



Campagne nationale de mesure des radiofréquences dans les lycées

Convention DGPR-CSTB n°2201070605

Sutharsini SIVANANTHAM, Ingrid SCHNEIDER, Corinne MANDIN
Direction Santé – Confort

**Rapport référencé CSTB-DSC/2020-034
Rapport final – Juin 2020**

SOMMAIRE

1	Introduction	5
2	Méthode de collecte et d'exploitation des données	6
2.1	Constitution de l'échantillon	6
2.2	Réalisation des mesures de radiofréquences	6
2.3	Extrapolation des résultats bruts au parc national des lycées	7
2.4	Base de données fournie par l'Agence nationale des fréquences (ANFR)	8
2.5	Mise en perspective par rapport aux valeurs limites réglementaires	9
2.6	Méthodes statistiques utilisées	10
3	Niveaux de radiofréquences dans les lycées en France	11
3.1	Niveaux de radiofréquences globaux (cas A)	12
3.2	Niveaux de radiofréquences par type d'émetteur et bande de fréquences (cas B).....	12
4	Déterminants des niveaux de radiofréquences dans les lycées	14
4.1	Identification des potentiels facteurs explicatifs	14
4.2	Analyse des corrélations entre les niveaux de radiofréquences et les variables explicatives...	16
4.3	Modèle explicatif du niveau de radiofréquences dans les lycées	17
5	Conclusion.....	18
5.1	Niveaux de radiofréquences.....	18
5.2	Analyse des radiofréquences par service	18
5.3	Déterminants des niveaux de radiofréquences	18
6	Références	19
	ANNEXES	20

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Liste des données fournies par l'ANFR.....	8
Tableau 2. Distribution des niveaux de radiofréquences dans les lycées en France métropolitaine (N = 4 122).....	12
Tableau 3. Distribution des niveaux de radiofréquences détaillés par type d'émetteur et bande de fréquences dans les lycées en France métropolitaine (N = 3 377)	13
Tableau 4. Niveaux médians de radiofréquences selon les variables explicatives dans les lycées (N = 4 122) (cas A du protocole de mesure de l'ANFR (ANFR, DR15))	15
Tableau 5. Synthèse des corrélations entre le niveau de radiofréquences dans les lycées et ses facteurs explicatifs (N = 4 122)	17
Tableau 6. Modèle de régression linéaire multivariée du niveau de radiofréquences dans les lycées (N = 4 122).....	17
Tableau 7. Taille de l'échantillon estimée pour différentes valeurs de la précision relative	21
Tableau 8. Plan de sondage, nombre de lycées instrumentés et restant à instrumenter	22
Tableau 9. Comparaison de la répartition par strate des lycées en France et dans l'échantillon pour le calcul des poids de redressement	25
Tableau 10. Distribution des variables explicatives quantitatives (N = 4 122).....	27
Tableau 11. Distribution des variables explicatives qualitatives (N = 4 122)	28
Tableau 12. Corrélations entre le niveau global de radiofréquences et les variables explicatives quantitatives (test de Pearson) (N = 4 122).....	29
Tableau 13. Corrélations entre le niveau global de radiofréquences et les variables explicatives qualitatives (ANOVA) (N = 4 122)	29

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Valeurs limites réglementaires fixées en France par le décret du 3 mai 2002 n° 2002-7759	
Figure 2. Répartition géographique des 117 lycées ayant participé à la campagne de mesure des radiofréquences selon leur densité urbaine (rurale/urbaine)11	11
Figure 3. Synthèse des contributeurs principaux des niveaux de radiofréquences dans les lycées en France métropolitaine selon la typologie de l'environnement (N = 3 377)13	13
Figure 4. Zones climatiques de la France métropolitaine (RT 2012).....23	23

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1. Échantillonnage des lycées21	21
Annexe 2. Zones climatiques de la France métropolitaine23	23
Annexe 3. Définition du niveau d'atypicité des champs électromagnétiques (ANFR, 2018)24	24
Annexe 4. Redressement de l'échantillon25	25
Annexe 5. Méthodes d'analyse statistique pour la recherche des déterminants.....26	26
Annexe 6. Sélection des variables explicatives du niveau de radiofréquences27	27

LISTE DES ABREVIATIONS

ANFR : Agence nationale des fréquences
CEM : champs électromagnétiques
DECT : téléphonie fixe sans fil
EHPA : établissement d'hébergement pour personnes âgées
HF : hautes fréquences (ondes courtes, moyennes et longues)
OQAI : Observatoire de la qualité de l'air intérieur
PMR : réseaux radio professionnels
Radiodiffusion FM : radiodiffusion en modulation de fréquences
RNT : radio numérique terrestre
TM : téléphonie mobile (TM « downlink » : émission des antennes vers les terminaux mobiles) dans les différentes bandes de fréquences
TV : télévision

1 Introduction

Un dispositif gratuit de mesure des ondes électromagnétiques dans différents lieux de vie (écoles, logements, hôpitaux, etc.) et espaces extérieurs publics visant à améliorer les connaissances sur l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques a été mis en place le 1^{er} janvier 2014.

Afin d'évaluer l'exposition de la population à l'échelle nationale, des mesures dans des **échantillons représentatifs du parc des établissements recevant du public (ERP)** ont été réalisées. Une première campagne de mesure a été conduite dans un échantillon d'écoles de France métropolitaine, en lien avec la campagne nationale « écoles » de l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI) (CSTB, 2018).

Pour poursuivre l'étude des niveaux d'exposition de la population aux radiofréquences dans les environnements intérieurs, le ministère en charge de l'Environnement a souhaité s'intéresser aux autres établissements accueillant des populations sensibles. Il a ainsi été décidé d'investiguer **les collèges, les lycées, les établissements d'hébergement pour personnes âgées et les hôpitaux**. Des mesures intérieures de radiofréquences y ont été effectuées selon le protocole de mesure de l'Agence nationale des fréquences (ANFR, DR15) par des laboratoires accrédités.

Le présent document décrit l'**étude des mesures de radiofréquences réalisées dans les lycées**. Cette étude a pour objectifs de :

- réaliser un état descriptif des niveaux d'exposition aux radiofréquences dans les lycées en France métropolitaine ;
- mettre en perspective ces niveaux d'exposition avec les valeurs limites réglementaires ;
- rechercher les déterminants de ces niveaux à partir des caractéristiques de l'environnement et des émetteurs de radiofréquences situés autour des lycées.

2 Méthode de collecte et d'exploitation des données

2.1 Constitution de l'échantillon

La taille de l'échantillon d'établissements nécessaire à la campagne de mesure, parmi les 4 125 lycées de France métropolitaine au démarrage de l'étude, a été estimée à partir de mesures réalisées dans des lycées (en intérieur) par l'ANFR entre janvier 2015 et septembre 2016. Cette taille a été calculée pour une précision relative de l'estimateur du niveau moyen de radiofréquences fixée à 20 % (Annexe 1).

Il a été décidé d'intégrer les 96 lycées déjà instrumentés par l'ANFR dans l'échantillon d'étude afin de réduire les coûts. L'analyse de leur répartition par strate, c'est-à-dire selon la zone géographique (Annexe 2) et la densité urbaine, a permis d'identifier les strates sous-représentées par rapport au parc national des 4 125 lycées. Un nombre minimal de deux établissements par strate a été fixé pour pouvoir décrire correctement chaque strate *a minima*. Pour compléter les strates ne vérifiant pas ce critère et obtenir un échantillon répondant à la précision souhaitée, un objectif de 20 nouveaux lycées à instrumenter a été déterminé.

Des établissements non sélectionnés ont eu connaissance de la campagne de mesure et ont souhaité y participer. Ces établissements volontaires ont été instrumentés mais exclus des analyses statistiques. Dans certaines strates, l'objectif de recrutement a été dépassé car des établissements ont donné leur accord de participation tardivement, après que d'autres recrutements aient été réalisés. Malgré ces accords tardifs, il a été décidé d'instrumenter l'ensemble de ces lycées. Enfin, les zones climatiques H2a et H2d ne comptent chacune que 3 lycées en milieu rural en France. Parmi eux, seul un lycée de la zone H2d rurale a accepté de participer à la campagne de mesure et aucun lycée n'a été instrumenté pour la zone H2a rurale.

Finalement, 21 nouveaux lycées ont été recrutés et instrumentés en 2019, portant à **117 le nombre de lycées dans l'échantillon final**.

2.2 Réalisation des mesures de radiofréquences

Les mesures de radiofréquences ont été réalisées dans 117 lycées par les laboratoires Aexpertise et Exem, entre janvier 2015 et décembre 2019 selon les versions 3.0, 3.1 puis 4.0 du protocole de mesure de l'ANFR (ANFR, DR15). Toutes les mesures ont été réalisées à l'intérieur des bâtiments.

Le protocole de mesure comprend trois étapes. Dans un premier temps, le niveau d'exposition global est mesuré à différents emplacements du lycée à l'aide d'une sonde large bande d'une sensibilité de 0,38 V/m. Ce relevé dit intermédiaire est effectué à une hauteur de 150 cm et permet de déterminer le point de niveau de champ électrique maximum. Dans un deuxième temps, le niveau d'exposition global est mesuré à trois hauteurs différentes à l'emplacement du niveau maximum relevé, ou éventuellement à un emplacement pertinent demandé par l'établissement. Une moyenne spatiale des trois mesures est calculée (cas A). Enfin, une mesure détaillée des niveaux de champ électrique par type d'émetteur et bande de fréquences est réalisée à l'aide d'un analyseur de spectre à l'emplacement défini précédemment (cas B). La mesure selon le cas B du protocole n'est pas systématiquement réalisée, elle n'est obligatoire que lorsque le niveau global mesuré dépasse la valeur d'attention de 6 V/m (Annexe 3).

L'analyseur de spectre utilisé par le laboratoire Aexpertise détecte les niveaux de radiofréquences supérieurs à 0,01 V/m et l'appareil utilisé par le laboratoire Exem détecte les niveaux supérieurs à 0,05 V/m.

Le protocole de mesure couvre l'ensemble des émissions radioélectriques de 100 kHz à 300 GHz. Les principaux services pris en compte sont la téléphonie mobile (TM « downlink » : émission des antennes vers les terminaux mobiles) dans les différentes bandes de fréquences, la radiodiffusion FM, la radio numérique terrestre (RNT), la télévision (TV), les réseaux radio professionnels (PMR), les services HF (ondes courtes, moyennes et longues), les radars, le Wifi et la téléphonie fixe sans fil (DECT).

2.3 Extrapolation des résultats bruts au parc national des lycées

Afin d'exprimer les résultats bruts (mesurés dans l'échantillon) à l'échelle du parc national des lycées, un poids de redressement a été attribué à chaque lycée instrumenté. Ce poids correspond au nombre de lycées du parc représenté par chaque lycée de l'échantillon. Il tient compte de la stratification nationale des lycées selon la zone géographique et la densité urbaine. Il est calculé selon la formule suivante :

$$poids(x) = \frac{N_{strate}(x)}{n_{strate}(x)}$$

où :

- $poids(x)$ correspond au poids attribué au lycée x ;
- la $strate$ correspond au croisement entre la zone géographique et la densité urbaine du lycée x ;
- $N_{strate}(x)$ correspond au nombre total de lycées (à l'échelle de la France) dans la strate du lycée x ;
- $n_{strate}(x)$ correspond au nombre de lycées instrumentés (à l'échelle de l'échantillon) dans la strate du lycée x .

Après pondération des données, les répartitions des lycées selon les strates étudiées sont identiques dans l'échantillon et dans le parc national des lycées, en excluant la strate H2a rurale (Annexe 4).

2.4 Base de données fournie par l'Agence nationale des fréquences (ANFR)

Les données de mesure ont été collectées et mises à disposition par l'ANFR. Elles sont présentées dans le Tableau 1.

Tableau 1. Liste des données fournies par l'ANFR

Variables
Date de mesure
Nom du laboratoire qui a réalisé les mesures
Lieu de mesure : intérieur ou extérieur
Adresse du lieu de mesure
Commune du lieu de mesure
Longitude du lieu de mesure
Latitude du lieu de mesure
Environnement du lieu de mesure
Type de résultat : cas A ou cas B
Nombre d'installations visibles
Distance de l'installation visible la plus proche
Hauteur de l'installation visible la plus proche
Type de l'installation visible la plus proche
Distance de l'installation visible la plus loin
Hauteur de l'installation visible la plus loin
Type de l'installation visible la plus loin
Valeur globale de radiofréquence (V/M)
DECT (V/M) : téléphonie fixe sans fil
FM RNT (V/M) : radiodiffusion
HF (V/M) : services hautes fréquences
PMR (V/M) : réseaux radio professionnels
PMR BALISES (V/M) : réseaux radio professionnels
RADAR BALISES (V/M)

Variables
RADAR BLR (V/M)
TM 700 (V/M) : téléphonie mobile 700 Mhz
TM 800 (V/M) : téléphonie mobile 800 Mhz
TM 900 (V/M) : téléphonie mobile 900 Mhz
TM 1 800 (V/M) : téléphonie mobile 1 800 Mhz
TM 2 100 (V/M) : téléphonie mobile 2 100 Mhz
TM 2 600 (V/M) : téléphonie mobile 2 600 Mhz
TV (V/M)
WIFI (V/M)

2.5 Mise en perspective par rapport aux valeurs limites réglementaires

La campagne vise notamment à mettre en perspective les niveaux de radiofréquences dans les lycées par rapport aux valeurs limites réglementaires. Ces valeurs limites sont fixées par le décret n° 2002-775 du 3 mai 2002, qui reprend la recommandation européenne 1999/519/CE du Conseil du 12 juillet 1999. Elles sont comprises entre 28 V/m et 87 V/m selon les fréquences (Figure 1).

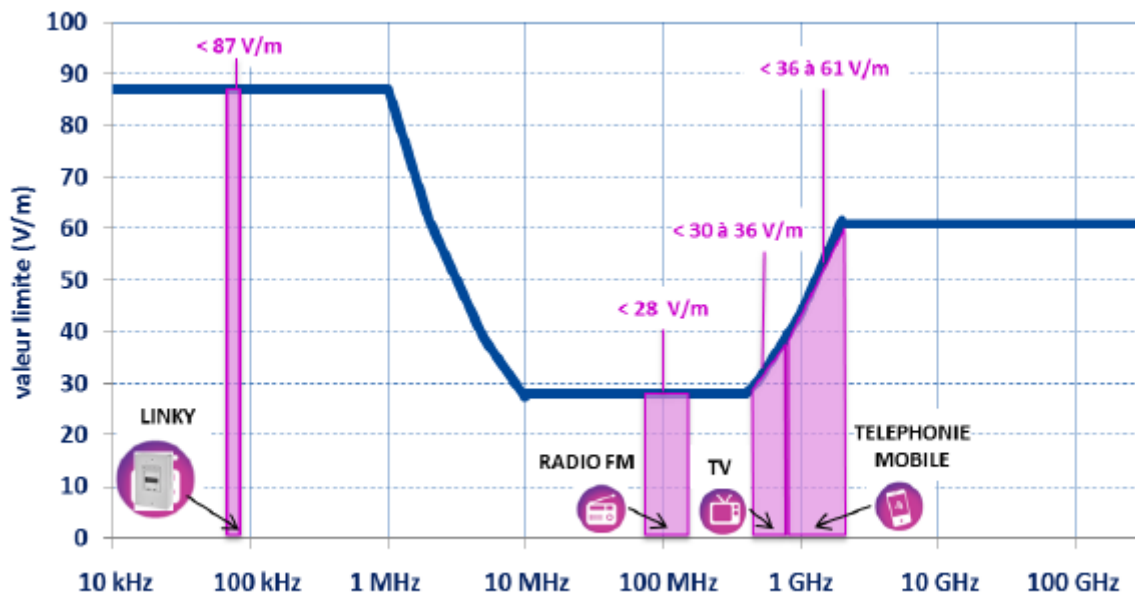


Figure 1. Valeurs limites réglementaires fixées en France par le décret du 3 mai 2002 n° 2002-775

2.6 Méthodes statistiques utilisées

Dans un premier temps, des statistiques descriptives des niveaux intérieurs de radiofréquences ont été calculées : moyenne, écart-type, médiane, 1^{er} et 3^{ème} quartiles, 5^{ème} et 95^{ème} percentiles. Les principaux types d'émetteurs et bandes de fréquences contribuant aux niveaux de radiofréquences ont également été identifiés dans chaque type d'environnement (rural et urbain).

Dans un second temps, une recherche des facteurs influençant les niveaux de radiofréquences parmi les caractéristiques de l'environnement et des émetteurs de radiofréquences à proximité du point de mesure a été réalisée. Des informations détaillées relatives aux méthodes statistiques déployées sont fournies en Annexe 5.

3 Niveaux de radiofréquences dans les lycées en France

Les niveaux de radiofréquences ont été mesurés dans 117 lycées en France métropolitaine. Ces lycées sont répartis sur l'ensemble du territoire métropolitain français comme illustré sur la Figure 2.

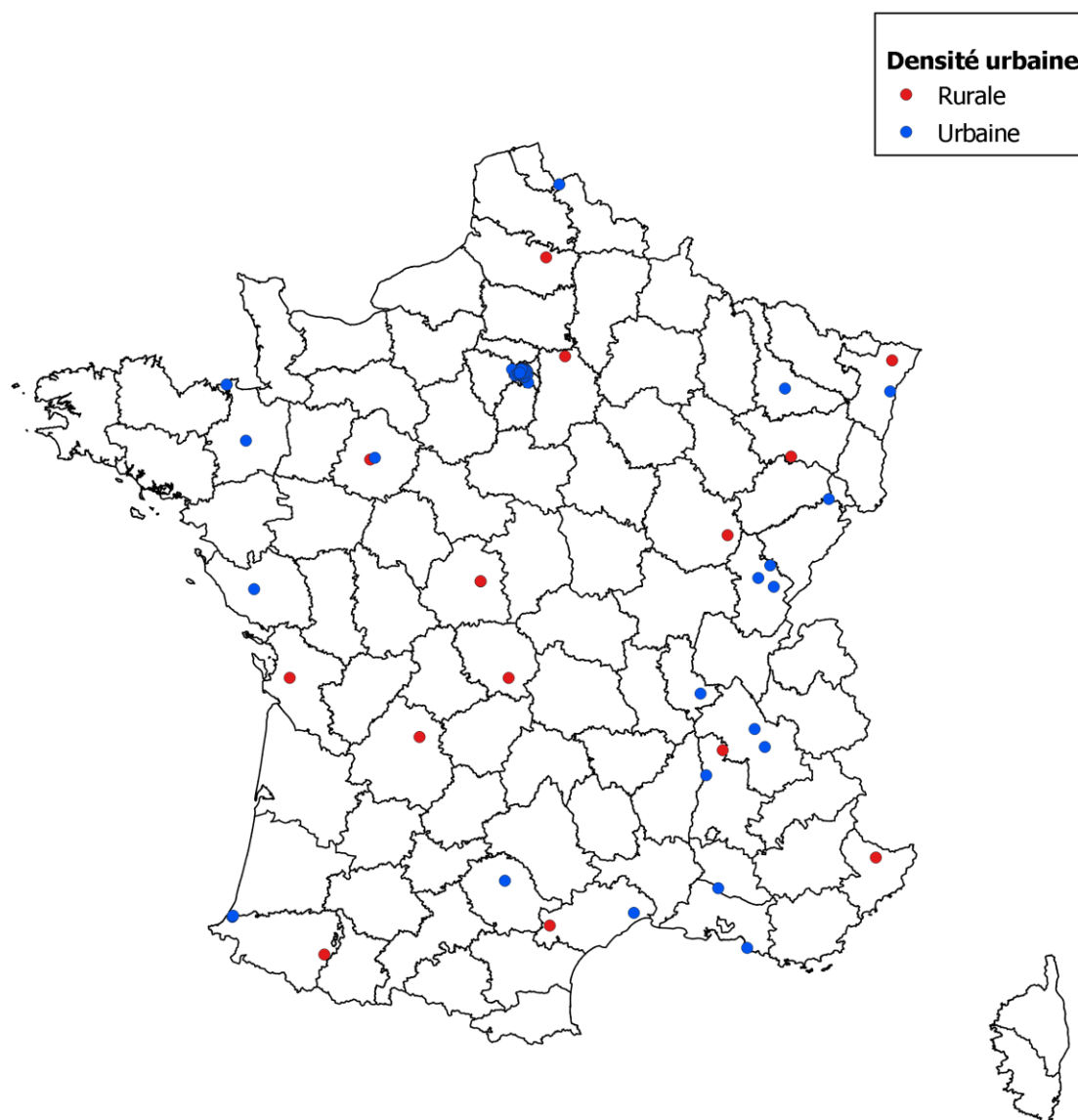


Figure 2. Répartition géographique des 117 lycées ayant participé à la campagne de mesure des radiofréquences selon leur densité urbaine (rurale/urbaine)

L'échantillon des mesures de radiofréquences a été redressé à l'échelle nationale (méthode décrite en Annexe 4). Les statistiques descriptives sont ainsi présentées pour le parc des lycées en France métropolitaine hormis la zone H2a rurale (N = 4 122) (Tableau 2). Les niveaux de radiofréquences par type d'émetteur et bande de fréquences ont été mesurés et analysés uniquement dans les établissements où des mesures selon le cas B du protocole ont été effectuées (N = 3 377) (Tableau 3).

3.1 Niveaux de radiofréquences globaux (cas A)

Le niveau moyen de radiofréquences dans le parc national des lycées est de 0,59 V/m (Tableau 2). Le **niveau médian de radiofréquences est de 0,41 V/m**.

Tableau 2. Distribution des niveaux de radiofréquences dans les lycées en France métropolitaine (N = 4 122)

Niveau mesuré (V/m)	Moyenne +/- écart-type	P5	P25	Médiane	P75	P95
Global	0,59 +/- 0,08	0,13	0,21	0,41	0,76	1,60

Note : seuil de sensibilité typique des sondes large bande = 0,38 V/m ; limite maximale de détection des analyseurs de spectre utilisés (LD) = 0,05 V/m. P5 = 5^{ème} percentile ; P25 = 25^{ème} percentile ; P75 = 75^{ème} percentile ; P95 = 95^{ème} percentile.

Le niveau maximal mesuré dans l'échantillon est de 2,46 V/m : ce niveau est inférieur au niveau d'atypicité de l'ANFR de 6 V/m (Annexe 3) et au seuil limite réglementaire de 28 V/m (Figure 1).

La médiane des niveaux de radiofréquences dans les lycées est supérieure à la valeur de 0,33 V/m, médiane des 1 952 mesures intérieures réalisées dans les locaux d'habitation et lieux accessibles au public en 2018 dans le cadre du dispositif de surveillance (ANFR, 2019). Toutefois, ce résultat n'est pas vérifié statistiquement puisque les mesures d'exposition du public réalisées par l'ANFR ne sont pas représentatives du territoire.

Les niveaux de radiofréquences dans les lycées sont également plus élevés que les niveaux mesurés dans les écoles et collèges dans le cadre des campagnes nationales de mesure de radiofréquences. En effet, la médiane des mesures réalisées dans les écoles entre 2014 et 2017 est de 0,16 V/m (CSTB, 2018) et celle des mesures réalisées dans les collèges entre 2015 et 2019 est de 0,30 V/m (CSTB, 2020).

3.2 Niveaux de radiofréquences par type d'émetteur et bande de fréquences (cas B)

Les niveaux de radiofréquences les plus élevés proviennent de la téléphonie mobile (TM) (Tableau 3). Parmi les différentes bandes de fréquences de la téléphonie mobile, les bandes 900, 1 800 et 2 100 MHz (TM 900, TM 1 800 et TM 2 100), correspondant aux technologies 2G, 3G et 4G, sont les plus détectées (dans près des trois quarts des lycées). La bande de fréquences 900 MHz est également la bande la plus détectée dans les écoles et collèges.

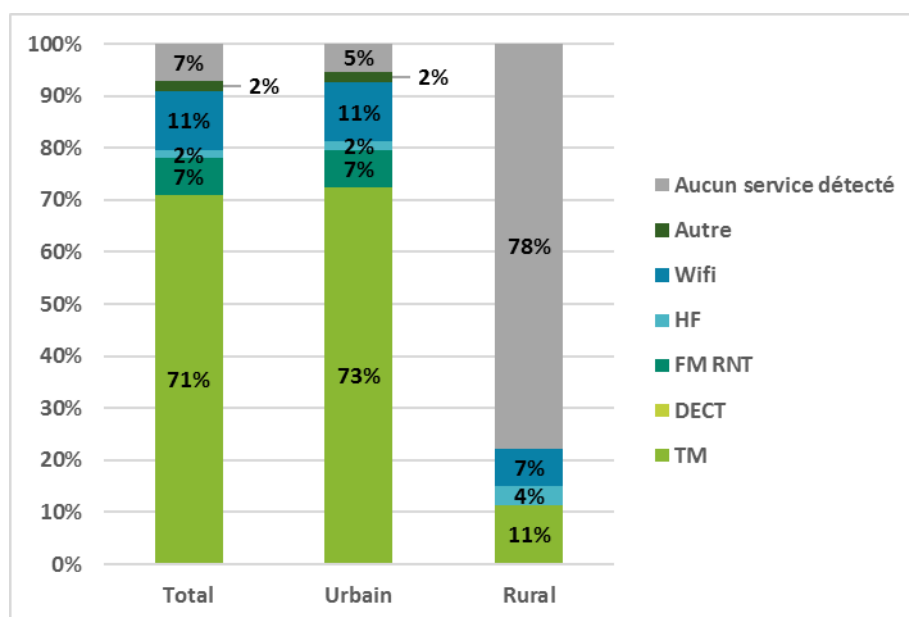
L'analyse détaillée des contributeurs principaux des niveaux de radiofréquences est présentée sur la Figure 3. Dans 7 % des cas, aucune source de radiofréquences significative n'a été détectée (niveaux inférieurs au seuil de détection de l'appareil de mesure). Cette tendance est largement plus marquée en milieu rural (78 %) qu'en milieu urbain (5 %). **La téléphonie mobile est le contributeur principal de l'exposition détectée dans les lycées en milieu urbain (73 %) et en milieu rural (11 %)**. En milieu urbain, le même résultat est observé dans les écoles et collèges. En revanche, en milieu rural, le contributeur principal de l'exposition détectée dans ces établissements est le Wifi.

Tableau 3. Distribution des niveaux de radiofréquences détaillés par type d'émetteur et bande de fréquences dans les lycées en France métropolitaine (N = 3 377)

Niveau mesuré (V/m)	Effectif	Moyenne +/- écart-type	P5	P25	Médiane	P75	P95
TM 700	280	0,55 +/- 0,00	0,08	0,11	0,30	0,48	0,63
TM 800	1 571	0,29 +/- 0,04	0,07	0,15	0,26	0,40	0,47
TM 900	2 485	0,32 +/- 0,04	0,06	0,13	0,26	0,41	0,89
TM 1 800	2 450	0,24 +/- 0,03	< LD	0,07	0,13	0,32	0,71
TM 2 100	2 422	0,31 +/- 0,06	0,05	0,09	0,19	0,38	0,79
TM 2 600	773	0,27 +/- 0,04	0,07	0,16	0,26	0,31	0,35
FM RNT	1 153	0,18 +/- 0,03	< LD	0,05	0,10	0,16	0,64
TV	288	0,14 +/- 0,02	0,06	0,06	0,10	0,16	0,23
DECT	-	-	-	-	-	-	-
HF	951	0,09 +/- 0	0,05	0,06	0,09	0,10	0,11
PMR	-	-	-	-	-	-	-
PMR balises	67	0,25 +/- 0,12	< LD	< LD	0,07	0,42	0,47
Radars balises	-	-	-	-	-	-	-
Radars BLR	652	0,24 +/- 0,06	0,06	0,10	0,16	0,36	0,52
Wifi	682	0,17 +/- 0,04	< LD	0,06	0,09	0,25	0,39

Note : seuil de sensibilité typique des sondes large bande = 0,38 V/m ; limite maximale de détection des analyseurs de spectre utilisés (LD) = 0,05 V/m. P5 = 5^{ème} percentile ; P25 = 25^{ème} percentile ; P75 = 75^{ème} percentile ; P95 = 95^{ème} percentile ; TM = téléphonie mobile ; FM RNT = radiodiffusion en modulation de fréquences et radio numérique terrestre ; DECT = téléphonie fixe sans fil ; HF = services hautes fréquences (ondes courtes, moyennes et longues) ; PMR = réseaux radio professionnels.

Figure 3. Synthèse des contributeurs principaux des niveaux de radiofréquences dans les lycées en France métropolitaine selon la typologie de l'environnement (N = 3 377)



Note : TM = téléphonie mobile ; DECT = téléphonie fixe sans fil ; FM RNT = radiodiffusion en modulation de fréquences et radio numérique terrestre ; HF = services hautes fréquences (ondes courtes, moyennes et longues) ; autre = TV, réseaux radio professionnels (PMR) et radars.

4 Déterminants des niveaux de radiofréquences dans les lycées

4.1 Identification des potentiels facteurs explicatifs

Les potentiels facteurs explicatifs du niveau de radiofréquences ont été présélectionnés à dire d'expert sur la base des données disponibles. Ces facteurs sont les suivants :

- caractéristiques de l'environnement :
 - zone climatique au sens de la réglementation thermique 2012. Cette variable est utilisée ici pour étudier l'influence de la zone géographique (Annexe 2) ;
 - densité urbaine (rurale/urbaine) ;
- caractéristiques des émetteurs de radiofréquences (=supports radioélectriques) :
 - distance à l'émetteur de radiofréquences le plus proche ;
 - hauteur de l'émetteur de radiofréquences le plus proche ;
 - nombre d'émetteurs dans un rayon de 5 km autour de l'établissement ;
 - présence d'au moins un émetteur dans un rayon de 1 km autour de l'établissement ;
 - technologie de l'émetteur le plus proche ;
 - orientation horizontale de l'émetteur le plus proche (azimut) ;
 - service détecté (téléphonie mobile, radiodiffusion, TV, etc.) ;
 - présence d'émetteurs visibles depuis le point de mesure (oui/non) ;
 - type de l'émetteur visible le plus proche ;
 - type de l'émetteur visible le plus éloigné.

Les niveaux médians de radiofréquences en fonction de chaque variable explicative sont présentés dans le Tableau 4. Dans ce tableau, les variables quantitatives ont été catégorisées en variables binaires avec des classes d'amplitude similaire. Par exemple, environ 50 % des lycées sont situés à une distance inférieure ou égale à 150 m d'un émetteur de radiofréquences et environ 50 % des établissements sont situés à plus de 150 m d'un émetteur. La variable de distance a donc été catégorisée en deux classes en fonction du seuil de 150 m ; il y a ainsi un nombre équivalent d'établissements dans chacune des deux classes. Il est à noter qu'il n'y a aucun émetteur à moins de 100 m pour 63 % des lycées. Pour ces périmètres, le nombre d'émetteurs n'a pas été catégorisé ; en revanche l'indicateur de présence d'émetteurs est présenté dans le Tableau 4.

Tableau 4. Niveaux médians de radiofréquences selon les variables explicatives dans les lycées
(N = 4 122) (cas A du protocole de mesure de l'ANFR (ANFR, DR15))

Variable explicative	Modalité	Nombre d'établissements	Pourcentage d'établissements	Niveau médian de radiofréquences (V/m)
Zone climatique (Annexe 2)	H1a	1 376	33%	0,36
	H1b	450	11%	0,31
	H1c	663	16%	0,75
	H2a	232	6%	0,67
	H2b	400	10%	0,16
	H2c	432	10%	0,53
	H2d	118	3%	0,45
	H3	451	11%	0,74
Densité urbaine	Rurale	83	2%	0,14
	Urbaine	4 039	98%	0,42
Technologie	2-3G	50	1%	0,16
	4G	2 891	70%	0,53
	Non renseignée	1 180	29%	0,23
Détection de radiofréquences provenant de la téléphonie mobile	Oui	2 803	68%	0,53
	Non	574	14%	0,19
	Cas A	745	18%	0,42
Détection de radiofréquences provenant de la radio ou la TV	Oui	1 179	29%	0,80
	Non	2 198	53%	0,23
	Cas A	745	18%	0,42
Détection de radiofréquences provenant d'un autre service	Oui	1 508	37%	0,53
	Non	1 869	45%	0,30
	Cas A	745	18%	0,42
Présence d'émetteurs visibles depuis le point de mesure	Oui	2 213	54%	0,74
	Non	1 909	46%	0,23
Type de l'émetteur visible le plus proche	Téléphonie mobile	1 837	45%	0,75
	Radio ou TV	17	0%	1,70
	Autre	359	9%	0,23
	Installation non visible	1 909	46%	0,23
Type de l'émetteur visible le plus éloigné	Téléphonie mobile	1 700	41%	0,75
	Radio ou TV	17	0%	1,70
	Autre	497	12%	0,74
	Installation non visible	1 909	46%	0,23
Distance à l'émetteur le plus proche (m)	<= 150 m	2 271	55%	0,49
	> 150 m	1 851	45%	0,32
Hauteur de l'émetteur le plus proche (m)	<= 30 m	1 897	46%	0,40
	> 30 m	2 225	54%	0,53

Variable explicative	Modalité	Nombre d'établissements	Pourcentage d'établissements	Niveau médian de radiofréquences (V/m)
Angle entre l'établissement et l'orientation horizontale de l'émetteur (azimut en degrés)	<= 30°	1 813	44%	0,40
	> 30°	1 761	43%	0,42
	Émetteur non directif	549	13%	0,20
Nb émetteurs à moins de 200 m	<= 1	2 214	54%	0,39
	> 1	1 908	46%	0,53
Nb émetteurs à moins de 500 m	<= 5	1 835	45%	0,39
	> 5	2 287	55%	0,49
Nb émetteurs à moins de 1 km	<= 20	1 942	47%	0,42
	> 20	2 180	53%	0,43
Nb émetteurs à moins de 2 km	<= 50	1 958	47%	0,42
	> 50	2 164	53%	0,42
Nb émetteurs à moins de 3 km	<= 80	1 989	48%	0,42
	> 80	2 133	52%	0,43
Nb émetteurs à moins de 5 km	<= 200	1 912	46%	0,39
	> 200	2 210	54%	0,66
Présence d'au moins un émetteur à moins de 100 m	Oui	1 528	37%	0,50
	Non	2 594	63%	0,40
Présence d'au moins un émetteur à moins de 200 m	Oui	2 918	71%	0,49
	Non	1 204	29%	0,23
Présence d'au moins un émetteur à moins de 500 m	Oui	3 770	91%	0,42
	Non	352	9%	0,22
Présence d'au moins un émetteur à moins de 1 km	Oui	4 068	99%	0,42
	Non	54	1%	0,14

Note : ldf = Ile-de-France ; Nb = nombre. L'émetteur est un support radioélectrique.

Parmi ces variables, certaines ne sont pas exploitables à cause de valeurs manquantes et/ou d'une mauvaise répartition des effectifs. Une sélection de variables a été réalisée sur la base de ces critères et est disponible en Annexe 6.

4.2 Analyse des corrélations entre les niveaux de radiofréquences et les variables explicatives

Les liens statistiques entre les niveaux de radiofréquences et les variables explicatives ont été explorés par le biais d'analyses de corrélations. Les méthodes utilisées sont présentées en Annexe 5. Les résultats montrent que les niveaux de radiofréquences sont significativement corrélés :

- aux services à l'origine des radiofréquences ;
- à la présence d'émetteurs visibles depuis le point de mesure ;
- à la présence d'au moins un émetteur à moins de 200 m de l'établissement.

La nature et la force de leurs liens statistiques sont détaillées dans le Tableau 5 et en Annexe 6.

Tableau 5. Synthèse des corrélations entre le niveau de radiofréquences dans les lycées et ses facteurs explicatifs (N = 4 122)

Facteur explicatif	Nature de la corrélation	Force du lien statistique
Présence d'émetteurs visibles depuis le point de mesure	Les niveaux de radiofréquences mesurés sont significativement plus élevés lorsqu'il y a des émetteurs visibles depuis le point de mesure.	Très forte corrélation
Service détecté	La radiodiffusion, la télévision et la téléphonie mobile sont les principaux contributeurs des niveaux de radiofréquences.	Très forte corrélation
Présence d'au moins un émetteur à moins de 200 m du lycée	Les niveaux de radiofréquences mesurés sont significativement plus élevés lorsqu'il y a au moins un émetteur dans un rayon de 200 m autour du lycée.	Forte corrélation

Note : L'émetteur est un support radioélectrique.

4.3 Modèle explicatif du niveau de radiofréquences dans les lycées

Une seule variable corrélée aux niveaux de radiofréquences a été retenue dans le modèle explicatif du niveau de radiofréquences, obtenu par régression linéaire multivariée (méthode décrite en Annexe 5). Ce modèle est présenté dans le Tableau 6.

Tableau 6. Modèle de régression linéaire multivariée du niveau de radiofréquences dans les lycées (N = 4 122)

Variable	Coefficient estimé	Écart-type	p-value
Constante	0,34	0,06	<0,0001
Émetteurs visibles depuis le point de mesure	0,48	0,09	<0,0001

Note : L'émetteur est un support radioélectrique.

Le coefficient de détermination R^2 ajusté du modèle, qui en définit sa performance, est de 0,21. Ce paramètre, compris entre 0 et 1, mesure l'adéquation du modèle avec les données qui ont permis de l'établir. Dans le contexte de recherche des déterminants environnementaux des expositions humaines, un R^2 ajusté égal à 0,21 est considéré comme indicateur d'un modèle correct.

Comme dans les écoles et collèges, **la présence d'émetteurs visibles depuis le point de mesure** est un bon indicateur du niveau élevé de radiofréquences. Il s'agit de la seule variable explicative du modèle. Les autres facteurs n'ont pas été retenus dans le modèle car ils sont corrélés à la présence d'émetteurs visibles et sont moins discriminants. Ce faible nombre de facteurs explicatifs et leur corrélation peuvent s'expliquer par les caractéristiques communes de la plupart des lycées, à savoir : i) un tiers environ sont à Paris (31 % de l'échantillon national), ii) ils sont majoritairement en milieu urbain (98 %), notamment dans les grandes villes (Paris, Lyon, Marseille, Montpellier, Rennes, Strasbourg, Grenoble). Dans ces environnements, les installations radioélectriques sont plus nombreuses et souvent proches des établissements. La présence et le nombre d'émetteurs à proximité ne sont donc pas discriminants, car la majorité des lycées ont des émetteurs à proximité (71 % des lycées ont des émetteurs à moins de 200 mètres *versus* 40 % des collèges et 20 % des écoles).

Ces résultats restent à considérer avec précaution en raison du nombre limité de variables explicatives testées. Concernant l'orientation de l'émetteur, seul son azimut (orientation horizontale) est disponible tandis que son inclinaison (orientation verticale ou tilt global en degrés) est une donnée manquante. Ainsi, cette variable d'influence potentiellement majeure n'a pas pu être introduite dans le modèle (Annexe 6).

5 Conclusion

5.1 Niveaux de radiofréquences

Les niveaux de radiofréquences dans les lycées en France métropolitaine sont faibles et en deçà des valeurs limites réglementaires. Le niveau médian est de 0,41 V/m. Il représente 1,5 % de la valeur limite d'exposition de 28 V/m.

5.2 Analyse des radiofréquences par service

L'analyse détaillée des principaux contributeurs montrent qu'en milieu rural, aucun service n'est détecté à l'intérieur de plus des trois quarts des lycées. En revanche, en milieu urbain, aucun service n'est détecté uniquement dans 5 % des bâtiments. Le principal contributeur des niveaux de radiofréquences en milieux urbain et rural est la téléphonie mobile.

5.3 Déterminants des niveaux de radiofréquences

Il ressort de la recherche des déterminants que les niveaux intérieurs élevés de radiofréquences dans les lycées sont corrélés à la présence d'émetteurs radioélectriques visibles depuis le point de mesure. Il aurait été intéressant de pouvoir compléter ces variables avec l'information sur l'orientation des émetteurs mais celle-ci étant incomplète, elle n'a pas pu être intégrée aux analyses.

Les auteurs remercient monsieur Dragan JOVANOVIC (ANFR) pour son appui à la fourniture et à l'exploitation des données.

6 Références

ANFR (Agence nationale des fréquences). Document ANFR/DR-15-3. Protocole de mesure visant à vérifier pour les stations émettrices fixes, le respect des limitations, en termes de niveaux de référence, de l'exposition du public aux champs électromagnétiques prévues par le décret n° 2002-775 du 3 mai 2002. Mai 2011. Version 3. 19 p.

ANFR (Agence nationale des fréquences). Document ANFR/DR-15-3.1. Protocole de mesure visant à vérifier sur site pour les stations émettrices fixes, le respect des limitations, en termes de niveaux de référence, de l'exposition du public aux champs électromagnétiques prévues par le décret n° 2002-775 du 3 mai 2002. Juillet 2015. Version 3.1. 16 p.

ANFR (Agence nationale des fréquences). Document ANFR/DR-15-4. Protocole de mesure visant à vérifier sur site, pour les équipements fixes utilisés dans les réseaux de télécommunication ou pour les installations radioélectriques, le respect des niveaux de référence de l'exposition du public aux champs radioélectriques prévus par le décret n° 2002-775 du 3 mai 2002. Août 2017. Version 4. 17 p.

ANFR (Agence nationale des fréquences). Étude de l'exposition du public aux ondes radioélectriques. Analyse des résultats de mesures d'exposition du public aux ondes électromagnétiques réalisées en 2018 dans le cadre du dispositif national de surveillance. Avril 2019. 20 p.

ANFR (Agence nationale des fréquences). Recensement des points atypiques. Décembre 2018. 15 p.

CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment). Campagne nationale de mesure des radiofréquences dans les écoles. Décembre 2018. 34 p.

CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment). Campagne nationale de mesure des radiofréquences dans les collèges. Juin 2020. 28 p.

Décret n°2002-775 du 3 mai 2002 pris en application du 12° de l'article L. 32 du code des postes et télécommunications et relatif aux valeurs limites d'exposition du public aux champs électromagnétiques émis par les équipements utilisés dans les réseaux de télécommunication ou par les installations radioélectriques.

ANNEXES

Annexe 1. Échantillonnage des lycées

1) Calcul de la taille de l'échantillon

La taille de l'échantillon a été calculée à partir de 93 mesures réalisées dans des lycées et disponibles auprès de l'ANFR au démarrage de l'étude. L'objectif est de constituer un échantillon qui permet d'atteindre une précision fixée pour le paramètre θ que l'on souhaite étudier. Pour obtenir une bonne précision de ce paramètre, il faut qu'il se trouve dans un intervalle de confiance défini autour de ce paramètre estimé ($\hat{\theta}$) avec une probabilité $1-\alpha$. La formule est la suivante :

$$\Pr \left\{ \theta \in \left[\hat{\theta} - z_{1-\alpha/2} \sqrt{\text{Var}(\hat{\theta})}, \hat{\theta} + z_{1-\alpha/2} \sqrt{\text{Var}(\hat{\theta})} \right] \right\} = 1 - \alpha$$

Avec, $z_{1-\alpha/2}$ le quantile d'ordre $1-\alpha/2$ d'une variable aléatoire normale centrée réduite.

Ici, l'objectif est d'obtenir une bonne précision de la moyenne du niveau de radiofréquences. Le niveau de confiance, noté α , a été fixé à 5 %. Les calculs ont été réalisés pour différentes valeurs de la précision relative, notée p , de l'estimateur de la moyenne : 20 %, 10 %, 5 % et 1 %. La formule pour le calcul de la taille de l'échantillon, notée n_E , est la suivante :

$$n_E \geq \left(\frac{1,96 \times \hat{\sigma}}{p \times \hat{m}} \right)^2$$

Avec, p la précision relative, \hat{m} la moyenne estimée et $\hat{\sigma}$ l'écart-type estimé.

La taille de l'échantillon a été estimée pour différentes valeurs de la précision relative (Tableau 7). Les résultats montrent que la taille de l'échantillon varie très fortement selon la précision relative de l'estimateur de la moyenne utilisée. Il a été décidé de retenir la valeur de 20 % car l'incertitude de mesure avec une sonde large bande est également de l'ordre de 20 %, il est inutile d'être plus précis.

Tableau 7. Taille de l'échantillon estimée pour différentes valeurs de la précision relative

	$p = 20 \%$	$p = 10 \%$	$p = 5 \%$	$p = 1 \%$
Taille de l'échantillon (n_E)	61	246	983	24 586

2) Définition du plan de sondage

L'échantillon est stratifié selon la zone climatique (Annexe 2) et la densité urbaine (rurale/urbaine). Pour réduire le coût de l'étude, il a été décidé d'intégrer dans l'échantillon 93 lycées instrumentés par l'ANFR entre 2015 et 2016, soit avant le démarrage de l'étude, et 3 lycées instrumentés en 2017, lors de la préparation de la campagne de mesure des radiofréquences. Des recrutements ont été réalisés pour compléter les strates dans lesquelles aucune mesure n'est déjà disponible. Un nombre minimal de deux observations par strate a été fixé afin de pouvoir décrire correctement chaque strate *a minima*. Ainsi, le nombre total de lycées restant à recruter et instrumenter est de 20 (Tableau 8).

Tableau 8. Plan de sondage, nombre de lycées instrumentés et restant à instrumenter

Densité urbaine	Zone climatique	Nombre de lycées en France (total = 4 125)	Extrapolation de la répartition nationale à l'échantillon	Nombre de lycées déjà instrumentés	Nombre de lycées à recruter
Rurale	H1a	15	0	0	2
Urbaine	H1a	1 361	20	81	0
Rurale	H1b	14	0	0	2
Urbaine	H1b	436	7	3	0
Rurale	H1c	19	0	0	2
Urbaine	H1c	644	10	6	0
Rurale	H2a	3	0	0	2
Urbaine	H2a	232	3	1	1
Rurale	H2b	12	0	0	2
Urbaine	H2b	388	6	2	0
Rurale	H2c	14	0	0	2
Urbaine	H2c	418	6	2	0
Rurale	H2d	3	0	0	2
Urbaine	H2d	115	2	0	2
Rurale	H3	6	0	0	2
Urbaine	H3	445	7	1	1
TOTAL			61	96	20

Annexe 2. Zones climatiques de la France métropolitaine

La campagne nationale de mesure des radiofréquences dans les lycées couvre les 8 zones climatiques de la France métropolitaine illustrées sur la Figure 4.

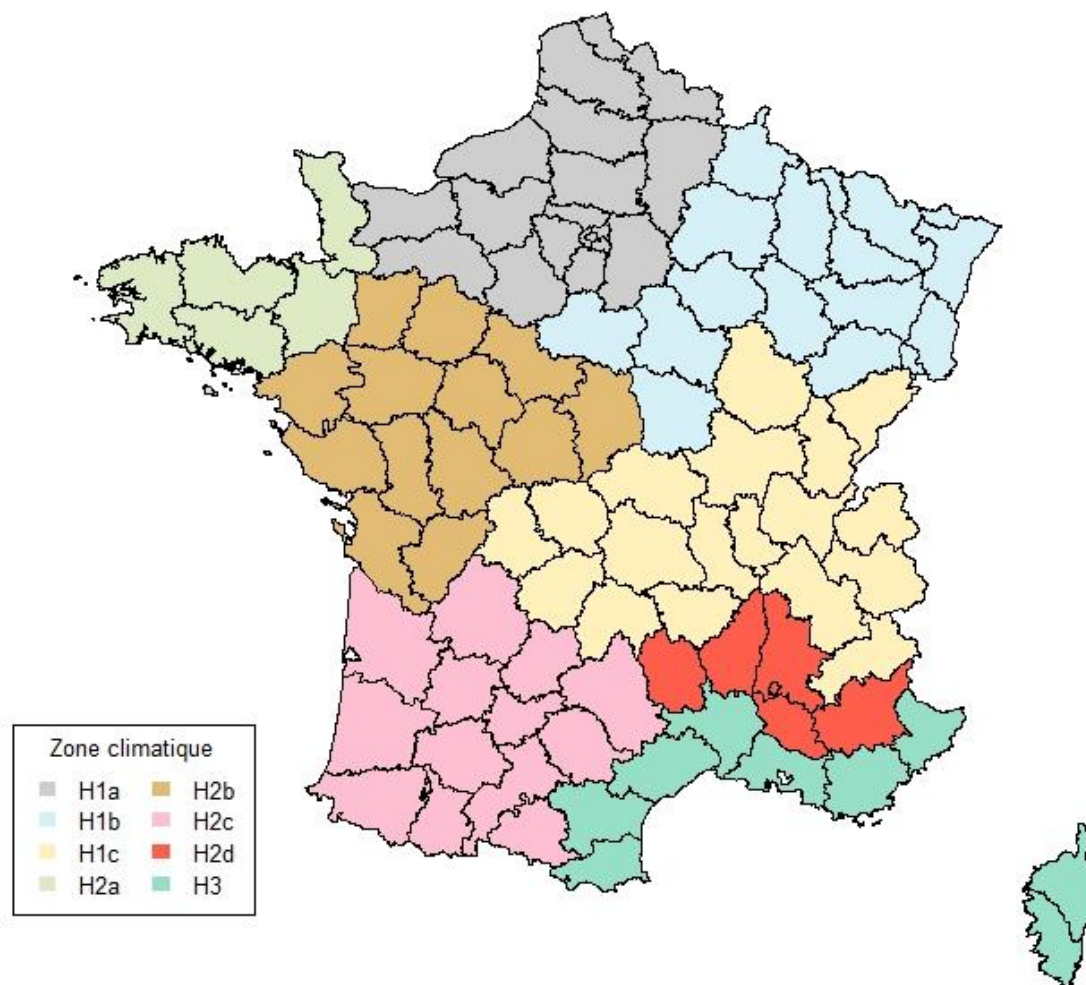


Figure 4. Zones climatiques de la France métropolitaine (RT 2012)

Annexe 3. Définition du niveau d'atypicité des champs électromagnétiques (ANFR, 2018)

Les points atypiques sont définis par la loi n° 2015-136 du 9 février 2015 comme les lieux dans lesquels le niveau d'exposition aux champs électromagnétiques dépasse substantiellement celui généralement observé à l'échelle nationale, conformément aux critères, y compris techniques, déterminés par l'ANFR et révisés régulièrement.

Dans cette démarche initiale, l'ANFR a retenu comme critère un niveau global d'exposition de 6 V/m en se fondant sur les éléments suivants :

- c'est le niveau retenu à partir du protocole ANFR DR 15 v3 pour déclencher un cas B, c'est-à-dire une mesure détaillée de l'exposition, par bande de fréquence, avec un analyseur de spectre. Cette valeur de 6 V/m, correspondant en champ lointain à environ 100 mW/m², est mentionnée également dans la norme NF EN 50492 ;
- l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) indique également sur son site web que l'exposition maximale typique induite par les antennes de la téléphonie mobile ou la radiodiffusion est de 100 mW/m² (soit environ 6 V/m en champ lointain) ;
- ce niveau dépasse substantiellement celui généralement mesuré à l'échelle nationale.

L'ANFR a par ailleurs retenu, concernant les environnements considérés pour les points atypiques, les lieux éligibles au financement par le fonds de mesure prévu par le décret n°2013-1162 du 14 décembre 2013 relatif au dispositif de surveillance et de mesure des ondes électromagnétiques. Il s'agit des locaux d'habitation, des lieux ouverts au public et des lieux accessibles au public se trouvant dans des établissements recevant du public au sens de l'article R. 123-2 du code de la construction et de l'habitation.

Annexe 4. Redressement de l'échantillon

L'échantillon des lycées (n = 117) a été redressé selon deux variables de stratification : la zone géographique définie par la zone climatique et la densité urbaine. Pour ce faire, un poids de redressement a été attribué à chaque lycée de l'échantillon (Tableau 9). Toutefois, aucun lycée de la strate H2a rurale n'a participé à la campagne de mesure. L'échantillon redressé est donc représentatif du parc national des lycées au regard de la zone climatique et de la densité urbaine, en excluant la zone H2a rurale (N = 3).

Tableau 9. Comparaison de la répartition par strate des lycées en France et dans l'échantillon pour le calcul des poids de redressement

Strate		En France (N = 4 125)		Dans l'échantillon (n = 117)		Poids d'un lycée de l'échantillon
Zone climatique	Densité urbaine	Nombre de lycées	Pourcentage de lycées	Nombre de lycées	Pourcentage de lycées	
H1a	RURAL	15	0%	2	2%	8
	URBAIN	1 361	33%	81	69%	17
H1b	RURAL	14	0%	2	2%	7
	URBAIN	436	11%	3	3%	145
H1c	RURAL	19	0%	2	2%	10
	URBAIN	644	16%	6	5%	107
H2a	RURAL	3	0%	0	0%	-
	URBAIN	232	6%	3	3%	77
H2b	RURAL	12	0%	4	3%	3
	URBAIN	388	9%	2	2%	194
H2c	RURAL	14	0%	2	2%	7
	URBAIN	418	10%	3	3%	139
H2d	RURAL	3	0%	1	1%	3
	URBAIN	115	3%	2	2%	58
H3	RURAL	6	0%	2	2%	3
	URBAIN	445	11%	2	2%	223

Annexe 5. Méthodes d'analyse statistique pour la recherche des déterminants

Le niveau global de radiofréquences est modélisé par régression linéaire multivariée en fonction des caractéristiques de l'environnement et des caractéristiques des émetteurs de radiofréquences à proximité du point de mesure.

Le modèle est construit en plusieurs étapes :

- **Pré-sélection *a priori*** des variables explicatives. Les variables avec plus de 15% de valeurs manquantes et les variables avec une mauvaise répartition des effectifs (modalité avec un effectif < 5%) ne sont pas prises en compte dans la recherche des déterminants.
- **Pré-sélection statistique** des variables explicatives. Cette étape consiste à tester individuellement la corrélation entre chaque variable explicative et le niveau global de radiofréquences. Pour les variables explicatives quantitatives, un test de corrélation de Pearson a été réalisé. Pour les variables explicatives qualitatives, une analyse de la variance (ANOVA) a été réalisée. Si le test de corrélation est significatif relativement au seuil d'erreur de 0,05 alors la variable est introduite dans le modèle sous réserve qu'elle ne génère pas de problème de multicolinéarité.
- **Sélection de variables « pas-à-pas » (STEPWISE)**, selon le critère du R^2 ajusté (mesure de l'adéquation du modèle avec les données qui ont permis de l'établir, comprise entre 0 et 1). L'objectif de cette recherche est de déterminer par régression linéaire multivariée le modèle explicatif le plus optimal, en tenant compte de la corrélation entre les variables explicatives.

Annexe 6. Sélection des variables explicatives du niveau de radiofréquences

1. Pré-sélection a priori

Les distributions des variables explicatives du niveau de radiofréquences sont présentées dans les Tableau 10 et Tableau 11. Les variables avec une mauvaise répartition des effectifs (modalité avec un effectif < 5%) n'ont pas été prises en compte dans la recherche des déterminants. Ainsi, les variables suivantes ont été ôtées de l'étude :

- la zone climatique ;
- la densité urbaine (urbain/rural) ;
- la technologie de l'émetteur le plus proche ;
- le type de l'installation visible la plus proche ;
- le type de l'installation visible la plus éloignée ;
- la présence d'au moins un émetteur dans un rayon de 1 km autour de l'établissement.

Tableau 10. Distribution des variables explicatives quantitatives (N = 4 122)

Variable	Moyenne +/- écart-type	P5	P25	Médiane	P75	P95
Distance à l'émetteur le plus proche (m)	207 +/- 26	20	73	147	260	565
Hauteur de l'émetteur le plus proche (m)	30 +/- 2	2	25	31	38	52
Angle entre l'établissement et l'orientation horizontale de l'émetteur (azimut en degrés)	42 +/- 8	3	13	28	53	108
Nb émetteurs à moins de 100 m	1 +/- 0	0	0	0	1	2
Nb émetteurs à moins de 200 m	2 +/- 0	0	0	1	2	5
Nb émetteurs à moins de 500 m	10 +/- 1	0	2	6	16	24
Nb émetteurs à moins de 1 km	36 +/- 3	1	6	21	62	89
Nb émetteurs à moins de 2 km	124 +/- 7	3	29	51	237	353
Nb émetteurs à moins de 3 km	255 +/- 12	6	37	80	509	801
Nb émetteurs à moins de 5 km	583 +/- 24	8	53	219	1 307	1 887

Note : P5 = 5^{ème} percentile ; P25 = 25^{ème} percentile ; P75 = 75^{ème} percentile ; P95 = 95^{ème} percentile ; Nb = nombre. L'émetteur est un support radioélectrique.

Tableau 11. Distribution des variables explicatives qualitatives (N = 4 122)

Variable explicative	Modalité	Nombre d'établissements	Pourcentage d'établissements
Zone climatique (Annexe 2)	H1a	1 376	33%
	H1b	450	11%
	H1c	663	16%
	H2a	232	6%
	H2b	400	10%
	H2c	432	10%
	H2d	118	3%
	H3	451	11%
Densité urbaine	Rurale	83	2%
	Urbaine	4 039	98%
Technologie	2-3G	50	1%
	4G	2 891	70%
	Non renseignée	1 180	29%
Détection de radiofréquences provenant de la téléphonie mobile	Oui	2 803	68%
	Non	574	14%
	Cas A	745	18%
Détection de radiofréquences provenant de la radio ou la TV	Oui	1 179	29%
	Non	2 198	53%
	Cas A	745	18%
Détection de radiofréquences provenant d'un autre service	Oui	1 508	37%
	Non	1 869	45%
	Cas A	745	18%
Présence d'émetteurs visibles depuis le point de mesure	Oui	2 213	54%
	Non	1 909	46%
Type de l'émetteur visible le plus proche	Téléphonie mobile	1 837	45%
	Radio ou TV	17	0%
	Autre	359	9%
	Installation non visible	1 909	46%
Type de l'émetteur visible le plus éloigné	Téléphonie mobile	1 700	41%
	Radio ou TV	17	0%
	Autre	497	12%
	Installation non visible	1 909	46%
Présence d'au moins un émetteur à moins de 100 m	Oui	1 528	37%
	Non	2 594	63%
Présence d'au moins un émetteur à moins de 200 m	Oui	2 918	71%
	Non	1 204	29%
Présence d'au moins un émetteur à moins de 500 m	Oui	3 770	91%
	Non	352	9%
Présence d'au moins un émetteur à moins de 1 km	Oui	4 068	99%
	Non	54	1%

Note : L'émetteur est un support radioélectrique.

2. Pré-sélection statistique

Un test de corrélation est réalisé entre chaque variable explicative et le niveau global de radiofréquences. Si la p-value du test est inférieure à 0,05, la corrélation entre les variables est significative et la variable explicative est pré-sélectionnée, sous réserve qu'elle ne génère pas de problème de multicolinéarité. Le Tableau 12 et le Tableau 13 présentent cette deuxième étape de construction du modèle.

Tableau 12. Corrélations entre le niveau global de radiofréquences et les variables explicatives quantitatives (test de Pearson) (N = 4 122)

Variable	Coefficient de corrélation de Pearson	p-value
Distance à l'émetteur le plus proche (m)	-0,13	0,1716
Hauteur de l'émetteur le plus proche (m)	0,12	0,2192
Angle entre l'établissement et l'orientation horizontale de l'émetteur (azimut en degrés)	-0,06	0,5219
Nb émetteurs à moins de 100 m	-0,06	0,5331
Nb émetteurs à moins de 200 m	0,05	0,5815
Nb émetteurs à moins de 500 m	-0,07	0,4224
Nb émetteurs à moins de 1 km	-0,09	0,3441
Nb émetteurs à moins de 2 km	-0,07	0,4713
Nb émetteurs à moins de 3 km	-0,05	0,5959
Nb émetteurs à moins de 5 km	-0,03	0,7650

Note : Nb = nombre. L'émetteur est un support radioélectrique.

Tableau 13. Corrélations entre le niveau global de radiofréquences et les variables explicatives qualitatives (ANOVA) (N = 4 122)

Variable	Statistique de test de Fisher	DDL	p-value
Détection de radiofréquences provenant de la téléphonie mobile	105,56	6	0,0034
Détection de radiofréquences provenant de la radio ou la TV	194,17	12	< 0,0001
Détection de radiofréquences provenant d'un autre service	10,13	1	0,5940
Présence d'émetteurs visibles depuis le point de mesure	237,58	31	< 0,0001
Présence d'au moins un émetteur à moins de 100 m	8,56	1	0,3474
Présence d'au moins un émetteur à moins de 200 m	58,05	6	0,0133
Présence d'au moins un émetteur à moins de 500 m	17,69	2	0,1758

Note : DDL = degrés de liberté. L'émetteur est un support radioélectrique.

Les variables significativement corrélées au niveau global de radiofréquences, relativement au seuil d'erreur de 5 %, sont grisées dans le tableau.