

Rapport technique sur les niveaux de champ électrique émis par les compteurs de gaz Gazpar

Décembre 2016

Synthèse

Ce rapport est une étude de l'exposition aux ondes radioélectriques émises par les émetteurs VHF 169 MHz installés sur les compteurs de gaz Gazpar. Ces émetteurs permettent d'assurer un service de télérelève en transmettant l'information de consommation par radio. Leurs caractéristiques techniques ont été étudiées et sont présentées dans ce rapport. L'analyse a porté sur la gamme de huit émetteurs fournis par GRDF.

Les émetteurs transmettent entre une à quatre trames journalières, selon le réglage. Les trames sont envoyées à des horaires aléatoires et durent 270 ms. Selon l'émetteur et la présence éventuelle d'un coffret, le niveau de champ crête mesuré pendant la transmission à un mètre de l'émetteur varie entre 0,5 V/m et 3 V/m. La plupart du temps, le compteur n'émet pas : les émissions ne sont donc pas permanentes. Les fréquences employées par les compteurs se situant au-delà de 100 kHz, le protocole de mesure de l'Agence nationale des fréquences DR15-3 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 compteur, ces niveaux d'exposition sont particulièrement faibles (inférieurs à 0,1 V/m).

Les niveaux d'exposition mesurés sont donc très faibles comparés à la valeur limite réglementaire qui est de 28 V/m aux fréquences utilisées par les compteurs Gazpar.

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 situation réelle chez un particulier pour enregistrer les niveaux d'exposition au niveau du compteur. Les enregistrements sur 24 heures ont permis de constater l'envoi d'un relevé journalier unique et ont confirmé que les niveaux d'exposition étaient très faibles, plus faibles dans cette configuration particulière que ceux obtenus en laboratoire.

Table des matières

1.	Contexte	3
2.	Réglementation en matière d'exposition du public aux ondes électromagnétique.....	4
3.	Description des équipements testés et des moyens de mesures	5
3.1.	Description de la composante VHF (compteur)	5
3.2.	Conditions d'accès au spectre	8
3.3.	Installation et maintenance	9
3.4.	Moyens de mesures	9
4.	Caractéristiques techniques	11
4.1.	Description des compteurs	11
4.2.	Mesures d'isotropie et à différentes distances du compteur G4 Diehl Metering n°8	12
5.	Essai COFRAC de mesure de champ électromagnétique in situ.....	14
6.	Mesure sur 24h.....	16

1. Contexte

Ce rapport étudie l'exposition aux ondes radioélectriques émises par les émetteurs VHF installés sur les compteurs de gaz déployés par GRDF. Cette télérelève repose sur une technologie radio mise en œuvre dans la bande VHF, sur des fréquences proches de 169 MHz.

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 le compteur du client. 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.

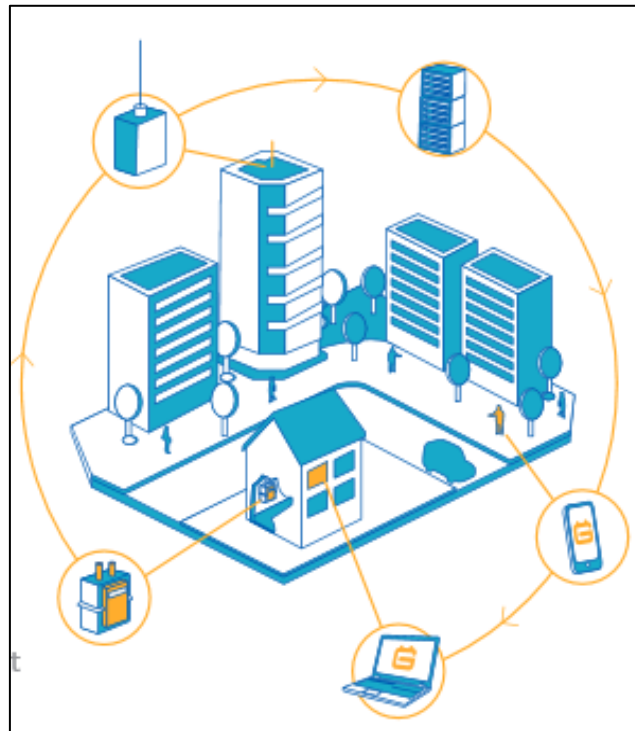


Figure 1 : principe de la chaîne communicante de la solution technique de télérelève retenue par GRDF – source GRDF

Ce rapport technique décrit les résultats des différents essais réalisés sur les compteurs Gazpar.

Le chapitre 2 rappelle la réglementation française en matière d'exposition du public 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 Gazpar. Le chapitre 6 présente les résultats des mesures réalisées sur 24 heures.

2. Réglementation en matière d'exposition du public aux ondes électromagnétique

En France, le décret n° 2002-775¹ 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. Ces limites 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.

Les valeurs-limites dépendent des fréquences (cf. Figure 2). Pour la bande de fréquence 169 MHz utilisée par les compteurs Gazpar (169 – 169,475 MHz), la valeur-limite en champ électrique est de 28 V/m.

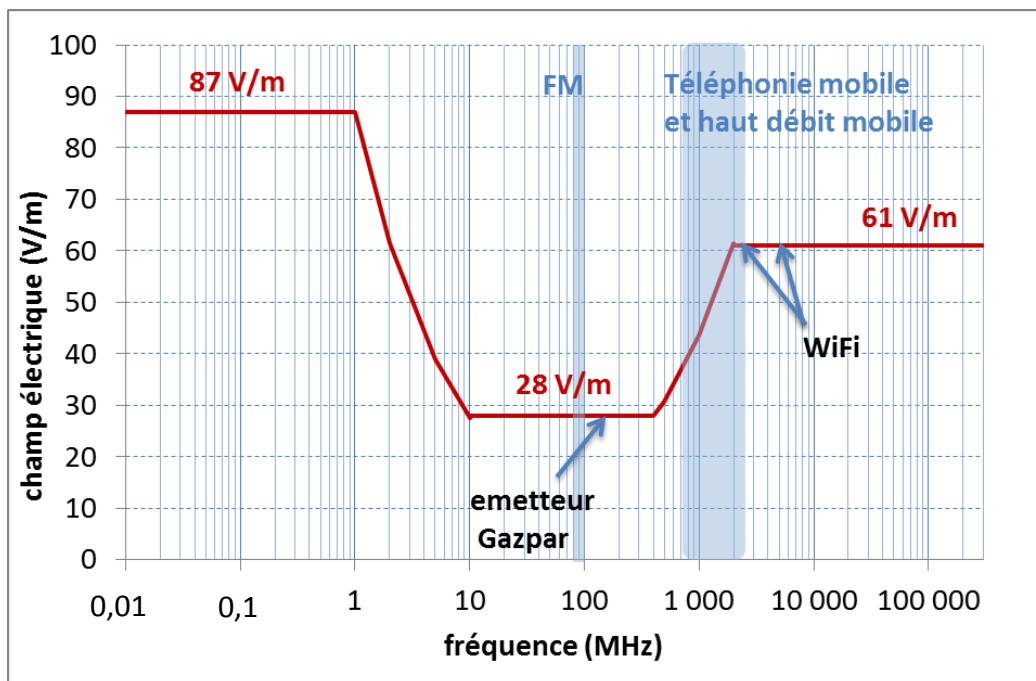


Figure 2 : valeurs limites-réglementaires fixées par le décret du 3 mai 2002 en champ électrique (exprimé en V/m)

En application de la norme NF EN 62479:2010², le compteur Gazpar est réputé conforme au contact vis-à-vis des valeurs limites réglementaires puisque son émetteur VHF a une puissance moyenne maximale inférieure à 20 mW.

¹ <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000226401>

² NF EN 62479 :2010 « Évaluation de la conformité des appareils électriques et électroniques de faible puissance aux restrictions de base concernant l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques (10 MHz - 300 GHz) »

3. Description des équipements testés et des moyens de mesures

3.1. Description de la composante VHF (compteur)

Il s'agit de modules de communication installés directement sur les compteurs de gaz fonctionnant dans la bande de fréquence 169,4 – 169,475 MHz. Les compteurs de gaz n'étant pas relié à une source d'alimentation, ils fonctionnent sur batterie prévue pour une durée d'utilisation de 20 ans. Cette bande de fréquences se compose de 6 sous-porteuses de 12,5 kHz de largeur. Une des sous-porteuses 169,43125 MHz est réservée au sens descendant c'est-à-dire pour les communications du concentrateur vers les compteurs. Les 5 autres sous-porteuses servent aux communications montantes, c'est-à-dire des compteurs vers le concentrateur. En sortie d'usine, la fréquence d'émission d'un compteur est attribuée de la façon suivante, en fonction du dernier chiffre du numéro de série :

- 0 ou 1 : Fréquence centrale 169,40625 MHz ;
- 2 ou 3 : Fréquence centrale 169,41875 MHz ;
- 4 ou 5 : Fréquence centrale 169,44375 MHz ;
- 6 ou 7 : Fréquence centrale 169,45625 MHz ;
- 8 ou 9 : Fréquence centrale 169,46875 MHz.





Sur la bande 169 MHz, la spécification de GRDF, à 25°C, pour la puissance isotrope rayonnée équivalente est de 18 dBm (63 mW). Cependant, l'environnement, et par exemple la présence ou non d'un coffret, peut fortement modifier le diagramme de rayonnement.





La puissance des compteurs peut être adaptée à la baisse par pas de 3 dB en fonction des conditions réelles de réception.

Le relevé journalier est programmé par défaut deux fois par jour. Les trames transmises contiennent les index du jour, de la veille et de l'avant-veille pour assurer également une redondance des informations. Le choix de l'heure d'envoi est fait par tirage aléatoire à chaque émission, en dehors de la tranche horaire de 2h à 6h du matin qui est réservée à l'éventuelle maintenance des compteurs. En fonction des conditions de réception, une répétition de ces relevés peut être programmée pour assurer une plus grande redondance des informations.

A la demande du client, un relevé horaire peut être instauré, avec un envoi 2 fois par jour de 12 index horaires. Une trame de supervision est envoyée une fois par semaine et une trame de configuration est envoyée une fois par mois.

L'analyse a porté sur huit modules radio, fournis par GRDF, et installés sur des modèles de compteurs G4 ou G6 permettant 2 débits de gaz différents :

Identifiant module	Marque du module	Numéro de série du module	Modèle du compteur	Photo
01	AEM-Sagemcom	25 15 B2 050007 79	G6	
02	Itron	19 15 B2 016817 05	G6	
03	AEM-Sagemcom	25 15 B1 500032 48	G4	
04	Itron	18 15 B1 017310 82	G4	

05	Diehl Metering S.A.S	DME 0000075 3003	Déporté	
06	Sagemcom	SET 00002180 3003	Déporté	
07	GE-Diehl Metering S.A.S	31 15 B1 700757 67	G4	
08	GE-Diehl Metering S.A.S	31 15 B1 701133 67	G4	

3.2. Conditions d'accès au spectre

En France, le Tableau national de répartition des bandes de fréquences (TNRBF) précise pour chaque bande de fréquences les services de radiocommunication autorisés en France et les affectataires correspondants.

Dans le TNRBF, la bande 169,4 MHz – 169,475 MHz est désignée pour les applications de télérelève. Cette bande de fréquence est allouée à l'usage exclusif de l'Autorité de Régulation des Communications Electroniques et des Postes (ARCEP) pour du service fixe et du service mobile (sauf mobile aéronautique). L'utilisation de ces fréquences pour des réseaux de communications électroniques est soumise à une autorisation de l'ARCEP. Toutefois, dans cette bande de fréquences, il s'agit d'une autorisation de portée générale : les fréquences ne sont pas assignées à leur utilisateur, il n'y a pas de garantie de protection contre les brouillages préjudiciables et l'utilisation de fréquences ne fait pas l'objet de redevances.

L'Annexe 7 du TNRBF indique les bandes de fréquences disponibles en France pour les appareils de faible puissance et de faible portée (AFP) et les conditions techniques de partage avec les services de radiocommunications dans ces bandes. Les appareils de télérelève rentrent dans la catégorie des équipements de localisation, suivi et acquisition de données (section II de cette Annexe 7). La Figure 3 reproduit les règles correspondantes pour l'utilisation du spectre dans la bande 169,4-169,475 MHz. La puissance maximale rayonnée est de 500 mW de p.a.r.³. Le coefficient d'utilisation ne doit pas dépasser 10 %, ce qui signifie que, sur une heure, l'appareil ne doit émettre moins 10 % du temps, soit moins de 6 minutes par heure au total.

II. Localisation, suivi et acquisition de données			
Bande de fréquences ou fréquence centrale du canal	Puissance rayonnée / champ max.	Paramètres additionnels	Références / observations
457 kHz	7 dBµA/m à 10m	Porteuse sans modulation	Décisions ART n°03-405 et 03-406 DéTECTEURS de victimes d'avalanches
169,4 à 169,475 MHz	500 mW p.a.r.	Canalisation : 50 kHz Coefficient d'utilisation limite : 10%	Décision 2006/771/CE modifiée Systèmes de relevé de compteurs et dispositifs de localisation et de poursuite

Figure 3 : extrait de l'Annexe 7 du TRNBF concernant la bande de fréquence utilisée par les compteurs VHF (169,4-169,475 MHz)

La réglementation française établie par le TNRBF s'appuie sur la réglementation européenne, notamment, pour ce qui concerne les dispositifs à courte portée, sur la décision d'exécution de la Commission du 11 décembre 2013 modifiant la décision 2006/771/CE relative à l'harmonisation du spectre radioélectrique en vue de l'utilisation de dispositifs à courte portée (et abrogeant la décision 2005/928/CE).

³ Puissance apparente rayonnée, c'est-à-dire le produit de la puissance fournie à l'antenne par son gain par rapport à un doublet demi-onde.

3.3. Installation et maintenance

La mise en service (pose) ou mise hors service (dépose) des modules transmetteurs est réalisée au moyen d'un terminal portable (PDA) qui communique avec les compteurs en utilisant la technologie NFC⁴ (cf. Figure 4).



Figure 4 : PDA de maintenance qui permet de déclencher la transmission des trames

La procédure permet de forcer la transmission radio de cycles de dépose/pose. Cette procédure sera utilisée afin de provoquer des émissions pour les mesures en laboratoire. Les trames sont envoyées avec un certain délai après la communication NFC ce qui permet de réaliser la mesure de l'exposition en dehors de toute communication NFC et après avoir retiré le PDA qui perturberait la mesure.

3.4. Moyens de mesures

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

Pour les mesures globales d'exposition, un champ mètre NARDA NBM 550 associée à une sonde 3 axes isotrope EF 0691 sont utilisés (cf. Figure 5). Cet appareil de mesure large bande permet d'évaluer le niveau de champ électrique total sur une large bande de fréquence allant de 100 kHz à 6 GHz.



Figure 5 : matériel 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 suivantes : NARDA 3581/02 pour les fréquences allant de 100 kHz à 30 MHz, NARDA 3501/03 pour les fréquences allant de 30 à 470 MHz, NARDA 3502/01 pour les fréquences allant de 470 à 6000 MHz. Cet appareil de

⁴ Near Field Communication

mesure de champ électrique sélectif en fréquence dispose d'un mode d'exploitation « *Scope* » pour visualiser la fréquence et l'évolution temporelle des différents signaux. Cet outil 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 compteurs avec l'équipement de mesure sélectif en fréquence SRM-3006 et l'antenne NARDA 3501/03.

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

Enfin, les niveaux de champs relevés ont été moyennés sur 6 minutes, en application du décret n°2002-775 sur les valeurs limites d'exposition aux ondes électromagnétiques qui préconise cette moyenne temporelle.

Les niveaux de puissance des équipements étant relativement faibles et les émissions très discontinues, les niveaux crêtes ont également été enregistrés, à titre informatif.

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

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. Des prestations de mesure de champ électromagnétique *in situ* ont donc été effectuées sous accréditation COFRAC suivant le protocole de mesure de l'Agence nationale des fréquences DR15-3 du 31 mai 2011 pour vérifier la conformité aux valeurs limites d'exposition définies dans le décret n°2002-775 du 3 mai 2002.

Deux cas de mesures sont possibles dans le protocole ANFR DR 15-3. 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 réalisés pour mesurer le niveau de champ électromagnétique à proximité d'un compteur.

- **Mesures sur site sur 24h**

Un logiciel d'acquisition des données a été développé pour permettre l'enregistrement sur de longues durées (plus de 24 h) des émissions des équipements sous test. Les valeurs RMS moyennées sur 6 minutes et les valeurs crêtes sont mesurées toutes les secondes. Les valeurs RMS moyennées ont enregistrées toutes les 6 minutes et les valeurs crêtes sont enregistrées toutes les secondes lorsque le compteur est en émission. La mesure est centrée sur la fréquence d'émission du compteur mesurée au préalable à l'aide du PDA d'installation avec une largeur de bande de 12,5 kHz.

4. Caractéristiques techniques des compteurs

4.1. Description des compteurs

Le compteur est placé à une hauteur de 1,50 m et la sonde est placée à 1 m du compteur, à la même hauteur. La distance de 1 mètre a été choisie en application de la norme de mesure EN 50492 afin de se trouver à une distance où la mesure du champ électrique est suffisante pour caractériser le niveau d'exposition.

L'analyseur de spectre permet d'afficher la réponse en fréquence du signal (cf. Figure 6). Les fréquences centrales apparaissent conformes aux données techniques c'est-à-dire comprises entre 169,4 et 169,475 MHz. La largeur spectrale du signal est de 12,5 kHz. Certains compteurs sont réglés sur la même fréquence.

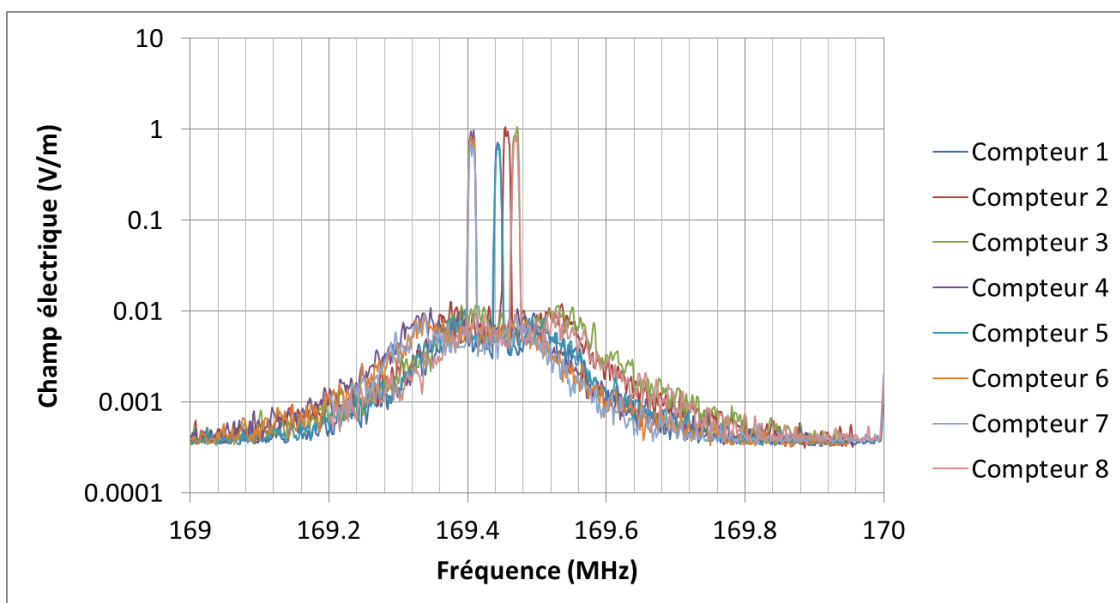


Figure 6 : signatures fréquentielles des signaux émis par les huit compteurs testés

La signature temporelle est identique pour les huit compteurs testés (cf. Figure 7), les trames durent 270 ms.

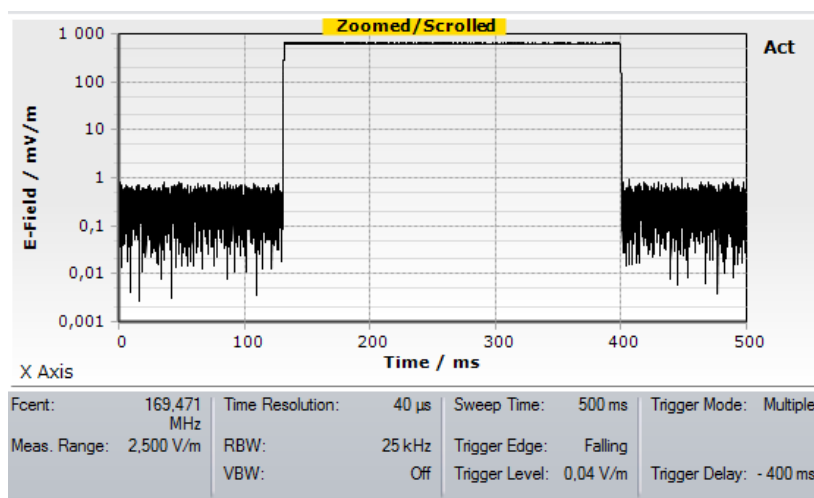


Figure 7 : signature temporelle du signal transmis par le compteur lors de la pose

Les différentes configuration de montage (dans un coffret ou non) des modules sur les compteurs de gaz ont été testées.

La Figure 8 illustre les niveaux de champs électriques crêtes mesurés pendant les transmissions à 1 mètre des 8 compteurs en prêt. Ces niveaux crêtes ont été évalués à partir des relevés spectraux réalisés avec une résolution (RBW) de 3 kHz. Pour les compteurs de type G4 (compteurs n°3 à n°8), les mesures ont été réalisées en dehors du coffret et dans le coffret, porte ouverte. La présence du coffret modifie le rayonnement du compteur équipé du module et semble permettre une meilleure adaptation qui induit des niveaux de champ électrique plus élevés.

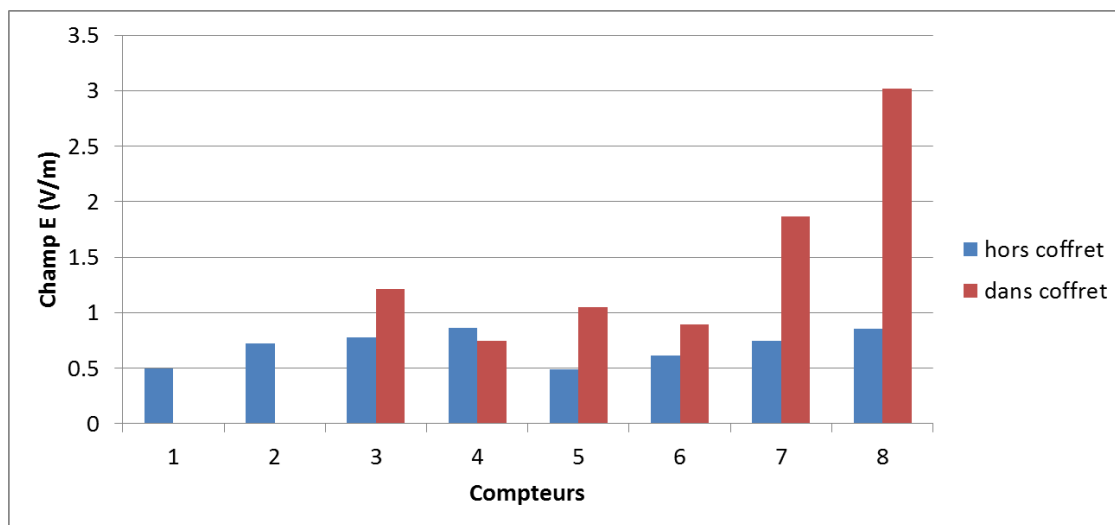


Figure 8 : niveaux de champ électrique maximal instantané reçu à 1 m des 8 compteurs

Sur la base de ces résultats, le compteur n° 8 a été retenu pour une analyse plus fine.

4.2. Mesures d'isotropie et à différentes distances du compteur G4 Diehl Metering n°8

Le niveau de champ le plus élevé mesuré à 1 mètre des compteurs a été relevé en face du compteur G4 Diehl Metering n°8. Ce compteur est donc choisi pour réaliser une analyse complémentaire des niveaux de champ électrique émis par son module. Les niveaux de champ électrique sont évalués dans le mode d'exploitation « *level recorder* » de l'appareil de mesure Narda SRM-3006 sur la fréquence d'émission du compteur avec une largeur de bande de 12,5 kHz.

Le compteur n'a pas de direction privilégiée de rayonnement comme l'indique la Figure 9 qui illustre les niveaux de champ électrique mesurés à hauteur du compteur à 1 mètre de ses 4 côtés : le compteur émet donc son signal de manière omnidirectionnelle.

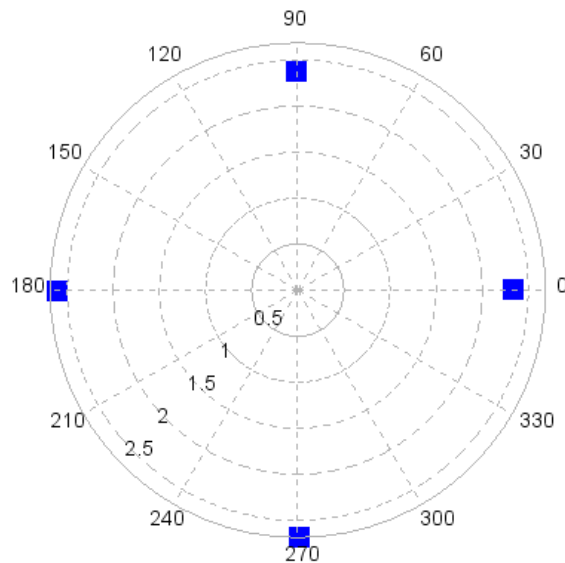


Figure 9 : niveau de champ électrique crête mesuré dans les 4 directions principales autour du compteur n°8 dans un plan horizontal

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 ; 1 et 2 m). La Figure 10 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** illustre la décroissance en inverse de la distance du niveau de champ électrique crête.

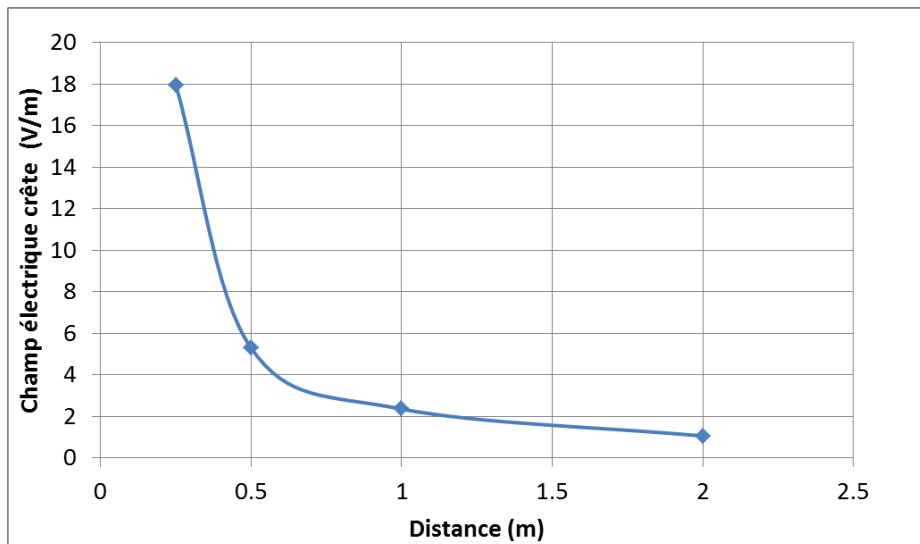


Figure 10 : décroissance du niveau de champ électrique crête émis par le compteur n°8 en fonction de la distance

5. Essai COFRAC de mesure de champ électromagnétique *in situ*

Un essai sous accréditation COFRAC de mesure de l'exposition électromagnétique *in situ* selon le protocole ANFR DR15-3 du 31 mai 2011 a été réalisé à proximité du compteur n°8 (Figure 11). Le Cas A et le Cas B du protocole ont été réalisés. Conformément au protocole de mesure ANFR DR15-3, une moyenne spatiale sur 3 hauteurs (1,10m, 1,50m et 1,70m) est réalisée ainsi qu'une moyenne temporelle sur un maximum de 6 minutes. Des cycles de dépose/pose sont déclenchés à l'aide du PDA pendant l'essai.



Figure 11 : configuration de la mesure COFRAC sur le compteur n°8

Les résultats de mesure du Cas A sont indiqués dans le Tableau 1. Ces résultats, moyennés sur 6 minutes, sont en dessous du seuil de sensibilité de la sonde qui est de 0,38 V/m. Les émissions du compteur étant très 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	0,12 V/m
1,1 m	0,16 V/m
Moyenne spatiale	< seuil sensibilité

Tableau 1 : résultat de la mesure large bande du Cas A du protocole de mesure ANFR DR 15-3

Le niveau de champ, obtenu au cas A, sans tenir compte des incertitudes, étant inférieurs à 6 V/m, la conformité du niveau d'exposition au champ électromagnétique dans la bande 100 kHz – 6 GHz vis-à-vis du décret n° 2002-775 du 3 mai 2002 est donc déclarée.

Une mesure hors accréditation dans la bande de fréquence d'émission du compteur a été réalisée. Le Tableau 2 indique les niveaux de champs électriques moyens sur 6 minutes et crête mesurés à 1 m du compteur pour 3 hauteurs sur une bande de fréquence de 16 kHz de large pour couvrir entièrement la bande d'émission du compteur. Les mesures ont été réalisées avec le compteur placé dans le coffret, porte ouverte puis porte fermée.

Hauteur	Porte du coffret ouverte		Porte du coffret fermée	
	Champ électrique moyen	Champ électrique crête	Champ électrique moyen	Champ électrique crête
1,7 m	0,08 V/m	2,9 V/m	0,08 V/m	1,2 V/m
1,5 m	0,08 V/m	3 V/m	0,09 V/m	2,6 V/m
1,1 m	0,05 V/m	1,2 V/m	0,03 V/m	2,9 V/m
Moyenne spatiale	0,07 V/m	2,5 V/m	0,07 V/m	2,4 V/m

Tableau 2 : résultat complémentaire de l'émission du compteur hors accréditation

Les niveaux mesurés demeurent très faibles comparés à la valeur limite réglementaire qui est de 28 V/m à la fréquence d'émission du compteur.

6. Mesure sur 24h

En situation réelle, le compteur est souvent installé en extérieur ou en intérieur dans un environnement en général encombré (du type cuisine ou garage). L'objet de la mesure *in situ* est de réaliser une mesure à proximité du compteur dans son environnement réel.

Le site choisi est une maison à Rueil-Malmaison. Le compteur G4 équipé d'un module de la marque Diehl Metering est installé dans un coin du garage à quelques centimètres du sol et à proximité de la porte du garage (cf. Figure 12). La sonde est placée à 1 mètre du compteur. Par rapport aux conditions de mesure en laboratoire, la sonde a été surélevée par rapport au compteur et n'est pas exactement en face pour éviter les effets du sol et de la porte de garage qui favorisent les multi-trajets et peuvent aboutir à des évanouissements du champ électrique.



Figure 12 : installation du compteur Gazpar chez un particulier de Rueil-Malmaison

Le PDA de maintenance est utilisé pour vérifier la fréquence d'émission du compteur et pour évaluer le niveau de champ électrique créé par les émissions du compteur. La fréquence d'émission est, conformément à la règle énoncée au paragraphe 3.1, 169,41875 MHz. Le seuil d'enregistrement est fixé pour cette mesure à 0,05 V/m.

Afin de procéder à l'installation du matériel, trois cycles de dépose/pose ont été effectués avant le début de l'enregistrement à 18h54, 18h56 et 19h03. L'enregistrement a démarré à 19h30 (cf. Figure 13). Le système est programmé pour réémettre les trames de pose environ 1 heure après l'évènement. Ces trames de pose réémises sont visibles sur l'enregistrement à 19h57, 20h02 et 20h06 (cf. Figure 13 et Figure 14). Les relevés journaliers sont envoyés aléatoirement en dehors de la période de 2h à 6h du matin. Sur la période d'enregistrement, un relevé journaliser a été enregistré à 6h01 du matin.

La Figure 13 illustre les niveaux de champ électrique maximaux et moyennés sur 6 minutes sur une période de plus de 24 heures. La Figure 14 est un zoom sur le début de l'enregistrement pendant lequel les trames de pose, qui avaient été nécessaire à l'installation du matériel, ont été réémises.

Les niveaux de champ électrique maximaux instantanés lors de l'envoi des relevés ont été mesurés à 0,14 V/m. L'exposition induite par l'envoi de ces relevés est moyennée sur 6 minutes et est très faible, autour de 0,004 V/m, c'est-à-dire 7 000 fois en dessous de la valeur limite réglementaire de 28 V/m à la fréquence d'émission du compteur.

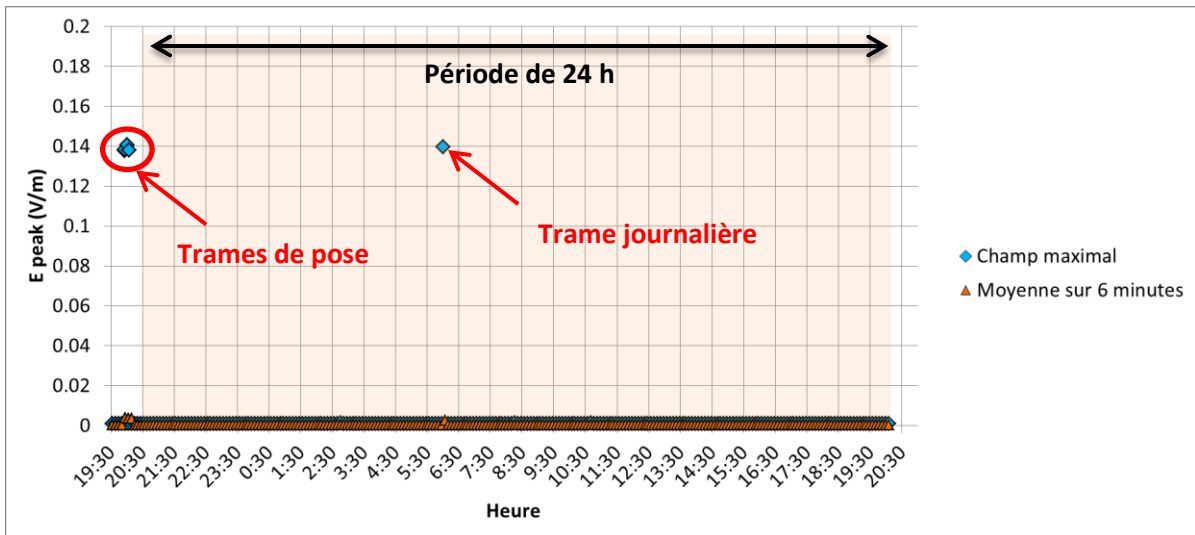


Figure 13 : relevés sur 24 h des niveaux de champ électrique maximaux et moyennés sur 6 minutes à 1 mètre du compteur

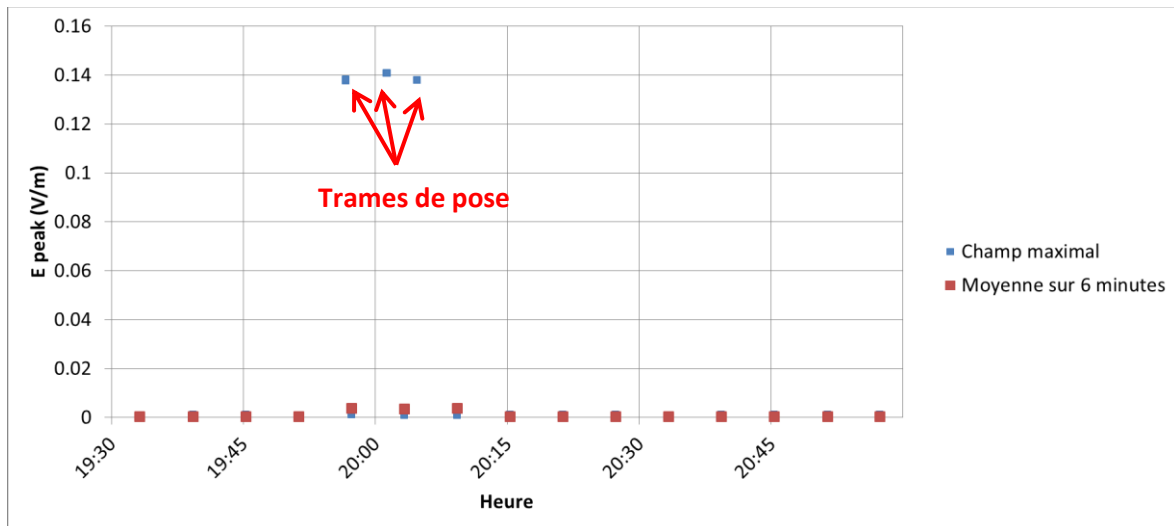


Figure 14 : relevés des niveaux de champ électrique maximaux et moyennés sur 6 minutes à 1 mètre du compteur au début de l'enregistrement sur 24 h