

Rapport technique sur les
niveaux de champ électrique
émis par les concentrateurs
pour assurer le télé-relevé
des compteurs communicants
de gaz

Décembre 2017

Synthèse

Ce rapport étudie l'exposition aux ondes radioélectriques due aux concentrateurs UHF installés par GRDF par exemple sur des toits-terrasses pour collecter les données des compteurs communicants de gaz dits Gazpar. Ces émetteurs permettent d'assurer un service de télé-relevé en transmettant l'information de consommation par voie radio. Leurs caractéristiques techniques ont été étudiées et sont présentées dans ce rapport. L'analyse a porté sur la gamme de deux concentrateurs fournis par GRDF.

Les concentrateurs incluent d'une part d'un récepteur VHF dans la bande 169 MHz pour recevoir les données envoyées par les compteurs au cours de la journée. Ils disposent d'autre part d'une carte SIM, semblable à celle utilisée dans les téléphones mobiles, pour transmettre, via le réseau d'un opérateur de téléphonie mobile, les données envoyées par les compteurs vers le service de supervision de GRDF. Selon l'emplacement du concentrateur et l'état du réseau de téléphonie mobile, les données peuvent être envoyées soit sur le réseau 2G soit sur le réseau 3G.

Selon les indications de GRDF, les concentrateurs transmettent les données toutes les dix minutes. La durée d'envoi varie selon les conditions de réception du réseau et la quantité de données à envoyer. La plupart du temps, le concentrateur n'émet pas : les émissions ne sont donc pas permanentes.

Pour analyser le comportement des émetteurs dans la durée, un logiciel d'acquisition a été développé pour enregistrer les valeurs mesurées sur de longues périodes (typiquement, plusieurs jours).

Ce logiciel a été utilisé en laboratoire pour enregistrer les émissions du concentrateur vers le service de supervision de GRDF. Les enregistrements sur 3 jours ont permis de constater l'envoi des données toutes les 10 minutes en général mais un peu plus fréquemment sur la période entre minuit et 2 heures du matin (environ toutes les 2 à 3 minutes). La durée des envois varie entre 1 et 20 secondes en fonction des conditions du réseau et des données à envoyer.

Les niveaux de champs instantanés maximum ont été relevés, à titre informatif, pour différentes distances du concentrateur. Dans les configurations testées, à 25 cm du concentrateur, le niveau de champ maximal instantané est de 7,5 V/m et ce niveau de champ décroît très rapidement avec la distance; à 1 m du concentrateur, le niveau de champ maximal instantané est de 1,5 V/m.

Bien que les émissions du concentrateur se situent dans les bandes montantes de la téléphonie mobile, le protocole de l'Agence nationale des fréquences DR15-3.1 s'applique et le niveau d'exposition est évalué en tenant compte de la valeur du champ moyen pendant une durée de 6 minutes. Du fait des rares émissions brèves du concentrateur, ces niveaux d'exposition moyennés apparaissent particulièrement faibles (inférieurs à 0,38 V/m).

Les niveaux d'exposition mesurés sont très faibles comparés aux valeurs limites réglementaires qui varient de 41 V/m à 61 V/m pour le grand public et aux valeurs déclenchant l'action pour les travailleurs qui varient de 89 V/m à 133 V/m aux fréquences utilisées par les concentrateurs de GRDF.

Table des matières

1. Contexte	3
2. Réglementation française en matière d'exposition aux ondes électromagnétiques	4
3. Description des équipements testés et des moyens de mesures	5
3.1. Description de la composante VHF/UHF	5
3.2. Moyens de mesures	6
4. Caractéristiques techniques	9
4.1. Description du concentrateur	9
4.2. Fonctionnement du modem GSM/UMTS.....	10
4.3. Mesure en fonction de la distance	12
4.4. Mesure à puissance maximale	12
5. Essai COFRAC de mesure de champ électromagnétique in situ.....	15
6. Mesure sur 24h en laboratoire.....	17

1. Contexte

Les dispositifs intégrés par GRDF (cf. Figure 1) consistent en une gamme d'émetteurs fonctionnant sur la fréquence 169 MHz (bande de plein droit, donc exploitable sans licence) installés sur les compteurs des clients. Ils transmettent des données de consommation de gaz à un relais, qui concentre les informations émises au niveau local et les retransmet à un centre de gestion des données à l'aide d'une carte SIM, via le réseau d'un opérateur mobile existant. Ce rapport porte sur les émissions dans la bande UHF de ces concentrateurs qui servent de relais et qui sont, par exemple, installés sur des toits-terrasses. L'exposition aux ondes émises par les compteurs a fait l'objet d'un précédent rapport¹ de l'Agence nationale des fréquences.



Figure 1 : principe de la chaîne communicante de la solution technique de télé relevé retenu par GRDF – source GRDF

Ce rapport technique décrit les résultats des différents essais réalisés sur les concentrateurs GRDF.

Le chapitre 2 rappelle la réglementation française en matière d'exposition aux ondes électromagnétiques. Le chapitre 3 décrit les équipements analysés et les moyens de mesure utilisés. Le chapitre 4 présente les mesures réalisées pour caractériser les émissions des compteurs. Le chapitre 5 résume les résultats de mesure, sous accréditation COFRAC, de champs électromagnétiques sur site réalisés à proximité d'un compteur communicant gaz. Le chapitre 6 présente les résultats des mesures réalisées sur 24 heures.

¹ <https://www.anfr.fr/contrôle-des-frequences/exposition-du-public-aux-ondes/compteurs-communicants/compteurs-gazpar/#menu2>

2. Réglementation française en matière d'exposition aux ondes électromagnétiques

En France, le décret n° 2002-775² du 3 mai 2002 fixe les valeurs-limites d'exposition du public aux champs électromagnétiques émis par les équipements utilisés dans les réseaux de télécommunication ou par les installations radioélectriques. Le décret n°2016-1074³ du 3 août 2016 relatif à la protection des travailleurs contre les risques dus aux champs électromagnétiques définit les règles de prévention contre les risques pour la santé et la sécurité des travailleurs exposés aux champs électromagnétiques, notamment contre leurs effets biophysiques directs et leurs effets indirects connus.

Les valeurs limites définies pour le grand public et les valeurs d'actions définies pour les travailleurs ont été proposées, au niveau international, par le comité de protection contre les rayonnements non ionisants (ICNIRP), association officiellement reconnue par l'Organisation Mondiale pour la Santé (OMS), dans son guide pour l'établissement de limites d'exposition aux champs électrique, magnétique et électromagnétique en 1998. L'Union Européenne a repris ces limites dans sa recommandation 1999/519/CE pour le grand public et dans la directive 2013/35/UE pour les travailleurs. Les valeurs déclenchant l'action définies pour les travailleurs sont un peu plus de 2 fois plus élevées que les niveaux de références définis pour le grand public.

Les valeurs-limites et les valeurs d'action dépendent des fréquences (cf. Figure 2). Pour les bandes de fréquence de la téléphonie mobile utilisées par les concentrateurs de GRDF (2G et 3G dans les bandes montantes), les valeurs-limites en champ électrique pour le grand public varient entre 41 V/m et 61 V/m et les valeurs d'action en champ électrique pour les travailleurs varient entre 89 V/m et 133 V/m.

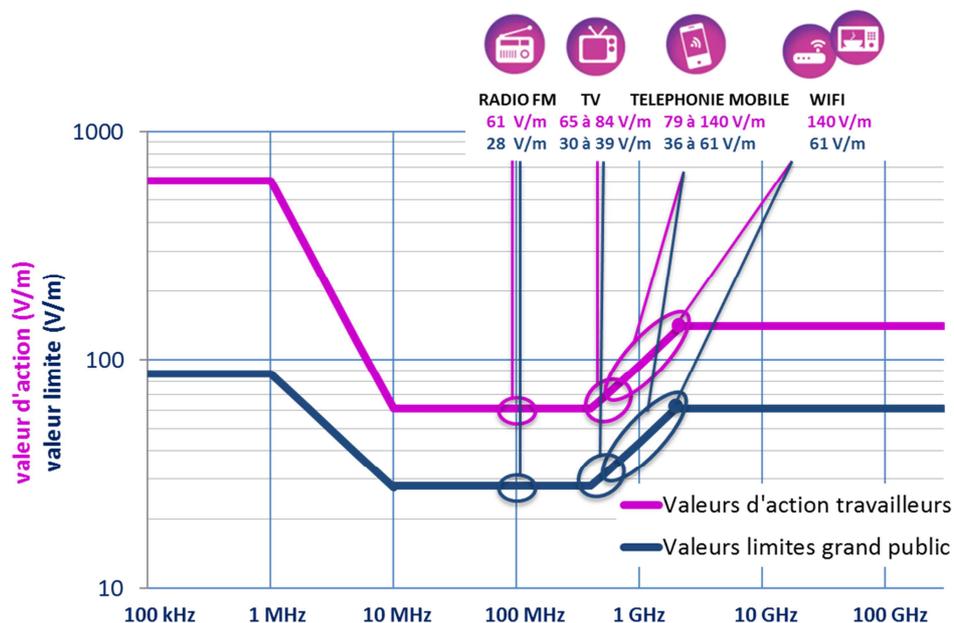


Figure 2 : valeurs limites-réglementaires pour le grand public fixées par le décret du 3 mai 2002 en champ électrique (exprimé en V/m) et valeurs d'action pour les travailleurs fixées par le décret du 3 août 2016 en champ électrique (exprimé en V/m).

² <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000226401>

³ <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/decret/2016/8/3/ETST1611714D/jo>

3. Description des équipements testés et des moyens de mesures

3.1. Description de la composante VHF/UHF

La composante VHF/UHF permet d'assurer la fonction de concentrateur au niveau radio en recevant et retransmettant les données. Le récepteur VHF collecte toutes les données transmises par les émetteurs radio VHF installés sur les compteurs dans son voisinage. La composante VHF/UHF est constituée des éléments suivants (cf. Figure 3) :

- 1 antenne fouet⁴ utilisée en réception pour recevoir les données transmises par les compteurs dans la bande 169 MHz,
- une armoire de réception regroupant le modem 2G/3G, l'interface RS485/RS232 et les accessoires d'alimentation (cf. Figure 4)



Figure 3 : installation de la composante VHF/UHF sur un trépied pour la réalisation des essais

La partie émettrice du concentrateur est l'antenne du modem 2G/3G incluse dans l'armoire (cf. Figure 4).



Figure 4 : visualisation de l'antenne du modem 2G/3G

Deux modems de marques différentes (SagemCom et Kerlink) sont utilisés par GRDF. Ces modems fonctionnent à l'aide d'une carte SIM semblable à celles utilisées pour les téléphones portables. Selon l'emplacement du concentrateur et l'état du réseau, trois bandes de fonctionnement sont

⁴ Cette antenne fouet peut également émettre occasionnellement dans la bande 169 MHz pour envoyer des ordres aux compteurs.

possibles : 900 MHz (GSM ou UMTS), 1800 MHz (GSM) ou 2100 MHz (UMTS). Le choix de la bande de fréquence et de la technologie est réalisé automatiquement par le réseau. Dans le cadre de cette étude, deux concentrateurs avec deux modems différents ont été testés. Deux cartes SIM ont également été utilisées, l'une Movistar et l'autre Mobistar. Ces deux cartes SIM ne sont pas liées à un opérateur donné, elles permettent de se connecter à l'ensemble des opérateurs. Les choix de l'opérateur et de la bande de fréquences sont automatiquement réalisés par le réseau. Des mesures préliminaires ont montré que le niveau de champ créé à proximité des deux concentrateurs étaient similaires. Il a été choisi de poursuivre l'analyse détaillée sur le concentrateur équipé du modem Sagem.

Les modems fonctionnent en GPRS (General Packet Radio Service), en EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Extension) et en UMTS. Le GPRS et l'EDGE sont des extensions du GSM qui permettent de transmettre des données. La transmission des données se fait selon un multiplexage temporel (TDMA Time Division Multiple Access ou accès multiple à répartition dans le temps). Une trame se décompose en 8 intervalles de temps. En GSM, la réception et la transmission de la voix se font chacune sur un intervalle de temps. En GPRS ou en EDGE, plusieurs intervalles de temps peuvent être utilisés aussi bien pour la réception que pour l'émission. L'allocation d'un ou plusieurs intervalles de temps en émission est réalisée automatiquement par le réseau selon la nature du transfert et l'état du réseau. En UMTS, il n'y a pas de mode d'accès temporel, la transmission des données se fait selon une technique d'étalement du spectre (W-CDMA wideband code division multiple access) qui repose sur une méthode d'accès multiple par répartition de code. Les utilisateurs sont identifiés par un code et non par une séquence temporelle comme en GSM.

Le concentrateur collecte les données envoyées par les compteurs et transmet ces données via le réseau 2G ou 3G typiquement toutes les 10 minutes. Des trames de supervision sont également émises pour la synchronisation, l'identification ou les alarmes.

3.2. Moyens de mesures

- **Matériel pour la mesure de champ électrique sur site**

Pour les mesures globales large bande, un champ-mètre NARDA NBM 550 associé à une sonde 3 axes isotrope EF 0691 est utilisé (cf. Figure 5). Cet appareil large bande permet de mesurer le niveau de champ électrique total sur une large bande de fréquence allant de 100 kHz à 6 GHz.



Figure 5 : matériels de mesure des champs électriques large bande à gauche et sélectif en fréquence à droite

Pour les mesures sélectives en fréquence, un analyseur de spectre NARDA SRM-3006 (cf. Figure 5) est utilisé en association avec les sondes 3 axes NARDA 3501/03 pour les fréquences allant de 27 à 3000 MHz, NARDA 3502/01 pour les fréquences allant de 420 à 6000 MHz et NARDA 3581/02 pour les fréquences allant de 9kHz à 250 MHz. Cet appareil de mesure sélectif en fréquence dispose d'un mode d'exploitation «Scope» en vue d'analyser la fréquence et l'évolution temporelle des différents signaux. Cet appareil de mesure permet donc une analyse temporelle et spectrale. Le SRM 3006 mesure simultanément les valeurs moyennes (notées rms pour root mean square), les valeurs instantanées et les valeurs maximales (niveaux crêtes).

- **Mesures exploratoires en laboratoire**

Des mesures exploratoires ont été réalisées en laboratoire afin de caractériser les émissions des concentrateurs. Ces mesures ont été réalisées avec l'équipement de mesure sélectif en fréquence SRM-3006 et l'antenne NARDA 3502/01.

Des relevés temporels ont été réalisés pour observer la signature des signaux et des relevés fréquentiels ont permis d'illustrer l'occupation spectrale des signaux.

Enfin, les niveaux de champs relevés sont des valeurs moyennées sur 6 minutes conformément à la réglementation en vigueur : les décrets n°2002-775 du 3 mai 2002 et n°2016-1074 du 3 août 2016 sur les valeurs limites d'exposition aux ondes électromagnétiques définissent cette moyenne temporelle.

Les durées d'émission des concentrateurs étant relativement courtes, les niveaux instantanés maximaux ont également été enregistrés à titre informatif.

Un émulateur de réseau de la marque Aeroflex a été utilisé pour contrôler le canal de transmission utilisé par le concentrateur et son niveau de puissance.

- **Essai de mesure de champ électromagnétique sur site sous accréditation technique**

Des prestations de mesure de champ électromagnétique in situ ont été effectuées sous accréditation COFRAC suivant le protocole de mesure de l'Agence nationale des fréquences DR15-3.1 du 9 juillet 2015 pour vérifier la conformité aux valeurs limites d'exposition. Le Centre de Contrôle International de l'ANFR est accrédité par le COFRAC (accréditation n°1-2151) pour réaliser des mesures de champs électromagnétiques sur site.

Deux cas de mesures sont possibles dans le protocole ANFR DR15-3.1. Le Cas A fournit une évaluation globale de l'exposition avec un résultat couvrant toutes les sources et toutes les fréquences. Le Cas B fournit une évaluation détaillée de l'exposition avec un ensemble de valeurs de champs pour des sources, des fréquences ou des sous-bandes de fréquences.

Des mesures selon le Cas A et le Cas B ont été réalisées pour mesurer le niveau de champ électromagnétique à proximité du concentrateur connecté sur le réseau mobile existant.

- **Mesures sur site sur 24h**

Un logiciel d'acquisition des données a été développé pour permettre l'enregistrement sur de longues durées (plus de 24h) des émissions du concentrateur testé. Les valeurs RMS moyennées sur 6 minutes et les valeurs crêtes sont relevées toutes les secondes. Les données sont enregistrées toutes les 6 minutes et toutes les secondes au-delà d'un certain seuil de champ crête fixé à 1 V/m afin de n'enregistrer que les émissions utiles.

La mesure se fait sur la bande montante 900, 1800 ou 2100 MHz utilisée par le concentrateur selon son environnement réseau au moment de la mesure.

4. Caractéristiques techniques

4.1. Description du concentrateur

L'analyseur de spectre SRM 3006 permet d'illustrer la réponse temporelle du signal. Le concentrateur est connecté sur le réseau 3G dans la bande de fréquence 2100 MHz. L'envoi de la trame dure dans ce cas 7 secondes (cf. Figure 6).

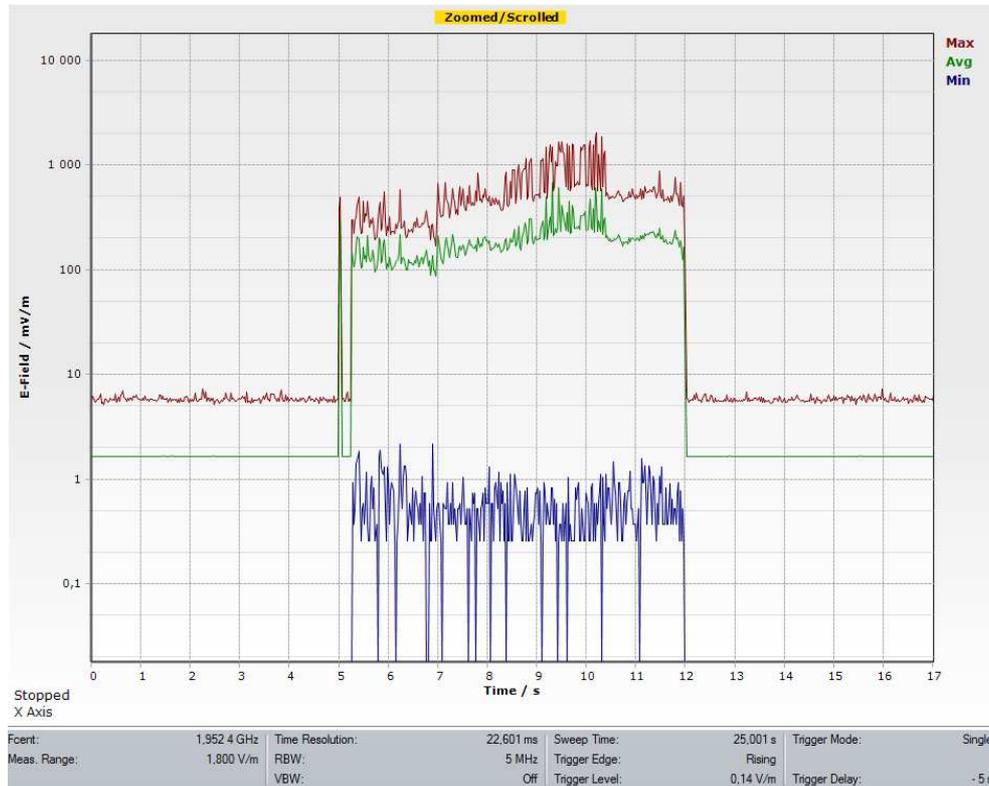


Figure 6 : signature temporelle d'une trame test envoyée par le modem du concentrateur sur le réseau UMTS 2100 MHz.

L'analyseur de spectre permet d'afficher la signature en fréquence du signal dans les 4 modes de fonctionnement du modem : le GSM 900 en haut à gauche, le GSM 1800 en haut à droite, l'UMTS 900 en bas à gauche et l'UMTS 2100 en bas à droite (Figure 7). Pour cette analyse spectrale, les fréquences 897,6 MHz pour le GSM 900, 1747,6 MHz pour le GSM 1800, 912,4 MHz pour l'UMTS 900 et 1947,6 pour l'UMTS 2100 ont été choisies. La largeur du signal est de 200 kHz en GSM et de 5 MHz en UMTS.

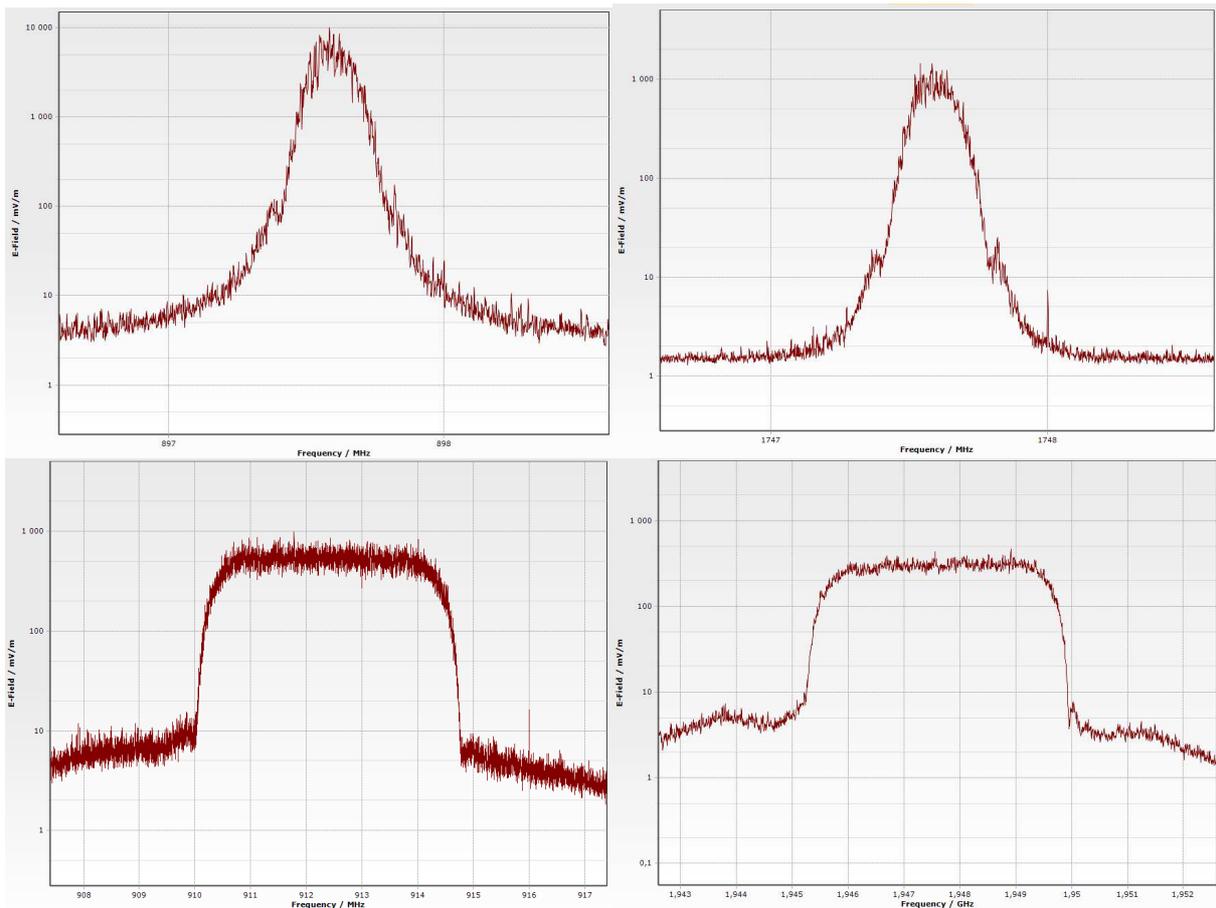
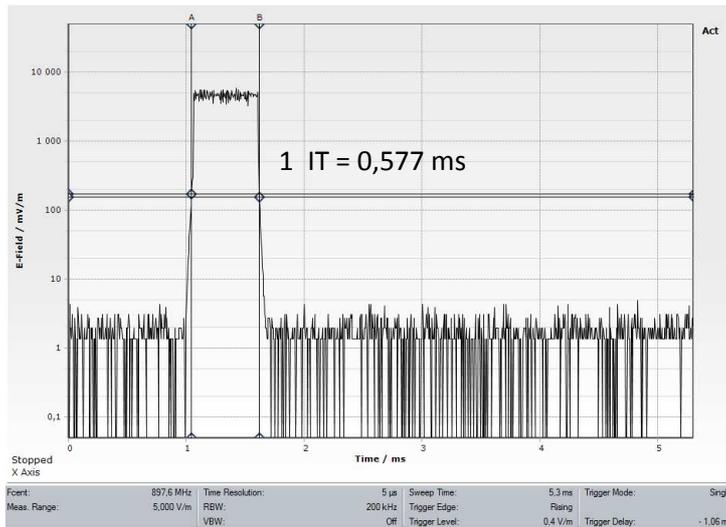


Figure 7 : analyse spectrale du signal émis par le concentrateur dans la bande 900 MHz (en haut à gauche) ou dans la bande 1800 MHz (en haut à droite) ou dans la bande UMTS 900 MHz (en bas à gauche) ou dans la bande UMTS 2100 MHz (en bas à droite)

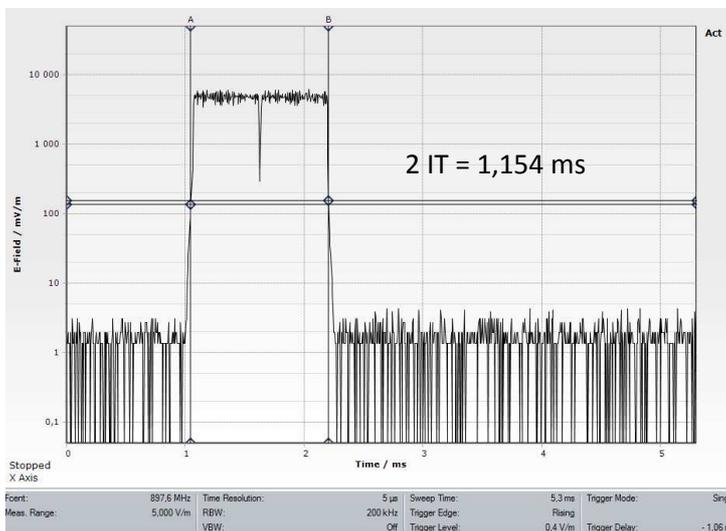
4.2. Fonctionnement du modem GSM/UMTS

Une trame GSM est constituée de 8 intervalles de temps (IT). Les communications voix sont transmises sur un 1 IT par trame. Les transmissions n'occupent donc qu'un huitième du temps. Le GPRS ou l'EDGE permettent de transmettre des données en utilisant potentiellement plusieurs IT par trame. Selon les classes des modems, les données peuvent être émises sur 1 ou plusieurs (jusqu'à 4) IT. La durée d'un intervalle de temps est fixe et est de 0,577 ms. Cette allocation se fait automatiquement par le réseau. Le faible volume de données à transmettre par le concentrateur ne nécessite pas a priori qu'un seul IT, ce qui a été constaté lors de nos observations.

Afin d'illustrer les différents modes d'émissions du modem EDGE/GPRS, des mesures ont été réalisées en laboratoire avec un émulateur de station de base qui permet de maîtriser les caractéristiques d'émission. Les résultats de deux modes de fonctionnement avec un et deux IT sont illustrés Figure 8 et Figure 9. La Figure 8 illustre les deux modes de transmission sur 1 ou 2 IT. La Figure 9 illustre la répétition des trames constituées de 8 IT en mode d'émission sur 1 ou 2 IT.



(a) - émission du concentrateur sur un 1 IT de 0,577 ms à 897.6 MHz avec un émulateur de station de base



(b) - émission du concentrateur sur un 2 IT de 0,577ms à 897.6 MHz avec un émulateur de station de base

Figure 8 : comparaison des 2 modes d'émission du modem GPRS (a) émission sur 1 IT, (b) émission sur 2 IT

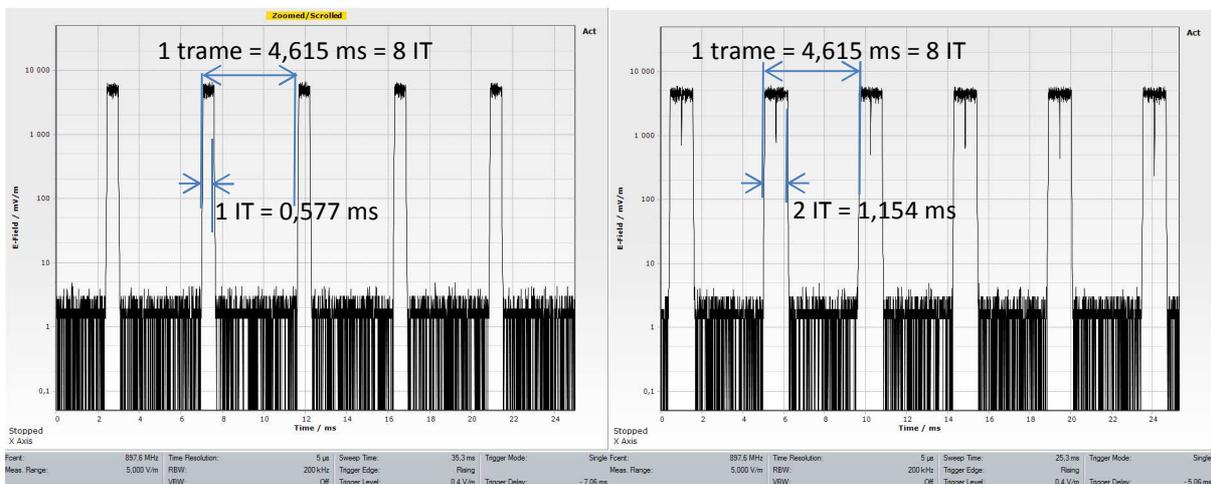


Figure 9 : répétition des trames GPRS constituées de 8 IT en mode d'émission sur 1 IT à gauche et sur 2 IT à droite.

4.3. Mesure en fonction de la distance

Le concentrateur Sagemcom est placé dans un environnement dégagé en extérieur sur le site de l'ANFR à Prunay-en-Yvelines (cf. Figure 10). La sonde est placée à hauteur de l'antenne UHF du concentrateur. Le concentrateur est connecté au réseau existant UMTS 900 MHz de Bouygues Telecom.



Figure 10 : installation du concentrateur pour réaliser les mesures de champ en fonction de la distance. Le concentrateur se connecte automatiquement au réseau existant.

Afin d'illustrer la décroissance rapide du champ en fonction de la distance, des mesures à différentes distances ont été réalisées (0,25 ; 0,5 ; 0,75 ; 1 ; 2 et 3 m). La Figure 11 illustre la décroissance rapide en inverse de la distance du niveau de champ instantané maximal.

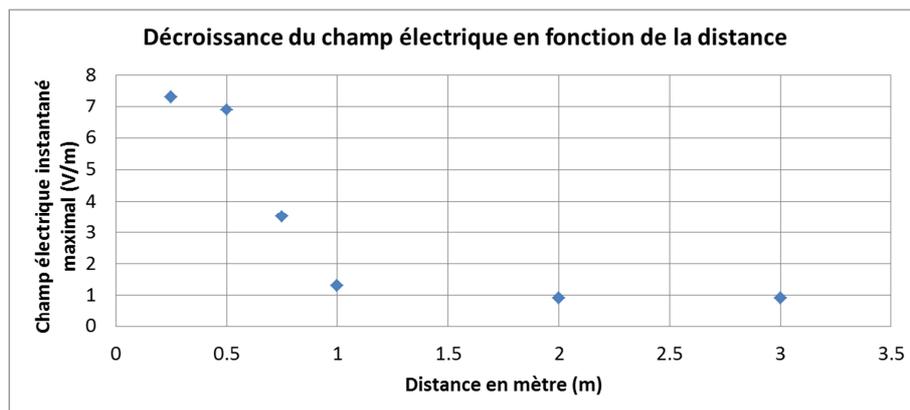


Figure 11 : décroissance du champ crête émis par le concentrateur sur la bande UMTS 900 en fonction de la distance.

4.4. Mesure à puissance maximale

L'utilisation d'un émulateur de réseau permet de contrôler les émissions du concentrateur en termes de canal utilisé et de niveau de puissance d'émission. Pour chaque bande de fréquence GSM 900, GSM 1800, UMTS 900 et UMTS 2100, les canaux hauts, bas et centraux des bandes ont été testés (cf. Tableau 1). Le modem est forcé à émettre à sa puissance maximale. En fonctionnement réel sur le réseau mobile existant, le niveau de puissance du modem s'adapte en fonction notamment des

conditions de réception. Le niveau de puissance maximal auquel le concentrateur est forcé à l'aide de l'émulateur de réseau est en pratique rarement atteint.

Canal	GSM 900		GSM 1800		UMTS 900		UMTS 2100	
	Fréquence (MHz)	Numéro						
Bas	880.2	975	1710.2	512	885	2725	1922.8	10564
Central	897.6	38	1747.6	699	897	2785	1947.6	10688
Haut	914.8	124	1784.8	885	912.4	2862	1977.2	10836

Tableau 1 : fréquences et numéro des canaux hauts, centraux et bas des bandes GSM 900, GSM 1800, UMTS 900 et UMTS 2100.

La chaîne de mesure avec l'analyseur de spectre SRM 3006 est utilisé pour réaliser des mesures en face du concentrateur et à sa hauteur. De façon à ne mesurer que les émissions du boîtier et pas les émissions de signalisation de l'émulateur, la mesure se fait sur la largeur de canal de transmission c'est-à-dire 200 kHz en GSM et 5 MHz en UMTS.

La Figure 12 illustre les niveaux de champ électrique instantanés maximaux relevés à 50 cm du concentrateur dans les canaux hauts, centraux et bas des bandes de fréquences GSM 900, GSM 1800, UMTS 900 et UMTS 2100 lorsque le modem est forcé à émettre à son niveau de puissance maximal.

Les niveaux de champ relevés dans la bande GSM 1800 sont toujours plus faibles que les niveaux de champ relevés dans la bande GSM 900, ce qui s'explique par le niveau de puissance maximale qui diffère selon la bande (2 W crête maximal en GSM 900 et 1 W crête maximal en GSM 1800).

De plus, en GSM, le signal est modulé en temps, la modulation est de 1/8 du temps, ce qui atténue d'un facteur environ 2,8 le niveau de champ moyenné.

En UMTS, le niveau de puissance maximale est de 125 mW mais il n'y a pas de mode d'accès temporel.

Dans une même bande de fréquence, le niveau de champ varie d'un canal à l'autre, ce qui s'explique par les performances de l'antenne qui diffèrent selon les fréquences.

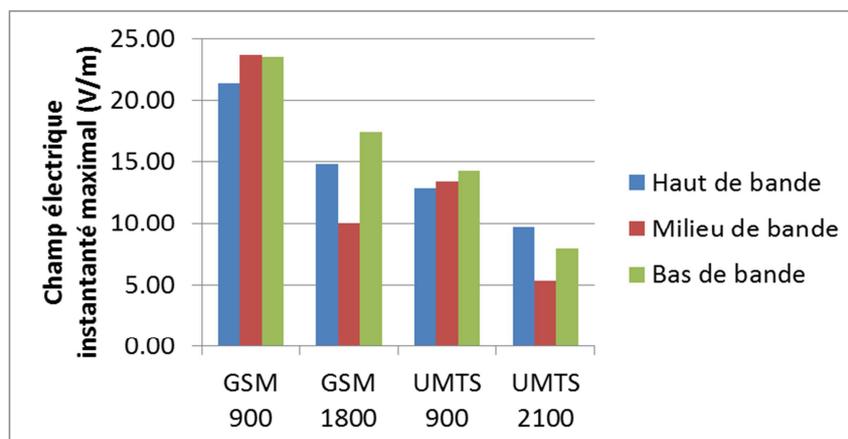


Figure 12 : valeurs crêtes mesurées à 50 cm du concentrateur forcé à émettre à son niveau de puissance maximal dans les canaux hauts, bas et centraux des bandes GSM 900, GSM 1800, UMTS 900 et UMTS 2100.

Des mesures complémentaires à différentes distances ont été réalisées dans la bande UMTS 2100 MHz. Ces mesures permettent d'illustrer la décroissance du champ en fonction de la distance (cf. Figure 13).

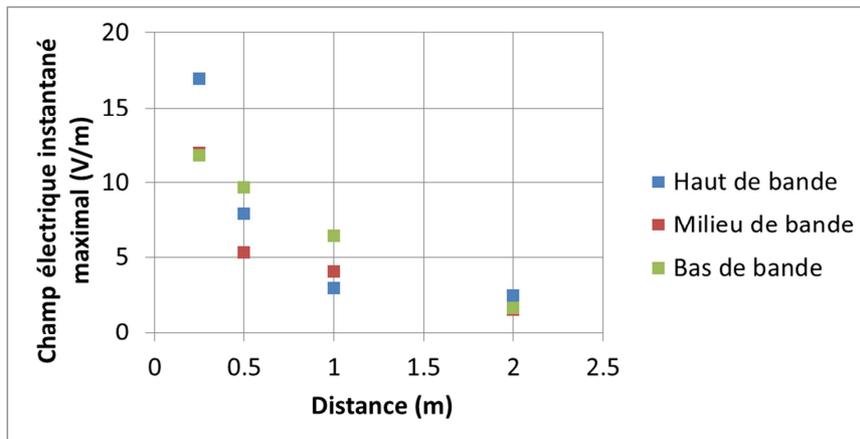


Figure 13 : valeurs instantanées maximales mesurées dans les différents canaux de la bande UMTS 2100 MHz à différentes distances du concentrateur qui émet à son niveau de puissance maximal

5. Essai COFRAC de mesure de champ électromagnétique in situ

Un essai COFRAC de mesure de champ électromagnétique in situ selon le protocole ANFR DR15-3.1 du 9 juillet 2015 a été réalisé pour vérifier la conformité des niveaux de champs à proximité du concentrateur en fonctionnement réaliste. La sonde est placée à la distance minimale réglementaire de 50 cm en face du concentrateur comme illustrée sur la Figure 14. Le Cas A et le Cas B du protocole ont été réalisés. Conformément au protocole de mesure ANFR DR15-3.1, une moyenne spatiale sur 3 hauteurs est réalisée ainsi qu'une moyenne temporelle sur un maximum de 6 minutes. Les acquisitions sont réalisées en prenant en compte le cycle d'émission du concentrateur de 10 minutes.

La référence du rapport d'essai est Prunay-en-Yvelines CCI 27 septembre 2017.



Figure 14 : configuration de mesure lors des essais COFRAC.

Les résultats de mesure du Cas A couvrent l'ensemble de la bande 100 kHz – 6 GHz et sont indiqués dans le Tableau 2. Ces résultats sont en-dessous du seuil de sensibilité de la sonde qui est de 0,38 V/m. Les émissions du concentrateur étant brèves, la moyenne temporelle fait fortement baisser la moyenne des niveaux de champs mesurés.

Hauteur	Champ électrique moyen
1,7 m	0,18 V/m
1,5 m	0,27 V/m
1,1 m	0,26 V/m
Moyenne spatiale	<0,38 V/m

Tableau 2 : résultat des mesures sur 3 hauteurs des niveaux de champ RMS réalisées lors du Cas A de l'essai COFRAC.

Les niveaux de champ, obtenus aux cas A, étant inférieurs à 6 V/m, la conformité du niveau de champ électromagnétique dans la bande 100 kHz - 6 GHz vis-à-vis des niveaux de référence fixés par le décret n° 2002-775 du 3 mai 2002 est déclarée.

Un essai selon le cas B a également été réalisé. Les émissions du concentrateur se font dans les bandes montantes de la téléphonie mobile (TM uplink) du réseau 2G ou 3G qui ne se trouvent pas par défaut dans le tableau des services fixé par le protocole ANFR DR15-3.1. Les trois voix montantes des services de téléphonie mobile 2G et 3G ont donc été ajoutées à la liste par défaut. Dans la bande de fréquence d'émission du concentrateur (2100 MHz au moment de la mesure), il a été constaté un niveau de champ de 0,15 V/m.

Les résultats des mesures pour l'ensemble des services sont disponibles dans le rapport d'essai. La valeur du cumul des services obtenue est de 0,32 V/m.

6. Mesure sur 24h en laboratoire

Le logiciel d'acquisition a été utilisé sur une période de 4 jours entre le 22 septembre 2017 et le 25 septembre 2017. La sonde est placée à 50 cm en face du concentrateur. Le concentrateur est placé à l'intérieur des locaux de l'ANFR à Prunay-en-Yvelines et il s'est connecté sur le réseau UMTS 900 existant de l'opérateur Bouygues Telecom lors de ces mesures.

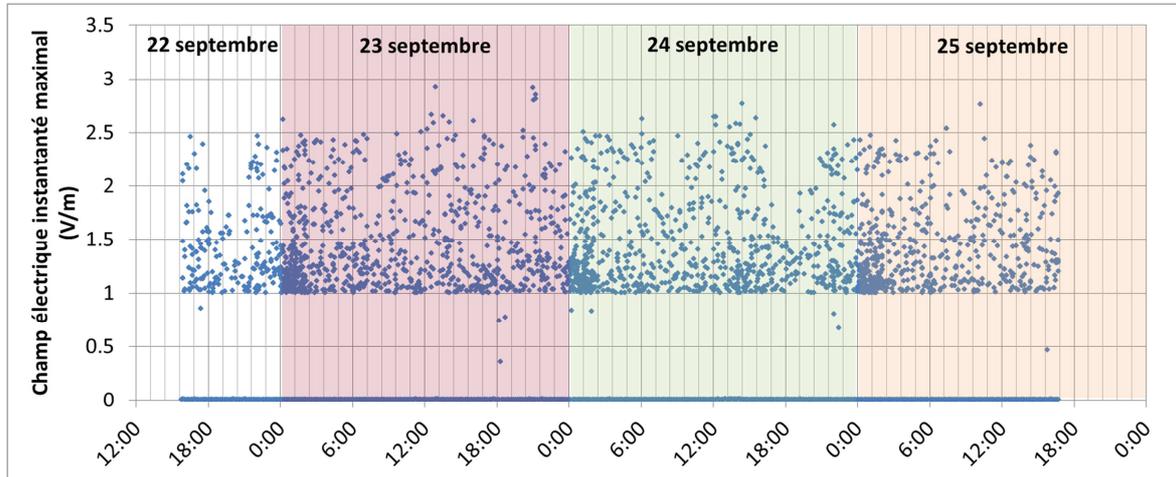


Figure 15 : niveau de champ électrique instantané maximal mesuré à 50 cm du concentrateur connecté au réseau existant UMTS 900.

Comme annoncée par GRDF, les émissions ne sont pas permanentes, la plupart du temps le concentrateur n'émet pas. Dans la configuration testée, le concentrateur émet toutes les 10 minutes pendant une durée qui varie d'une à vingt secondes. Entre minuit et deux heures du matin, le concentrateur émet beaucoup plus fréquemment environ toutes les deux à trois minutes (cf. Figure 16).

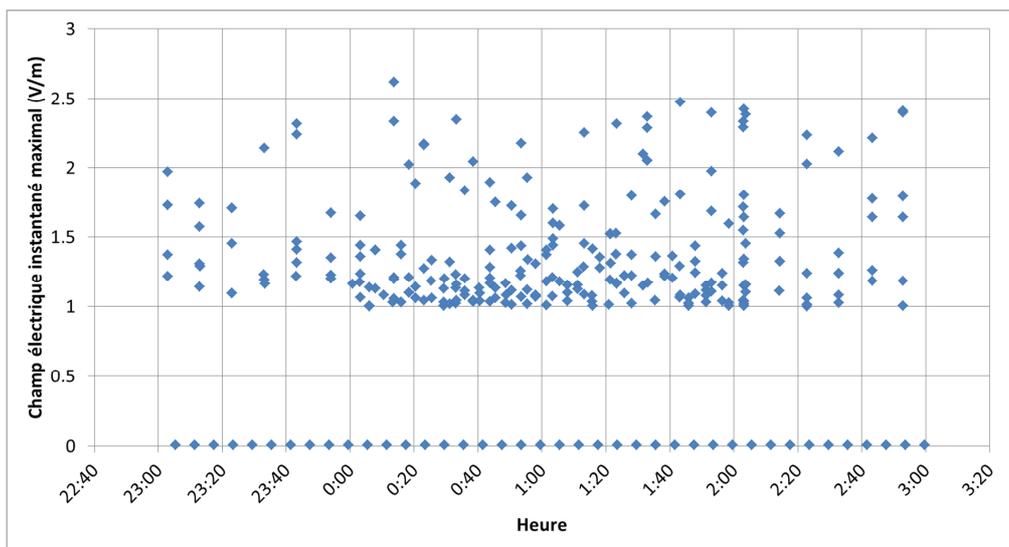


Figure 16 : zoom entre 23h00 le 22 septembre et trois heures du matin le 23 septembre

Les niveaux de champ électrique instantané maximal varient, dans la configuration mesurée, entre 1 et 3 V/m selon les jours et les heures de la journée ce qui reflète les variations de l'environnement.

Les niveaux RMS moyennés sur 6 minutes mesurés à 50 cm du concentrateur sont beaucoup plus faibles du fait de la courte durée des émissions non permanentes, ces niveaux varient entre 0,002 V/m et 0,1 V/m. Ces niveaux mesurés sont très faibles comparés à la valeur limite réglementaire de 41 V/m pour le grand public et à la valeur déclenchant l'action pour les travailleurs de 89 V/m dans la bande de fréquence utilisée (UMTS 900).