

Rapport technique sur les niveaux
de champs électromagnétiques
créés par les compteurs Linky

*VOLET 2 : mesures complémentaires
en laboratoire*

Septembre 2016

Synthèse

Pourquoi un volet 2 ?

Le premier volet de l'étude de l'ANFR des niveaux de champs électromagnétiques créés par les compteurs Linky a été publié en mai 2016 et avait porté sur des mesures en laboratoire sur les deux générations de compteurs G1 et G3. Les transmissions testées correspondaient à des requêtes élémentaires, à l'image des transmissions qui ont lieu occasionnellement à l'initiative du concentrateur pendant la journée pour la surveillance du réseau électrique.

Ce deuxième volet complète l'étude par de nouvelles mesures en laboratoire. La méthodologie de mesure est identique à celle du volet 1. Une nouvelle sonde de champ électrique a été utilisée pour permettre des mesures plus détaillées. L'analyse de ce volet 2 a porté sur la caractérisation en laboratoire des champs électriques et magnétiques rayonnés lors de la collecte des index qui, en exploitation, a lieu la nuit. Elle a porté sur les deux générations de compteur G1 et G3.

Quels sont les niveaux d'exposition créés lors de la collecte des index en conditions de laboratoire ?

Cette étude montre qu'en laboratoire les niveaux d'exposition créés lors d'une collecte des index sont comparables aux niveaux d'exposition créés lors des transmissions élémentaires représentatives de la surveillance du réseau. Ces niveaux restent très en dessous des valeurs limites réglementaires. Comme la collecte n'induit pas d'exposition plus importante, l'évaluation du niveau d'exposition maximale créée par les compteurs Linky peut donc être réalisée uniquement à partir de requêtes élémentaires, ce qui facilitera les mesures sur le terrain.

Ces mesures confirment que la transmission CPL, que ce soit lors des requêtes élémentaires de la surveillance du réseau ou lors de la collecte des données, ne conduit pas à une augmentation significative du niveau d'exposition dans l'environnement du compteur.

Le bilan des mesures des niveaux de champ maximum mesurés dans la bande de fréquences CPL utilisée par Linky pour la surveillance du réseau (« ping ») et pour la collecte en laboratoire à 20 cm en face respectivement de deux modèles différents de compteur Linky est le suivant :

		Champ électrique	Champ magnétique
Valeur-limite réglementaire		87 V/m	6,25 μ T
Compteur Linky G1	avec CPL ping	1 V/m	5.10 ⁻⁴ μ T
	avec CPL collecte	1 V/m	6.10 ⁻⁴ μ T
	sans CPL	0,15 V/m	1.10 ⁻⁴ μ T
Compteur Linky G3	avec CPL ping	1,8 V/m	6.10 ⁻³ μ T
	avec CPL collecte	1,7 V/m	5.10 ⁻³ μ T
	sans CPL	1,4 V/m	1.10 ⁻³ μ T

Table des matières

1.	Introduction.....	3
2.	Description des configurations et des moyens de mesures.....	4
2.1.	Configuration de test en laboratoire.....	4
2.2.	Moyens de mesure.....	4
2.3.	Méthode de mesure.....	5
3.	Etude d'un compteur G1 de marque Landys.....	6
3.1.	Niveaux de champ électrique maximal rayonné par le compteur G1 lors d'une collecte	6
3.2.	Niveaux de champ magnétique maximal rayonné par le compteur G1 lors d'une collecte.	7
3.3.	Résultats fréquentiels du compteur G1	8
4.	Etude d'un compteur G3 de marque Sagemcom	10
4.1.	Niveaux de champ électrique maximal rayonné par le compteur G3 lors d'une collecte ..	10
4.2.	Niveaux de champ magnétique maximal rayonné par le compteur G3 lors d'une collecte	10
4.3.	Résultats fréquentiels du compteur G3	11
5.	Conclusion	12

1. Introduction

Ce rapport constitue le deuxième volet de l'étude de l'ANFR des niveaux de champs électromagnétiques créés par les compteurs Linky. Il fait suite au premier volet publié en mai 2016¹ qui avait porté sur des mesures en laboratoire sur les deux générations de compteurs G1 et G3. Les transmissions testées correspondaient à des requêtes élémentaires, à l'image des transmissions qui ont lieu occasionnellement à l'initiative du concentrateur pendant la journée pour la surveillance du réseau électrique.

La description des compteurs G1 et G3 ainsi que la réglementation en matière d'exposition du public aux ondes électromagnétiques sont détaillées dans le volet 1 de cette étude et ne sont pas rappelées dans ce rapport.

Ce deuxième volet complète l'étude par de nouvelles mesures en laboratoire pour caractériser les niveaux des champs électriques et magnétiques maximum rayonnés lors de la collecte des index qui, en exploitation, a lieu la nuit. Elles ont porté sur les deux générations de compteur G1 et G3.

Les volets suivants de cette étude porteront sur l'analyse du niveau des champs électromagnétiques créés :

- *in situ*, à proximité de compteurs en fonctionnement et dans différentes pièces de vie ;
- en laboratoire, par les concentrateurs, ou par les ERL associés aux compteurs ;
- *in situ*, à proximité d'un compteur sur une durée de 24h ;
- et enfin, *in situ*, par les concentrateurs.

¹ http://www.anfr.fr/fileadmin/mediatheque/documents/expace/2016-05-30_Rapport_technique_compteur_vdef2.pdf

2. Description des configurations et des moyens de mesures

2.1. Configuration de test en laboratoire

Comme dans le premier volet de cette étude, les compteurs sont interrogés par des modems qui jouent le rôle du concentrateur. Des scripts de test fournis par ENEDIS permettent de jouer différents scénarios. Dans ce deuxième volet, le scénario testé comprend notamment une requête de collecte des index, reconstituant des interrogations du concentrateur qui ont lieu la nuit pour collecter les informations de consommation. A titre de comparaison, des scénarios comprenant des requêtes élémentaires sont également utilisés.

Un compteur G1 de marque Landys et un compteur G3 de la marque Itron, fournis par ENEDIS, ont été testés.

Les mesures ont été réalisées dans le laboratoire du Centre de Contrôle International de l'ANFR.

2.2. Moyens de mesure

- pour le champ magnétique

Le même équipement de mesure de champ magnétique que dans le volet 1 a été utilisé. Il s'agit d'un analyseur de spectre NARDA SRM 3006 associé à une antenne tri-axe de champ magnétique 3581/02. Les caractéristiques de la sonde sont indiquées dans le tableau ci-dessous. Cette sonde présente l'avantage de pouvoir mesurer des niveaux de champ magnétique très faibles, comme l'indique sa dynamique.

NARDA 3581-02	
Plage de fréquences	9 kHz – 250 MHz
Type d'antenne	Champ magnétique, tri-axe
Dynamique	2.5 μ A/m à 560 mA/m



- pour le champ électrique

La sonde de champ électrique EHP50A utilisée dans le volet 1 de cette étude ne permettait pas d'isoler en fréquence la contribution des rayonnements des seuls compteurs Linky. La mesure était réalisée sur la bande de fréquences 1,2 kHz -100 kHz, ce qui permettait de couvrir largement les bandes de fréquences des compteurs Linky. Les niveaux de champ électrique relevés constituaient donc un majorant du champ électrique émis par les compteurs.

Afin de pouvoir mesurer les niveaux de champ électrique dans la bande de fréquence spécifique du CPL utilisée par les compteurs Linky, une nouvelle antenne (Narda 3531-04) a été mise en œuvre. Cette antenne présente une bonne sélectivité en fréquence et un bon niveau de sensibilité (50 μ V/m). Elle permet donc de mesurer des champs électriques de très faibles niveaux dans la bande de fréquences CPL utilisée par les compteurs Linky. Cette sonde est associée à l'analyseur de spectre NARDA SRM 3006. Les caractéristiques de la sonde sont indiquées dans le tableau ci-dessous. Cette sonde est mono-axe, la mesure du champ sur les 3 axes nécessite donc l'orientation manuelle de la sonde sur les 3 axes.

NARDA 3531-04	
Plage de fréquences	9 kHz – 300 MHz
Sensibilité	50 μ V/m
Type d'antenne	Champ électrique, mono axe



2.3. Méthode de mesure

La même méthodologie de mesure que dans le premier volet de l'étude a été utilisée. Les deux composantes (magnétique et électrique) du champ ont été mesurées, du fait des distances faibles vis-à-vis des longueurs d'onde dans cette bande de fréquence. Une distance de 20 cm a été retenue pour évaluer la conformité des niveaux de champs électromagnétiques vis-à-vis des valeurs limites réglementaires.

Les niveaux relevés sont des valeurs instantanées maximales, conformément au décret n°2002-775 sur les valeurs limites d'exposition aux ondes électromagnétiques. La durée des transmissions n'influence donc pas les niveaux relevés.

Des relevés fréquentiels ont été réalisés pour caractériser la signature des signaux et s'assurer de la transmission de signaux CPL.

Pour le compteur G1, les niveaux de champs magnétiques sont évalués successivement dans les bandes de fréquence de 5 kHz autour des deux fréquences porteuses 63,3 kHz et 74 kHz. Comme les transmissions ne sont pas simultanées dans les deux bandes de fréquences, le niveau d'exposition est le niveau maximal obtenu dans les deux bandes de fréquences mesurées séparément. Une évaluation dans toute la bande CPL est également réalisée, d'autres émissions qui ne sont pas liées au CPL mais au fonctionnement du compteur en l'absence de toute transmission pouvant apparaître dans cette bande.

Pour le compteur G3, les niveaux de champs magnétiques sont évalués autour de la fréquence centrale de 63 kHz, de façon à couvrir toute la largeur de bande des rayonnements CPL du compteur G3.

Les compteurs en test ainsi que la sonde de mesure sont placés sur des trépieds isolants afin de permettre une bonne reproductibilité des essais, en s'éloignant de tout autre objet.

3. Etude d'un compteur G1 de marque Landys

3.1. Niveaux de champ électrique maximal rayonné par le compteur G1 lors d'une collecte

Le nouvel équipement de mesure de champ électrique (cf. paragraphe 2.2) permet de mesurer la contribution de la transmission CPL de façon détaillée. Le niveau de champ électrique maximal instantané a été mesuré sur une largeur de bande de 5 kHz autour des deux porteuses du protocole CPL G1 dans différentes configurations :

- lorsque le compteur ne transmet aucune trame CPL mais est sous tension ;
- lorsque le compteur transmet une requête élémentaire dite « ping » ;
- lorsque le compteur transmet une trame contenant une collecte des index.

La Figure 1 montre que le niveau de champ électrique maximal créé lors de la transmission contenant une trame de collecte des index est comparable au niveau de champ électrique créé lors de la transmission d'une requête élémentaire de type « ping ». Ce niveau, de l'ordre de 1 V/m, reste très faible par rapport à la valeur limite réglementaire qui est de 87 V/m dans cette gamme de fréquence. En l'absence de transmission CPL, le niveau de champ électrique dans ces deux bandes de fréquences relativement étroites est de l'ordre de 0,15 V/m.

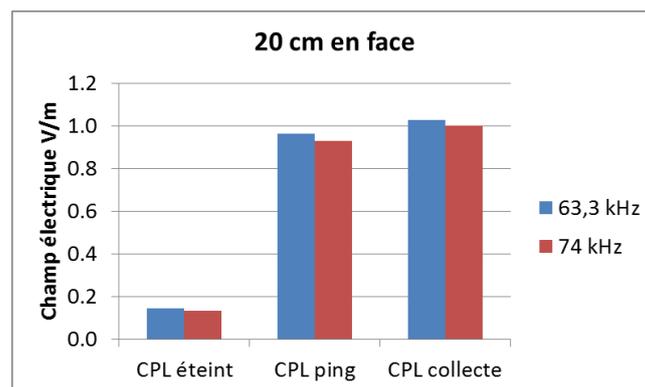


Figure 1 : niveaux de champ électrique maximal mesuré en dehors des transmissions CPL, lors d'une transmission de type ping et lors d'une transmission contenant une collecte.

Enfin, pour comparer ces résultats avec ceux obtenus dans le premier volet de cette étude, une mesure sur une bande de fréquence plus large a été réalisée. En mesurant sur l'ensemble de la bande du CPL bas débit 30 – 95 kHz (cf. Figure 2), des niveaux de champs plus élevés sont mesurés et la contribution de la transmission CPL dans le niveau global est peu significative. En l'absence de transmission CPL, le niveau de champ électrique mesuré sur cette bande de fréquence est de 1,8 V/m, lors des transmissions CPL, ce niveau de champ électrique est de l'ordre de 2,2 V/m.

Ces mesures confirment que la transmission CPL, que ce soit lors des requêtes élémentaires de la surveillance du réseau ou lors de la collecte des données, ne conduit pas à une augmentation significative du niveau d'exposition.

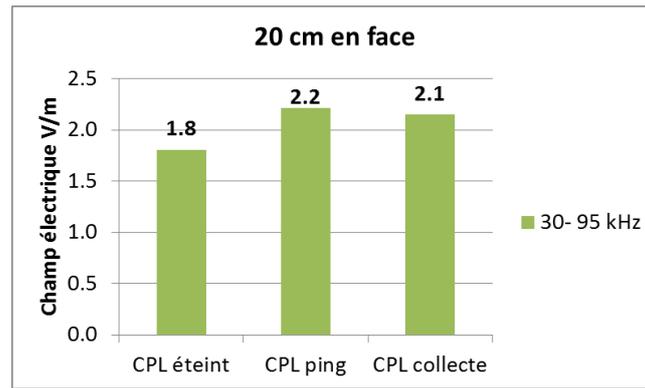


Figure 2 : niveau de champ électrique maximal instantané mesuré sur toute la largeur de bande CPL bas débit en dehors des transmissions CPL, lors d'une transmission de type ping et lors d'une transmission contenant une collecte.

3.2. Niveaux de champ magnétique maximal rayonné par le compteur G1 lors d'une collecte

Dans le premier volet de cette étude publié en mai 2016, des mesures avaient été réalisées sur un compteur G1 de marque Itron. La Figure 3 montre que les niveaux de champ magnétique sont similaires pour les deux compteurs de constructeur différent.

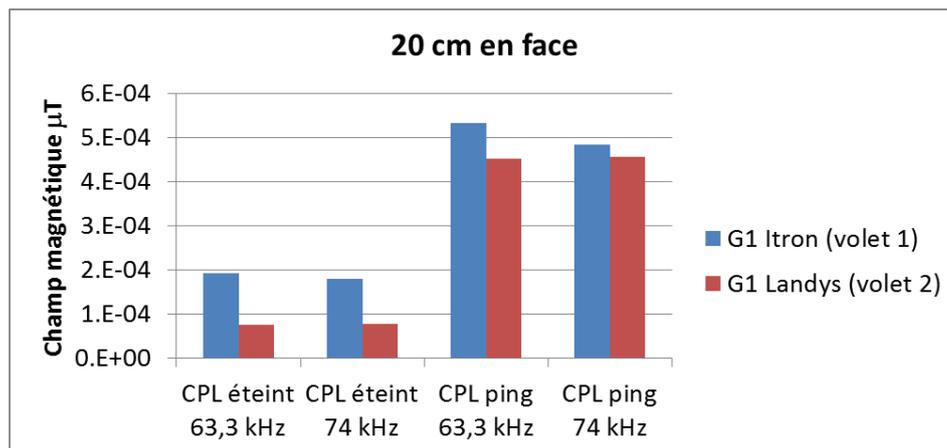


Figure 3 : comparaison des mesures effectuées sur deux compteurs G1 de constructeurs différents dans des bandes de fréquences de 5 kHz autour des deux sous porteuses utilisées par la technologie G1.

En champ magnétique, le niveau maximal créé par la collecte des index est comparable au niveau maximal créé par la transmission d'une requête élémentaire de type « ping » (cf. Figure 4). Ce niveau maximal de champ magnétique créé dans les bandes de fréquences des deux porteuses du G1 est compris entre 4.10^{-4} et 6.10^{-4} μT et est donc très inférieur à la limite réglementaire de $6,25 \mu\text{T}$.

A titre de comparaison, dans ces bandes de fréquences, lorsque le compteur ne transmet pas d'information par les CPL, le niveau de champ magnétique maximal est de l'ordre de 10^{-4} μT .

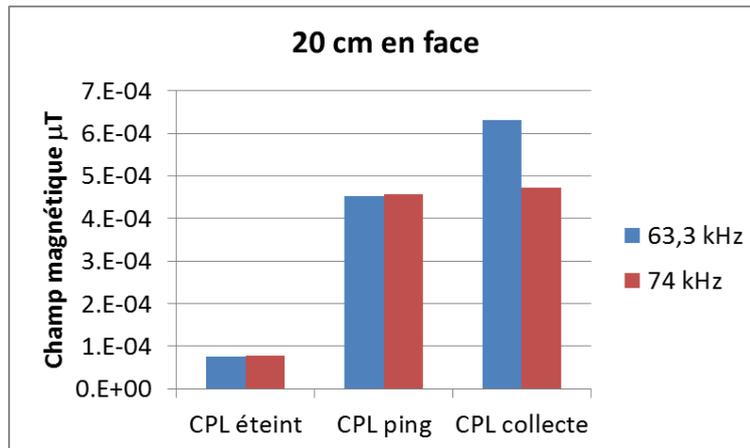


Figure 4 : niveaux de champ magnétique maximal mesuré en dehors des transmissions CPL, lors d'une transmission de type ping et lors d'une transmission de type collecte sur des bandes de fréquences de 5 kHz autour des deux sous-porteuses.

3.3. Résultats fréquentiels du compteur G1

La signature fréquentielle maximale est identique pour les signaux transmettant les requêtes élémentaires de surveillance du réseau et pour les signaux transmis lors de la collecte des index de consommation énergétique une fois par jour durant la nuit (cf. Figure 5 pour le champ électrique et Figure 6 pour le champ magnétique). La vue plus large que les seules fréquences utilisées par le CPL permet d'illustrer l'état du spectre dans ces bandes de fréquences. Les Figure 5 et Figure 6 montrent tout d'abord que le compteur, en dehors de toute transmission CPL, rayonne à différentes fréquences de cette bande 30 – 100 kHz. En champ électrique (Figure 5), on observe notamment une raie autour de 50 kHz. En champ magnétique (Figure 6), on observe plusieurs raies autour de 41 kHz, 50 kHz, 56 kHz, 74.2 kHz (très proche de la raie du CPL à 74 kHz) et 82 kHz. Ces émissions sont probablement dues à l'électronique du compteur. Lorsque le compteur est débranché, la Figure 6 montre bien que le spectre est plat et qu'il n'y a plus de raies.

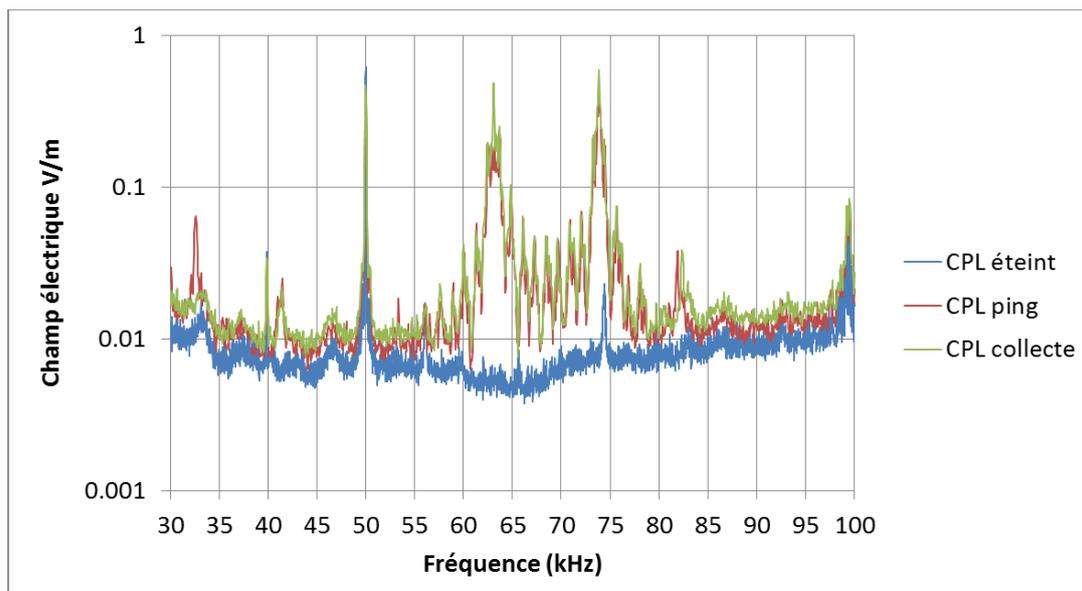
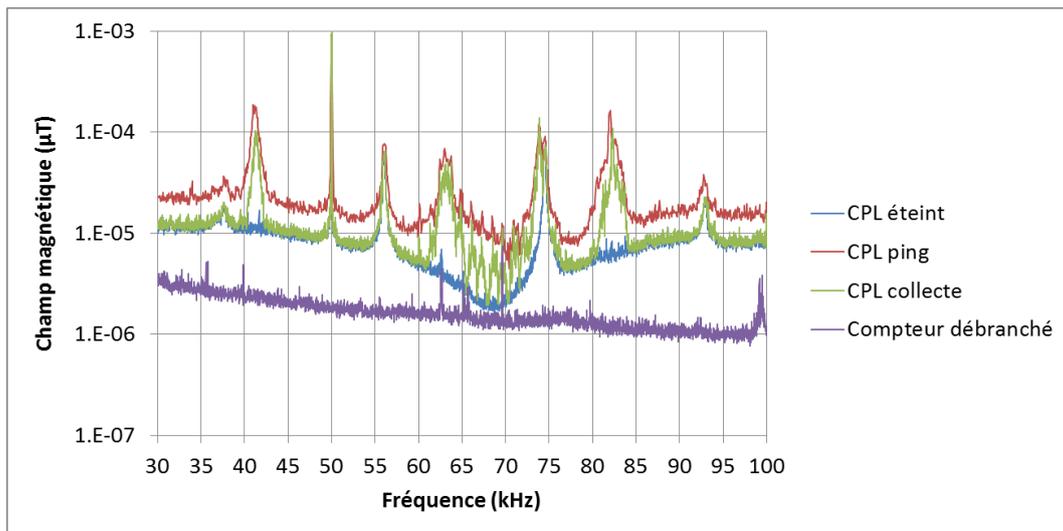


Figure 5 : spectre du champ électrique maximal entre 30 et 100 kHz quand le compteur G1 n'émet pas de CPL, émet des requêtes élémentaires de type « ping » ou émet une trame contenant le relevé des index lors de la collecte.



4. Etude d'un compteur G3 de marque Sagemcom

4.1. Niveaux de champ électrique maximal rayonné par le compteur G3 lors d'une collecte

Comme pour le compteur G1, le nouvel équipement de mesure de champ électrique (cf. section 2.2) permet de mesurer la contribution de la transmission CPL de façon détaillée. Le niveau de champ électrique maximal instantané a été mesuré sur une largeur de bande entre 30 et 90 kHz autour des 36 sous-porteuses du protocole CPL G3 dans différentes configurations :

- lorsque le compteur ne transmet aucune trame CPL mais est sous tension ;
- lorsque le compteur transmet une requête élémentaire dite « ping » ;
- lorsque le compteur transmet une trame contenant une collecte des index.

Les niveaux de champ électrique maximum (cf. Figure 7) sont comparables pour les deux types de signaux CPL transmis (signaux de type ping ou signaux de collecte d'index). Ces niveaux sont de l'ordre de 1,8 V/m à 20 cm en face du compteur, c'est-à-dire près de 50 fois en dessous de la valeur limite réglementaire qui est de 87 V/m dans cette bande de fréquence. En l'absence de signal CPL transmis, le niveau de champ mesuré dans la même bande de fréquences (30-95 kHz) est de l'ordre de 1,4 V/m.

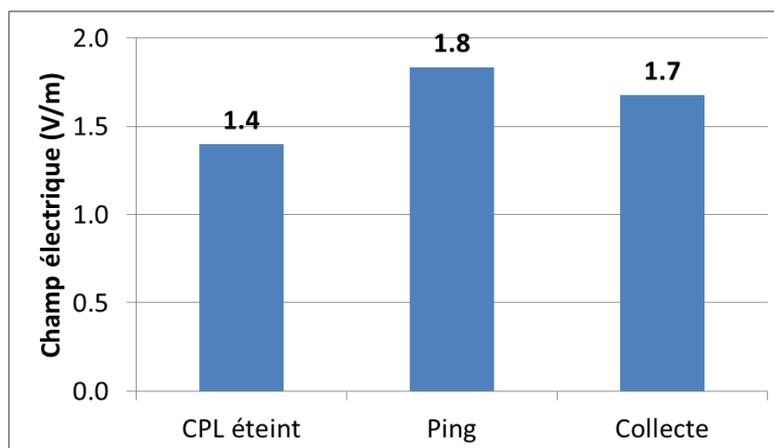


Figure 7 : niveaux de champ électrique maximal mesuré à 20 cm en face du compteur, dans la bande de fréquence 35-90 KHz, en dehors des transmissions CPL, lors de la transmission d'une requête élémentaire de type ping et lors d'une transmission contenant une collecte.

4.2. Niveaux de champ magnétique maximal rayonné par le compteur G3 lors d'une collecte

Les niveaux de champ magnétique maximum (cf. Figure 8) sont comparables pour les deux types de signaux CPL transmis (signaux de type ping ou signaux de collecte d'index) et sont de l'ordre de 0,006 μT ; c'est-à-dire plus de 1 000 fois en dessous de la valeur limite réglementaire de 6,25 μT dans cette bande de fréquence.

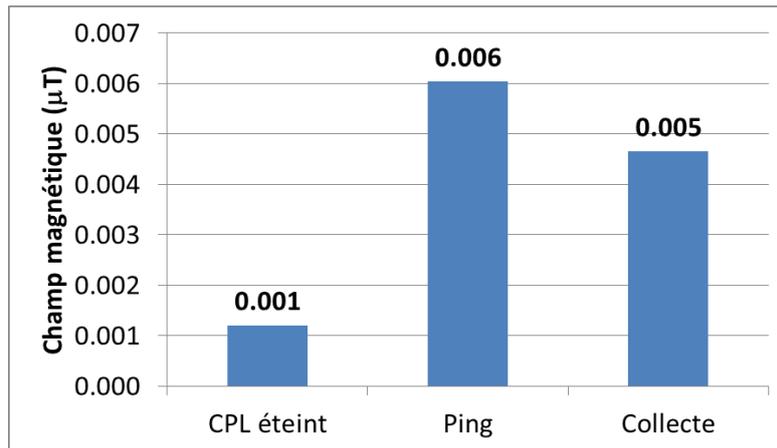


Figure 8 : niveaux de champ magnétique mesuré à 20 cm du compteur dans la bande de fréquence 35-90 KHz, en dehors des transmissions CPL, lors de la transmission d'une requête élémentaire de type ping et lors d'une transmission contenant une trame de collecte.

4.3. Résultats fréquentiels du compteur G3

La signature fréquentielle maximale est comparable pour les signaux transmettant les requêtes élémentaires de type « ping » et pour les signaux transmis lors d'une trame contenant la collecte des index de consommation énergétique une fois par jour durant la nuit (cf. Figure 9 pour le champ électrique).

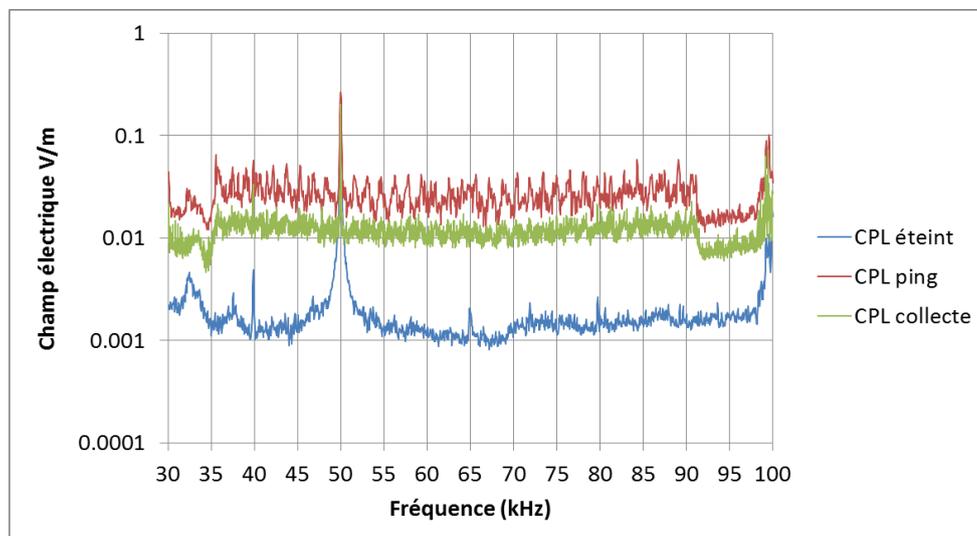


Figure 9 : spectre du champ électrique maximal entre 30 et 100 kHz quand le compteur G3 n'émet pas de CPL, émet des requêtes élémentaires de type « ping » ou émet une trame contenant le relevé des index lors de la collecte.

5. Conclusion

Les volets 1 et 2 de cette étude ont permis de caractériser en laboratoire les niveaux d'exposition créés par les transmissions CPL des compteurs Linky.

Dans la bande de fréquence des transmissions CPL, entre 35 et 90 kHz, l'exposition est évaluée par des niveaux instantanés maximaux conformément au décret n°2002-775 fixant les valeurs limites d'exposition aux ondes électromagnétiques. La durée des transmissions n'impacte donc pas le niveau d'exposition mesuré. Les deux composantes (magnétique et électrique) du champ sont mesurées, du fait des distances de mesure faibles vis-à-vis des longueurs d'onde dans cette bande de fréquence.

Les compteurs Linky peuvent répondre à des requêtes élémentaires, appelées « ping » qui sont des transmissions très courtes et des requêtes de collecte qui permettent d'envoyer le relevé des index enregistrés par le compteur. Dans un réseau en exploitation, les requêtes élémentaires ont lieu plusieurs fois dans la journée et la requête de collecte a lieu une fois dans la nuit.

En laboratoire, les compteurs ont pu être configurés de façon à transmettre soit des requêtes élémentaires soit des requêtes de collecte. Les résultats des mesures pour ces deux configurations ont montré que les niveaux d'exposition créés par les requêtes élémentaires sont comparables aux niveaux d'exposition créés par les requêtes de collecte. La durée des transmissions n'ayant pas d'influence sur le niveau d'exposition, sur le terrain, les niveaux d'exposition créés par les transmissions CPL des compteurs Linky pourront donc être évalués durant la journée lors des requêtes élémentaires.

Les niveaux d'exposition mesurés en laboratoire sur les deux générations de compteurs G1 et G3 lors des requêtes élémentaires et lors des collectes sont très inférieurs aux valeurs limites réglementaires. En champ électrique, les niveaux maximaux ont été mesurés à 1 V/m pour le G1 et à 1,8 V/m pour le G3, c'est-à-dire près de 90 fois pour le G1 et près de 50 fois pour le G3 sous la valeur limite réglementaire qui est de 87 V/m dans cette bande de fréquence. En champ magnétique, les niveaux maximaux ont été mesurés à $6 \cdot 10^{-4}$ μ T pour le G1 et $6 \cdot 10^{-3}$ μ T pour le G3, c'est-à-dire 10 000 fois pour le G1 et 1 000 fois pour le G3 sous la valeur limite réglementaire qui est de 6,25 μ T.