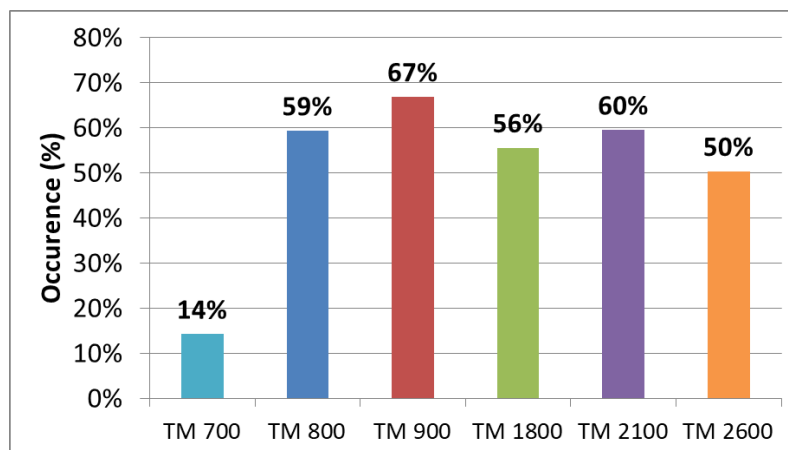


Figure 13 : détection des différentes bandes de téléphonie mobile (TM) lors des mesures selon le cas B

Lorsque la téléphonie mobile est le contributeur principal (c'est-à-dire dans 1 447 cas sur 2 337 cas B), le niveau d'exposition le plus important est dans près de 50 % des cas observés dans la bande 900 MHz de la téléphonie mobile comme l'illustre la Figure 14. Cette tendance est plus marquée en milieu rurale où la bande 900 est le contributeur principal dans 67 % des cas alors que la bande 700 n'est jamais contributeur principal.

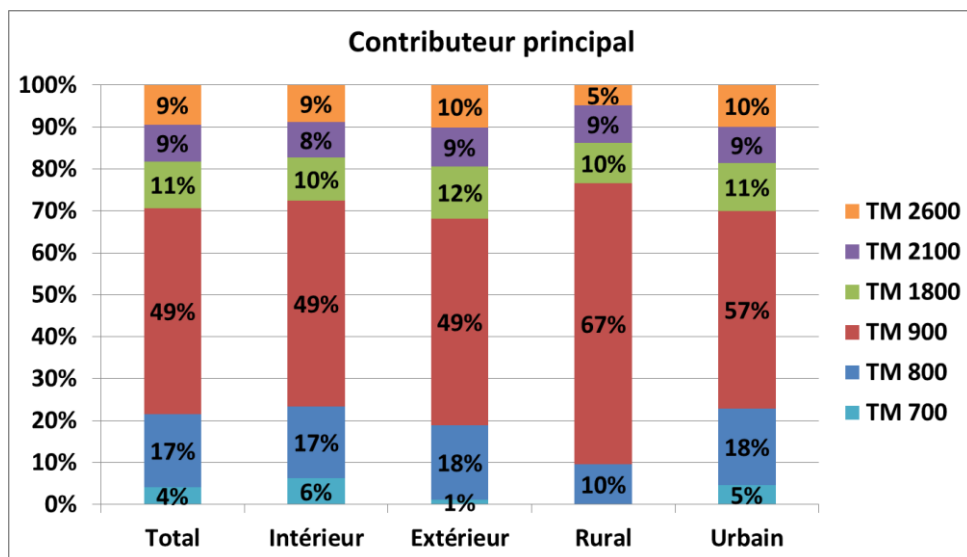


Figure 14 : dans le cas où la téléphonie mobile est le contributeur principal, nature des contributions principales selon les bandes de fréquence

Le Tableau 3 récapitule les principales caractéristiques des niveaux d'exposition des différentes bandes de fréquences de la téléphonie mobile mesurées lorsque la téléphonie mobile est le contributeur principal du niveau d'exposition globale.

	50 % (médiane)	90 %	99 %	Max
TM 700	0,17 V/m	0,81 V/m	2,5 V/m	4,3 V/m
TM 800	0,25 V/m	1 V/m	3,2 V/m	6,6 V/m
TM 900	0,35 V/m	1,3 V/m	4,5 V/m	6,6 V/m
TM 1800	0,24 V/m	0,85 V/m	0,94 V/m	15,5 V/m
TM 2100	0,22 V/m	0,94 V/m	2,9 V/m	7,7 V/m
TM 2600	0,23 V/m	0,96 V/m	3,2 V/m	6,6 V/m
TM	0,63 V/m	2,2 V/m	6,5 V/m	18,9 V/m

Tableau 3 : quantiles⁵ des niveaux d'exposition mesurés dans les différentes bandes de fréquence de la téléphonie mobile lorsque celle-ci est le contributeur principal du niveau d'exposition mesuré

⁵ Le tableau se lit ainsi : lorsque la téléphonie mobile (TM) est le contributeur principal, 90% des niveaux d'exposition mesurés en 2018 dans la bande 700 MHz sont inférieurs à 0,81 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. 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 fournit 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 15), ce qui permet en général de répondre aux exigences relatives à l'incertitude.

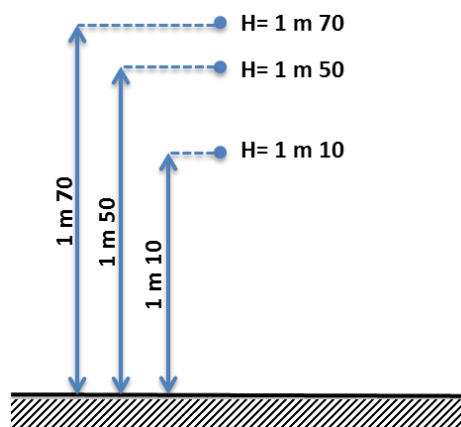


Figure 15 : position des points de mesure pour le calcul d'une valeur moyenne spatiale sur trois points

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).

L'évaluation globale (cas A) peut être complétée par une évaluation informative des niveaux de champ électrique des principaux services : radiodiffusion FM, télévision (TV), téléphonie mobile, téléphonie sans fils (DECT), et Wi-Fi. Cette évaluation informative est nommée « cas A+ » dans ce rapport. L'emplacement du point de mesure pour l'évaluation informative est celui du cas A à la hauteur pour lequel le niveau de champ est maximal.

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. Elle doit faire contre-signer 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.

Ce dispositif est opérationnel depuis le 1^{er} 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.