



Rapport de mesures Drive-test dans Bruxelles, octobre 2020

30 octobre 2020

Luca Petrillo

Bruxelles Environnement

1. SOMMAIRE

1.	SOMMAIRE	2
2.	Méthodologie	3
3.	Traitement des données – Services Cellulaires	6
4.	Modélisation statistique – Services Cellulaires	7
5.	Comparatif drive-test et carte globale	11
5.1.	Résultats	13
6.	Services Broadcast	15
7.	Conclusions	17



2. METHODOLOGIE

Le Drive Test est un relevé de mesures du champ électromagnétique effectué chaque année sur un parcours fixe à Bruxelles. Réalisé à l'initiative de Bruxelles Environnement, il a pour objectif :

- de monitorer l'évolution de l'exposition électromagnétique sur un parcours fixe ;
- d'évaluer la correspondance entre les simulations et les mesures ;
- de constater l'effet de l'implantation du réseau 4G sur les niveaux de champ et donc estimer le champ global avant la mise en place du réseau 5G ;
- d'estimer le champ électromagnétique issu des antennes broadcast.

Les mesures ont été conduites à l'aide d'un analyseur de spectre NARDA SRM 3006 de la Division Inspectorat et Sols Pollués, une antenne isotrope calibrée triaxiale avec câble de 1.5 m (3501/03 NARDA) et un récepteur GNSS (GM-3, Transystem Inc.).

L'antenne a été fixée à l'extérieur de la voiture en position verticale à environ 1.5 m au-dessus du sol. L'analyseur de spectre a été programmé pour balayer le spectre avec une RBW = 5 MHz tous les 600 ms environ, ce qui permet, à 40 km/h, de réaliser une mesure spectrale tous les 6.6 m environ. Chaque mesure représente le champ mesuré par l'antenne dans trois axes orthogonaux, afin d'avoir le champ électrique total.

La précision de la mesure du champ électrique par l'analyseur de spectre avec l'antenne isotrope triaxiale est caractérisée par l'Expanded Measurement Uncertainty (EMU), soit le double de l'erreur type de l'instrument de mesure, en tenant compte de l'antenne et du câble. Pour rappel, la conversion d'EMU en dB et pourcentage, se fait de la manière suivante :

$$EMU\% = 100 * (10^{(EMU/20)} - 1)$$

MEASUREMENT UNCERTAINTY			
	Frequency range	Single-axis measurement with isotropic antenna	Isotropic measurement
Expanded measurement uncertainty ^{b)} (in conjunction with SRM basic unit and 1.5 m RF cable)	27 – 85 MHz	+2.4 / -3.3 dB	+ 3.2 / -4.7 dB
	> 85–900 MHz	+2.4 / -3.4 dB	+2.5 / -3.6 dB
	> 900-1400 MHz	+2.3 / -3.1 dB	+2.5 / -3.4 dB
	> 1400-1600 MHz	+2.3 / -3.1 dB	+2.6 / -3.8 dB
	> 1600-1800 MHz	+1.8 / -2.3 dB	+2.2 / -3.0 dB
	> 1800-2200 MHz	+1.8 / -2.3 dB	+2.4 / -3.3 dB
	> 2200-2700 MHz	+1.9 / -2.4 dB	+2.7 / -3.8 dB
	> 2700-3000 MHz	+1.9 / -2.4 dB	+3.3 / -5.3 dB

Fig. 1. Expanded measurement uncertainty pour le setup de mesure

L'EMU de l'instrument de mesure R&S utilisé par l'ULB donné par le constructeur était +/- 2.3 dB @ 0.9 GHz et +/- 2.8 dB @ 1.8 GHz, ce qui représente moins d'1 dB de différence avec l'instrument NARDA.

Un deuxième paramètre qui affecte les mesures est l'intervalle d'amplitude, qui est plus limité (10 dB) pour le NARDA. Concrètement, un compromis a dû être trouvé entre les valeurs extrêmes mesurables. La valeur maximale mesurable a été fixée à 5.6 V/m afin de ne pas saturer l'amplificateur en entrée de l'instrument lors des mesures. Avec cette valeur, le niveau de bruit du NARDA est plus élevé que celui du R&S. Cela a une influence sur les mesures seulement où l'exposition totale est très faible (<100 mV).



Le parcours du drive-test dédié aux canaux downlink cellulaires dans la région bruxelloise est présenté en Fig. 1. Le spectre entre 750 MHz et 2700 MHz a été mesuré le long du parcours en deux jours ouvrables entre 9h et 16h, dans des conditions normales de trafic routier. Durant le trajet, aucun tunnel n'a été emprunté.

Pour le drive-test consacré aux services broadcast (FM, T-DAB, DVB-T), deux circuits autour de quatre sites d'antennes broadcast ont été empruntés. Le but est de mesurer le champ électrique de dix canaux transmis par une antenne se trouvant sur un des quatre sites, repris par le Tableau 1, et d'évaluer le champ à proximité de l'antenne émettrice. En effet, les points chauds se trouvent à proximité immédiate des sites d'émission. Le premier circuit, visible en Fig. 2 (a), passe par les quatre sites et a permis de mesurer les bandes FM et T-DAB ; le circuit de Fig. 2 (b) est pour les canaux DVB-T autour de la Tour des Finances. Une demi-journée entre 9h et 12h, dans des conditions normales de trafic routier, a été nécessaire. Les bandes FM, T-DAB et DVB-T ont été mesurées en entier et les 10 canaux ont été extraits.

Nom	Type	Adresse du site d'émission	Lieu-dit	Fréquence (MHz)
RTBF Musiq3	FM	Boulevard du Jardin Botanique 50	Tour des Finances	91,2
RTBF Classic 21	FM	Boulevard du Jardin Botanique 50	Tour des Finances	93,2
Radio Contact	FM	Boulevard de Waterloo 38	The Hotel	102,2
Joe FM	FM	Rue de la loi 44	Touring	103,4
Bel RTL	FM	Boulevard de Waterloo 39	The Hotel	104
Gold FM	FM	Rue de Brabant 133	Maison privée	106,1
VRT (canal 12A)	T-DAB	Boulevard du Jardin Botanique 50	Tour des Finances	223,936
RTBF (11 D)	T-DAB	Boulevard du Jardin Botanique 50	Tour des Finances	222,064
TV Vlaanderen	DVB-T2	Boulevard du Jardin Botanique 50	Tour des Finances	650
RTBF (canal 56)	DVB-T	Boulevard du Jardin Botanique 50	Tour des Finances	754

Tableau 1. Liste de stations FM, T-DAB et DVB-T



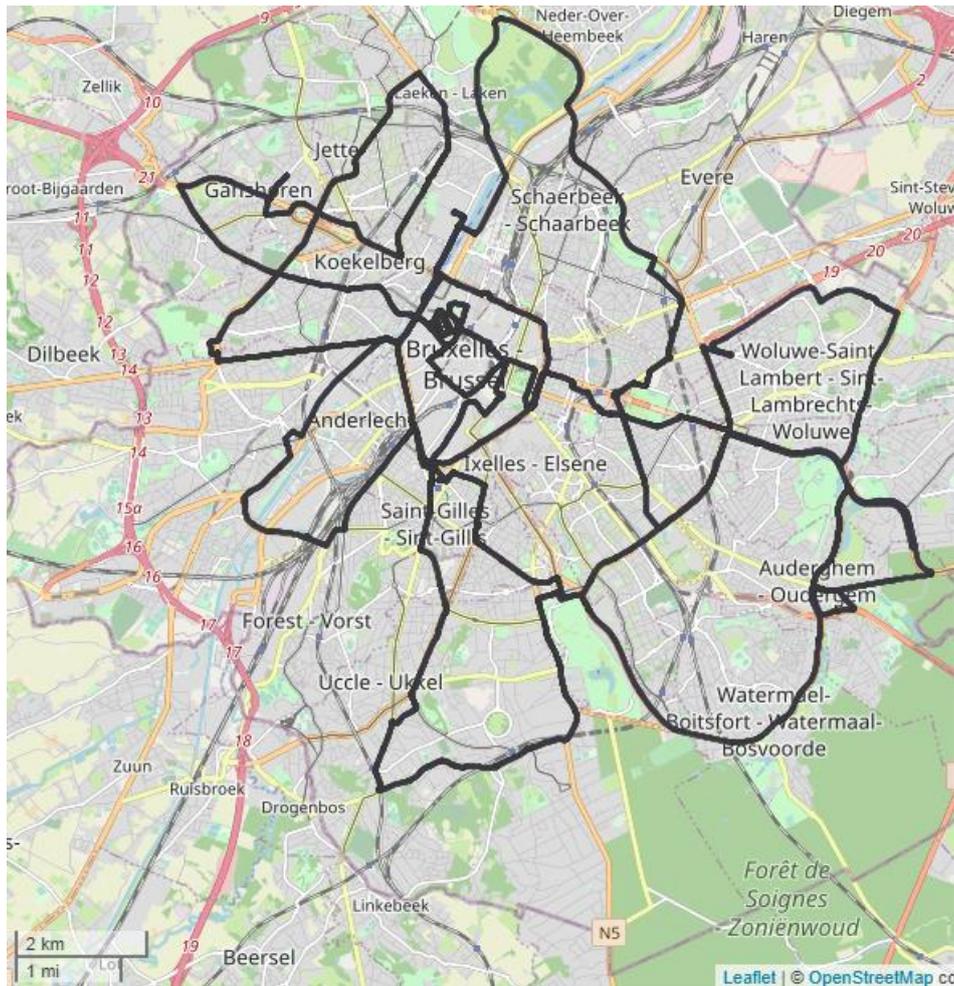


Fig. 1. Parcours réalisé pour le drive-test services cellulaires

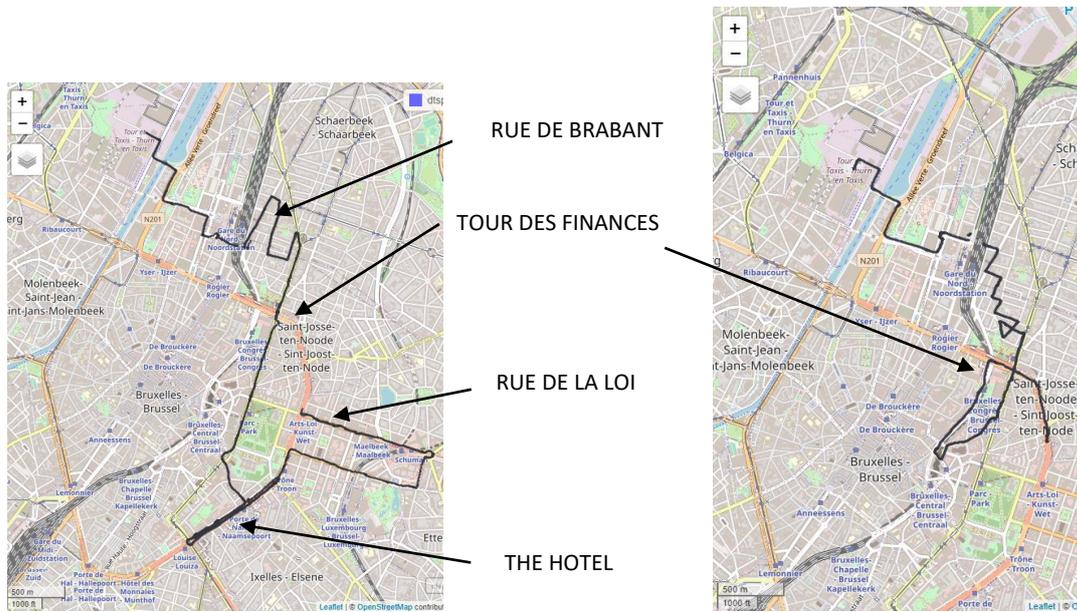


Fig. 2 (a)

Fig. 2 (b)

Parcours réalisé pour les canaux FM et T-DAB

Parcours réalisé pour les canaux DVB-T



3. TRAITEMENT DES DONNEES – SERVICES CELLULAIRES

Le set de données utilisé pour conduire cette étude consiste en 41534 réalisations du spectre du champ électrique mesuré entre 750 MHz et 2700 MHz, distribuées le long du parcours de la Fig. 1.

La mesure du champ électrique permet le calcul du champ électrique équivalent 900 MHz défini par AGRBC du 8 octobre 2009 fixant la méthode et les conditions de mesure du champ électromagnétique émis par certaines antennes :

$$E_{equivalent\ 900} = \sqrt{\sum_{100\ kHz}^{400\ MHz} \left(\frac{6}{4,03} E_f\right)^2 + \sum_{400\ MHz}^{2000\ MHz} \left(6 \frac{E_f}{E_{ref,f}}\right)^2 + \sum_{2000\ MHz}^{300\ GHz} \left(\frac{6}{9,1} E_f\right)^2} \text{ [V/m]}$$

où

$$E_{ref,f} = 0,2\sqrt{f} \text{ [V/m]}, \text{ avec } f \text{ exprimée en MHz}$$

Le champ électrique équivalent 900 MHz a été calculé en chaque point pour chaque bande utilisée par les services cellulaire (800 MHz, 900 MHz, 1800 MHz, 2100 MHz et 2600 MHz) en downlink. Le récapitulatif des bandes de fréquence se trouve dans le Tableau 2. Le calcul a également été répété pour le seul centre de Bruxelles à l'intérieur de « la petite ceinture ».

Bande 800 MHz	791 – 821 MHz
Bande 900 MHz	925,1 – 959.9 MHz
Bande 1800 MHz	1805 – 1880 MHz
Bande 2100 MHz	2110,3 – 2140,1 MHz et 2154,9 – 2169,7 MHz
Bande 2600 MHz	2620 – 2640 MHz et 2655 – 2690 MHz

Tableau 2. Services et bandes occupées



4. MODELISATION STATISTIQUE – SERVICES CELLULAIRES

La démarche de modélisation statistique est identique à celle utilisée pour les trois drive-test précédents. L'analyse a été menée pour le set complet de donnée d'une part, et en ne considérant que les mesures au centre de Bruxelles (intérieur de la petite ceinture) d'autre part.

Pour chaque service, les grandeurs suivantes ont été calculées pour représenter la dispersion des données :

- médiane, premier et troisième quartiles, maximum (les premier et troisième quartiles sont les données qui séparent les 25 % inférieurs et le 75 % supérieurs des données respectivement)
- moyenne et écart type
- les probabilités de dépassement de seuils 1 V/m, 3.45 V/m et 6 V/m.

Afin de comparer les résultats avec ceux des années 2017-2019, les données des drive-test antérieurs ont été multipliées par un facteur $\sqrt{2}$ afin de corriger la mesure de l'antenne mono-axe (voir rapport drive test 2018). En effet, les drive-test précédents avaient été conduites afin d'estimer le champ total en mesurant seulement la composante verticale du champ électrique.

Le Tableau 3 résume les grandeurs statistiques extraites des données pour le centre de Bruxelles et pour le drive-test dans sa globalité.

		B800		B900		B1800		B2100		B2600		Full downlink	
		Bxl Centre	Global	Bxl Centre	Global								
Moyenne	2020	0.50	0.34	0.54	0.39	0.33	0.22	0.22	0.16	0.21	0.13	0.91	0.63
	2019	0.37	0.30	0.54	0.49	0.23	0.16	0.14	0.10	0.12	0.06	0.75	0.65
Ecart type	2020	0.43	0.31	0.45	0.36	0.31	0.22	0.17	0.15	0.19	0.13	0.69	0.52
	2019	0.28	0.28	0.46	0.50	0.19	0.17	0.10	0.10	0.11	0.09	0.53	0.57
1er quartile	2020	0.20	0.12	0.22	0.15	0.13	0.08	0.09	0.06	0.09	0.06	0.40	0.25
	2019	0.18	0.11	0.22	0.17	0.10	0.05	0.07	0.04	0.05	0.02	0.38	0.25
Médiane	2020	0.37	0.24	0.39	0.28	0.23	0.15	0.16	0.11	0.15	0.07	0.74	0.48
	2019	0.31	0.21	0.42	0.34	0.18	0.11	0.12	0.07	0.09	0.03	0.66	0.49
3ème quartile	2020	0.69	0.44	0.73	0.51	0.43	0.27	0.29	0.21	0.27	0.14	1.24	0.85
	2019	0.49	0.40	0.69	0.62	0.29	0.22	0.18	0.14	0.15	0.07	0.96	0.86
Maximum	2020	5.88	5.88	4.14	5.67	3.02	3.02	1.26	2.06	3.64	3.64	5.91	5.91
	2019	2.74	2.91	5.04	7.16	2.35	2.35	0.93	1.25	1.13	1.69	5.15	7.20
Probabilité Dépassement 1 V/m [%]	2020	11.11	4.17	12.16	6.17	4.85	1.57	0.12	0.25	0.78	0.21	36.82	18.87
	2019	3.26	2.91	11.70	11.00	0.62	0.38	0.00	0.01	0.04	0.03	22.82	18.76
Probabilité Dépassement 3.45 V/m [%]	2020	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.74	0.17
	2019	0.00	0.00	0.13	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.29
Probabilité Dépassement 6 V/m [%]	2020	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2019	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01

Tableau 3. Récapitulatif des grandeurs statistiques pour les services cellulaires.



Le graphique à barre en Fig. 3 permet de comparer les médianes entre les drive-tests de 2017-2020.

On observe une augmentation de l'exposition dans toutes les bandes à l'exception de 900 MHz, où une légère diminution de l'exposition est observée. Globalement, l'exposition totale en Région de Bruxelles Capitale est quasiment inchangée par rapport aux deux années précédentes. Dans le centre, l'augmentation de l'exposition est contenue et comparable à celles observées aux années précédentes.

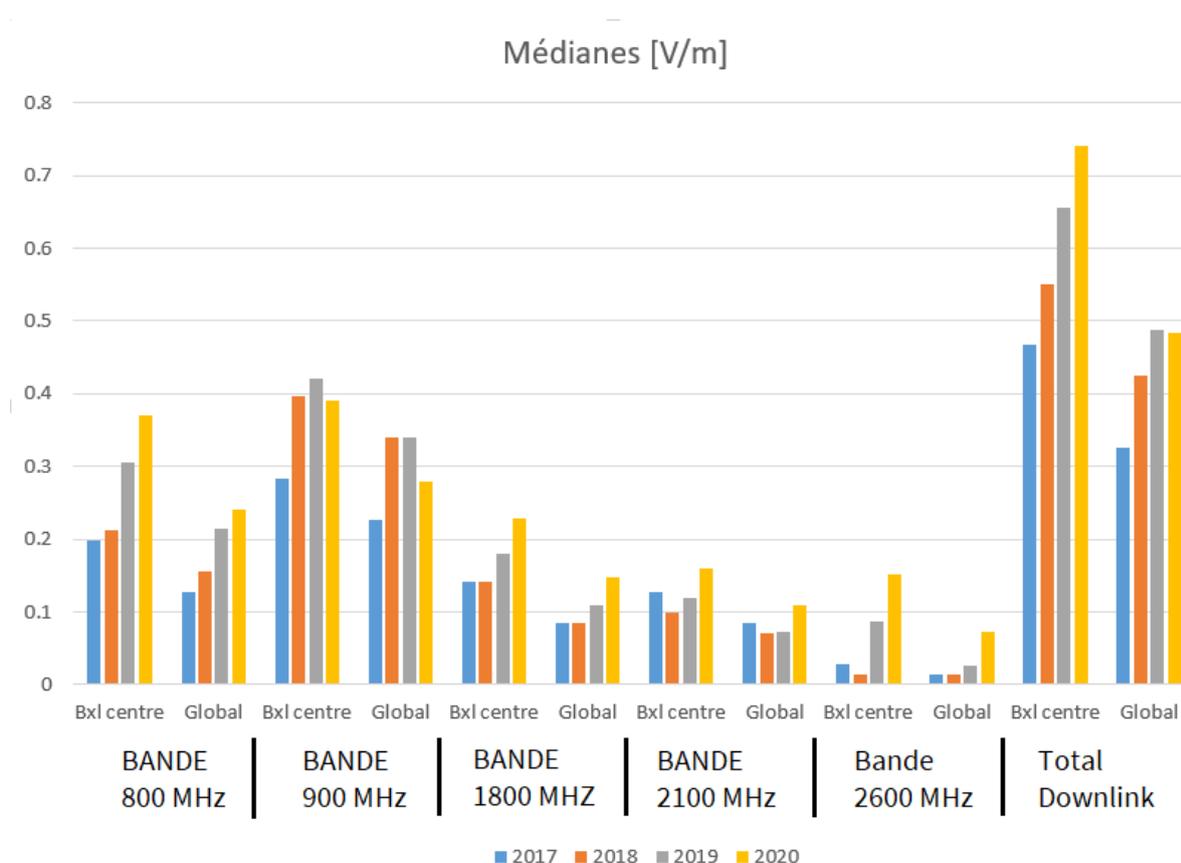


Fig. 3. Histogramme des médianes des données pour la période 2017-2020

Les distributions des données peuvent être visualisées par des boîtes à moustache en Fig. 4. Pour mieux observer les graphiques, une transformation logarithmique est appliquée à l'échelle. Les données suivent les mêmes distributions log-normales (normales en échelle logarithmique) que les années précédentes. On peut remarquer que le niveau de bruit de l'analyseur NARDA affecte particulièrement les résultats en bande 2600 MHz, car les valeurs tombent pour la plus part en dessous du niveau mesurable. Cependant, on peut se rendre compte de l'augmentation de cette bande en observant le 3^{ème} quartile plutôt que la médiane.



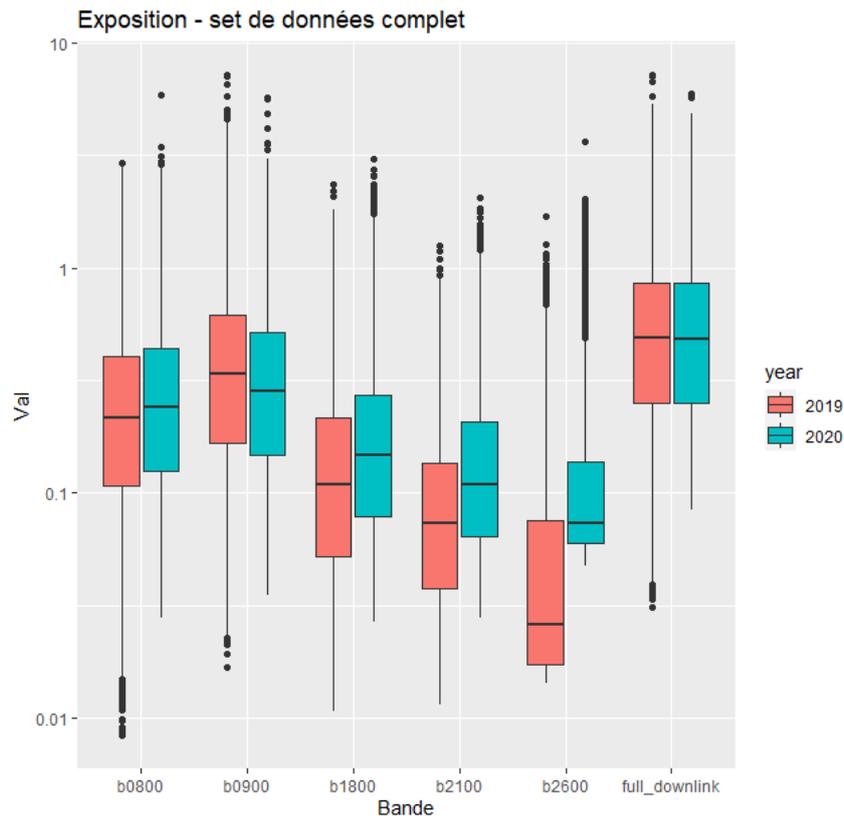


Fig. 4 (a). Graphique de type boîte à moustache pour les services cellulaires (set de données complet)

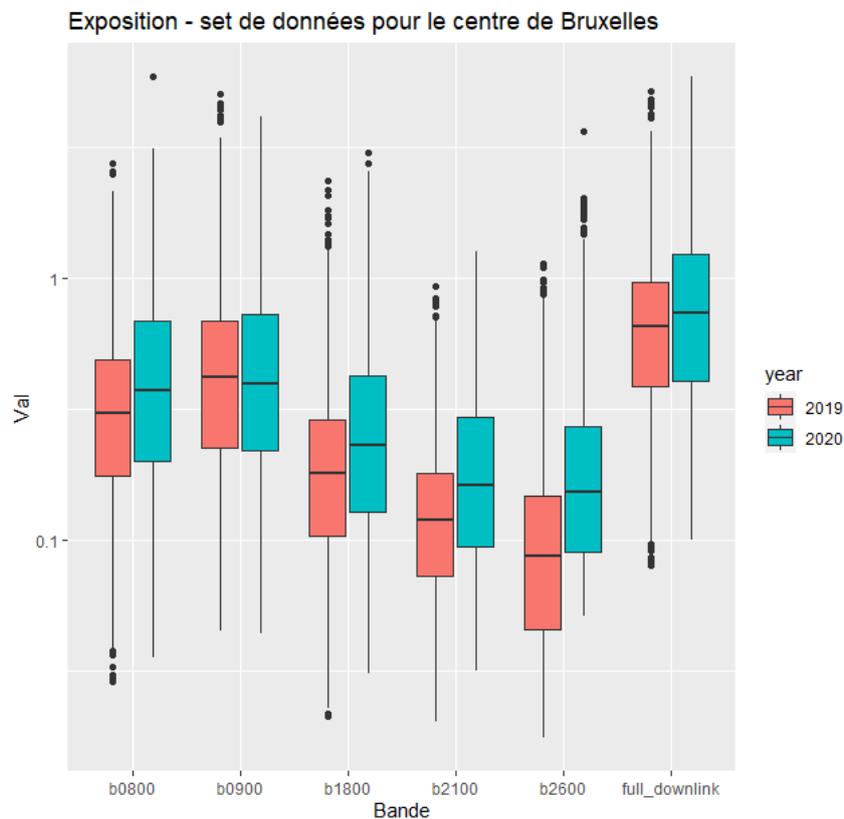


Fig. 4 (b). Graphique de type boîte à moustache pour les services cellulaires (set de données pour le centre de Bruxelles)



Il est aussi intéressant de représenter sur la carte les points où le champ électrique équivalent 900 MHz dépasse certains seuils. Le résultat est présenté en Fig. 5.

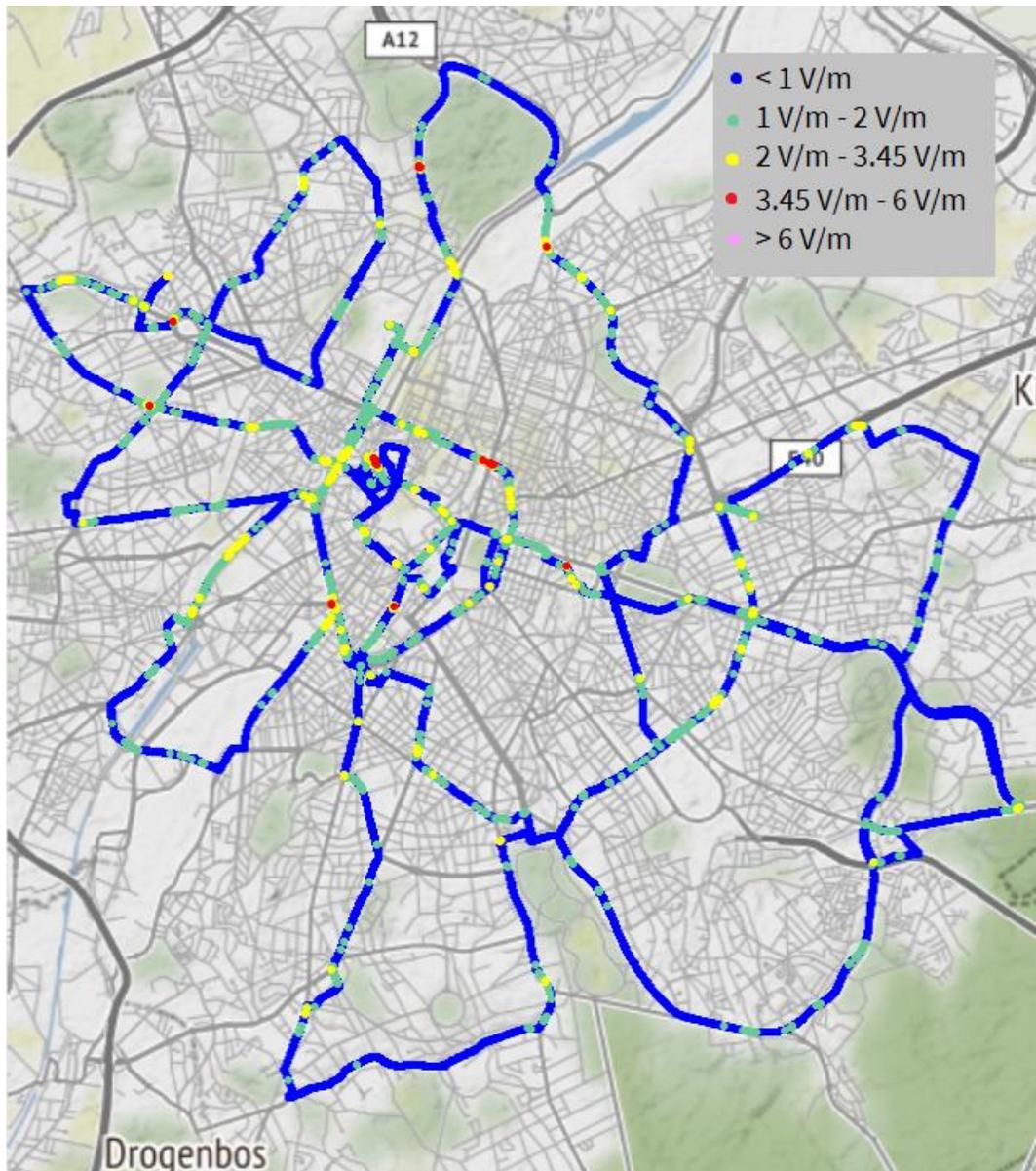


Fig. 5. Représentation du champ électrique équivalent 900 MHz

5. COMPARATIF DRIVE-TEST ET CARTE GLOBALE

Afin de comparer les mesures cellulaires effectuées pour le drive-test au champ calculé par Mithra-REM, les données issues du projet Carte Globale ont été utilisées. Les données Carte Globale permettent d'utiliser l'exposition simulée en extérieur à une hauteur de 1.5 m du sol, due aux émetteurs cellulaires (stations de base).

Dans le but de comparer les mesures et les simulations, des traitements spatiaux doivent être réalisés pour que les deux types de données soient effectivement comparables. En effet, les coordonnées GPS enregistrée pendant le drive-test ne sont pas aussi précises que les coordonnées issues de simulation et se dégradent très fortement en présence de canyoning (rues étroites flanquées par des immeubles de 4 étages). Deuxièmement, la variation spatiale du champ électrique peut être localement très importante à cause du shadowing (ombrage dû aux bâtiments), ce qui justifie d'avantage un lissage spatial des mesures sur des distances de l'ordre de quelques dizaines de mètre.

Les traitements suivants ont été accomplis :

- Les coordonnées gps des mesures ont été corrigées pour qu'elles soient au centre des voiries. Pour cela, la fonction de *snapping* du service web OSRM¹ a été utilisée. Un prétraitement pour filtrer les points d'arrêts (par ex. feu rouges) a été appliqué.
- Le parcours du drive-test a été découpé en une série de polygones continus, de forme rectangulaire et de largeur 10 m pour correspondre à la largeur moyenne d'une rue. La longueur des polygones est d'environ 30 m en moyenne.
- Les mesures drive-test sont moyennées à l'intérieur des polygones. En considérant une mesure tous les 6.6 m environ, nous avons environ 4 ou 5 mesures dans chaque polygone.
- Les résultats de la carte globale sont également moyennés à l'intérieur des polygones. Pour cela, nous avons exportés les résultats des récepteurs de calcul en carte horizontale à 1.5 m du sol de tous les rendus carte globale se trouvant en correspondance du parcours drive-test.

¹ <http://project-osrm.org/>





Fig. 6 (a). Mesures. En rouge, les coordonnées issues du récepteur GPS ; en bleu, les coordonnées corrigés par l'algorithme de *snapping* de OSMR. En gris, les polygones dans lesquelles le parcours a été découpé.



Fig. 6 (b). Simulations Mithra – Carte Global sur le parcours du drive-test.



Pour comparer les résultats, nous adoptons les grandeurs suivantes :

- L'erreur quadratique moyenne

$$RMSE = \sqrt{\sum_1^N \frac{(Y_i - \hat{Y}_i)^2}{N}}$$

Où Y_i sont les mesures moyennées à l'intérieur des N=6338 polygones et \hat{Y}_i sont les simulations carte globale moyennées à l'intérieur des mêmes polygones.

- Le coefficient de corrélation de Pearson

$$\frac{\sum_{i=1}^N (Y_i - \bar{Y})(\hat{Y}_i - \bar{\hat{Y}})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (Y_i - \bar{Y})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^N (\hat{Y}_i - \bar{\hat{Y}})^2}}$$

- Le diagramme de dispersion

Ces grandeurs ont été choisies par analogie avec les grandeurs fournies dans la documentation de Mithra-REM et permettent de comparer l'ensemble des données.

5.1. Résultats

Pour l'ensemble du set des données, le RMSE et le coefficient de corrélation de Pearson calculés à partir des valeurs en dB/m valent :

$$RMSE = 7.23 \text{ dB}$$

$$\text{Pearson} = 0.68$$

Ces valeurs sont similaires à ceux trouvés lors de la validation de Mithra-REM² :

Parcours	Poitiers	Munich0	Munich1	Munich2
Incertitude				
Pearson [Min-Max]	[0,91 - 0,96]	[0,84 - 0,93]	[0,66 - 0,80]	[0,75 - 0,874]
Moyenne	0,95	0,90	0,74	0,82
Ecart-type	0,009	0,026	0,035	0,036
Intervalle de confiance	[0,950 - 0,951]	[0,904 - 0,907]	[0,74 - 0,75]	[0,82 - 0,83]
RMSE (dB) [Min-Max]	[2,60 - 4,42]	[6,84 - 11,47]	[6,84 - 11,11]	[8,55 - 13,45]
Moyenne	3,26	8,48	8,593	10,42
Ecart-type	0,36	1,45	1,173	1,52
Intervalle de confiance	[3,24-3,28]	[8,39 - 8,57]	[8,52 - 8,66]	[10,32 - 10,51]

Tableau 4. Résultats de validation du logiciel Mithra-REM

² Mame Diarra Bouso Lô, « Étude paramétrique et analyse conjointe modélisations / mesures pour la définition d'indicateurs d'expositions aux ondes électromagnétiques en environnement urbain », Thèse de doctorat soutenue le 17-01-2017 nuxeo.edel.univ-poitiers.fr/nuxeo/site/esupversions/8aab99a9-eb0e-4f5f-949e-b3351bbe197d



En observant le diagramme de dispersion, les simulations résultent globalement surestimées par rapport aux mesures. Ce résultat est cohérent, car les simulations réalisées lors de la délivrance des permis sont maximisantes. Seuls quelques points s'écartent de la bissectrice. Ceux qui ont été jugés surement problématiques sont visibles dans la figure suivante, les autres étant isolés et probablement dus à des incertitudes de positionnement GPS. Une investigation supplémentaire est prévue afin de statuer sur l'origine de la valeur mesurée.

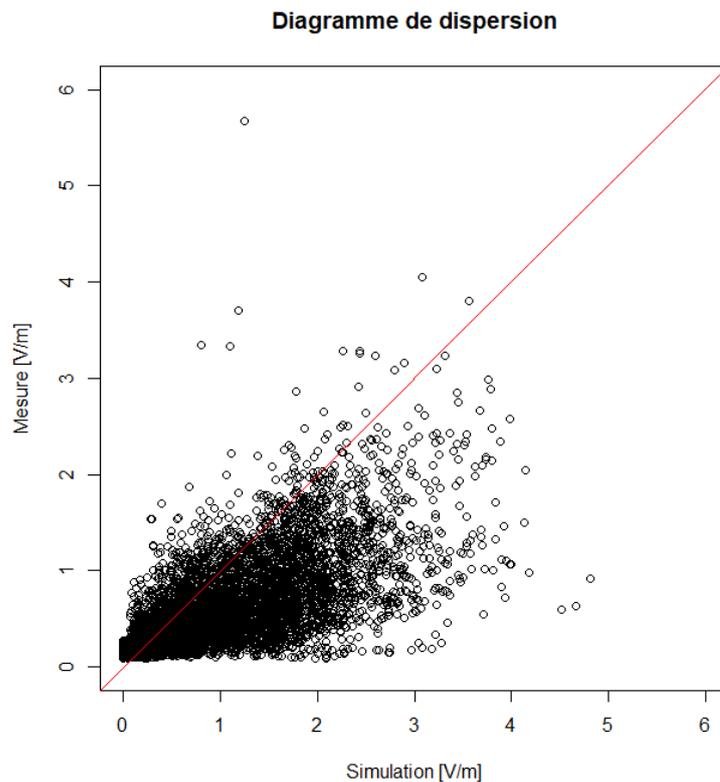


Fig. 7. Diagramme de dispersion sur l'ensemble de données du drive-test et résultats de simulation carte globale correspondants.



Fig. 8. Mesures aberrantes en V/m (a) par rapport à la simulation (b). Une antenne, cerclée en rouge, existe à l'endroit de la mesure, mais la simulation et les données techniques ne justifient pas la valeur mesurée.

6. SERVICES BROADCAST

Le champ électrique équivalent 900 MHz a été calculé pour chacun des dix canaux broadcast à chaque point de mesure, pour un total de 5546 points (bandes FM et DAB) et 2815 points (bande DVB). Le tableau 5 résume les grandeurs statistiques extraites des mesures et les compare aux résultats de l'année précédente.

		Tour des Finances						The Hotel		Rue de la Loi	Rue du Brabant	FM	DAB	DVB
		FM RTBF Musiq3	FM RTBF Classic 21	DAB VRT 12A	DAB RTBF 1HD	DVB Vlaanderen	DVB RTBF FR	FM Radio Contact	FM Bel RTL	FM Joe	FM Gold			
Moyenne	2020	0.29	0.29	0.25	0.19	0.41	0.28	1.14	1.31	0.43	0.19	2.67	0.52	0.74
	2019	0.19	0.19	0.13	0.16	0.12	0.10	0.21	0.40	0.08	0.10	0.94	0.34	0.22
Ecart type	2020	0.24	0.22	0.28	0.23	0.32	0.21	1.30	1.63	0.54	0.52	2.16	0.54	0.50
	2019	0.17	0.17	0.14	0.17	0.09	0.09	0.35	0.64	0.17	0.33	0.92	0.35	0.15
1er quartile	2020	0.14	0.15	0.09	0.06	0.14	0.15	0.10	0.10	0.06	0.03	0.93	0.23	0.10
	2019	0.07	0.07	0.04	0.05	0.07	0.07	0.03	0.06	0.01	0.01	0.37	0.12	0.03
Médiane	2020	0.19	0.22	0.13	0.10	0.19	0.22	0.46	0.49	0.29	0.03	1.97	0.28	0.46
	2019	0.13	0.14	0.08	0.10	0.13	0.14	0.09	0.17	0.03	0.02	0.66	0.20	0.09
3ème quartile	2020	0.38	0.35	0.30	0.22	0.38	0.35	1.89	1.75	0.51	0.15	3.97	0.63	1.89
	2019	0.24	0.25	0.18	0.21	0.24	0.25	0.24	0.50	0.06	0.07	1.16	0.44	0.24
Maximum	2020	1.80	1.87	2.35	2.25	1.80	1.87	5.85	8.70	7.82	10.08	11.31	5.10	5.85
	2019	1.89	1.68	1.44	1.85	1.89	1.68	5.55	9.65	2.18	6.58	11.56	3.47	5.55

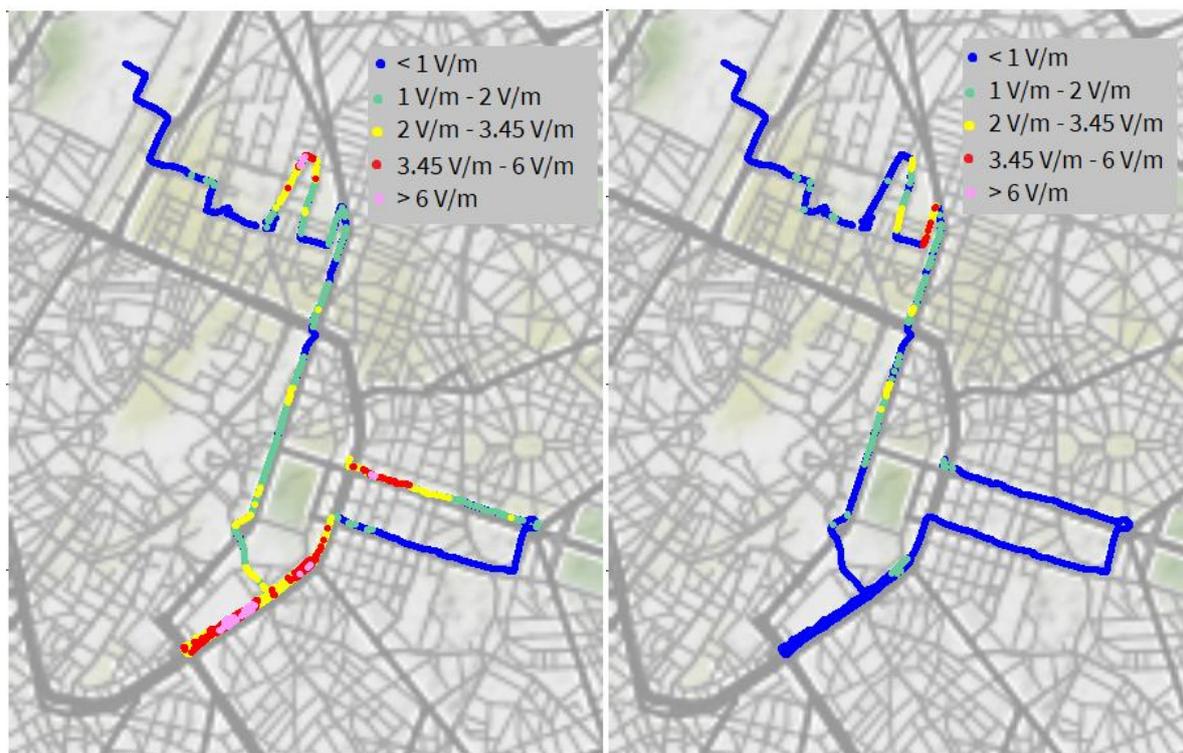
Tableau 5. Résumé des grandeurs statistiques extraites des données pour les services broadcast.

Pour le modèle linéaire (*Lin*), le coefficient n est exprimé en [(dBV/m) / km]. Pour le modèle logarithmique (*Log*), le coefficient n est adimensionnel.

Pour les services broadcast, par rapport au drive test 2019, les mesures dans la bande FM sont celles qui présentent la plus grande augmentation moyenne. En observant la Fig. 9 on se rend compte que le tronçon du Boulevard du Régent entre Porte de Namur et Rue Belliard, qui n'avait pas été emprunté en 2019, est en partie responsable de cette déviation, étant très exposé aux émetteurs FM situés à la porte de Namur. Une deuxième raison pour cette augmentation est à attribuer au fait d'avoir mesuré le champ électrique sur les trois axes plutôt que dans sa composante verticale seulement.

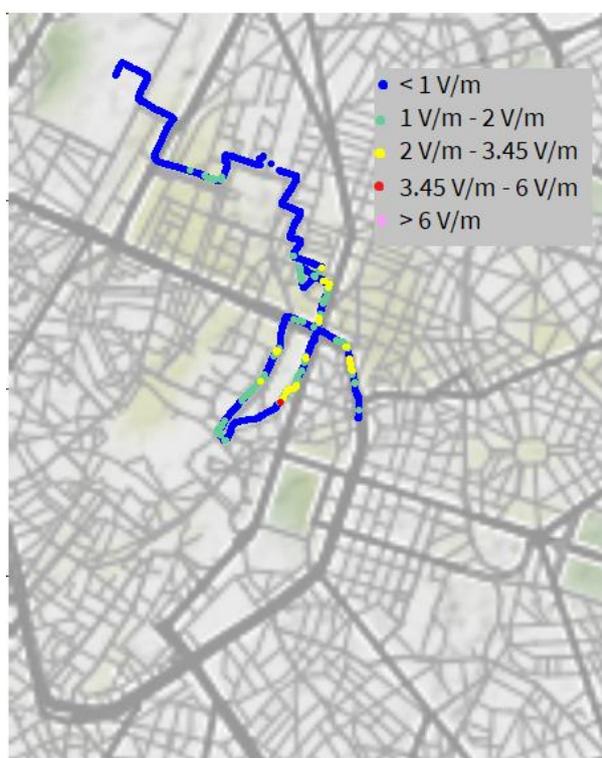
Cependant, cela ne peut pas expliquer l'écart qui existe entre certains maximums pour les mesures 2019 et 2020, notamment pour Joe FM, qui sera davantage investigué lors du drive-test suivant.





(a)

(b)



(c)

Fig. 9 Mesures pour les canaux FM (a), DAB (b) et DVB (c)

7. CONCLUSIONS

Un drive-test a été mené dans la région bruxelloise afin de mesurer le champ électrique dû aux services cellulaires downlink et broadcast.

En ce qui concerne les services cellulaires, une bonne concordance avec les résultats du drive-test conduit en 2017, 2018 et 2019 a été trouvée. Une augmentation de la médiane du champ pour les services à 800 MHz et 2600 MHz a été observée, ce qui suggère que les opérateurs ont continué à déployer la 4G dans la région de Bruxelles Capitale et/ou que cette technologie est davantage exploitée par les utilisateurs. D'ailleurs, cela correspond au fait que le nombre d'émetteurs 4G a doublé depuis 2017.

Une comparaison avec les résultats de simulation issus de la carte globale a été conduite. Cela a permis d'identifier une seule zone où l'exposition est certainement plus élevée que ce qui est prévu par les données techniques du cadastre des antennes. Globalement, il a été mis en évidence que les simulations surestiment l'exposition mesurée, ce qui était attendu.

Pour ce qui concerne les mesures broadcast, si globalement elles sont comparables à celles des années précédentes, elles présentent néanmoins des déviations qui vont être investiguées d'avantage.



02 775 75 75
WWW.ENVIRONNEMENT.BRUSSELS

Rédaction: Luca Petrillo

Ed. Resp. : F. Fontaine et B. Dewulf – Av du Port 86C/3000- 1000 Bruxelles

