

EXTRAITS du COMMUNIQUÉ DE PRESSE de l'ANFR Maisons-Alfort, le 30 mai 2016 -

### COMPTEURS LINKY

L'ANFR publie un rapport de mesure sur les niveaux de champs électromagnétiques créés par les compteurs Linky. L'Agence nationale des fréquences (ANFR) a réalisé des mesures des champs électromagnétiques créés par les compteurs Linky. Les compteurs électriques Linky échangent des informations avec un concentrateur situé dans les transformateurs de quartier, grâce aux courants porteurs en ligne (CPL).

Cette technique consiste à transmettre des données le long des câbles électriques. Les compteurs Linky ne sont donc pas des émetteurs radioélectriques. Toutefois, comme n'importe quel appareil électrique, ils créent dans leur voisinage un champ électromagnétique, objet des mesures présentées dans ce rapport.

En pratique, l'exposition spécifique liée à l'usage du CPL apparaît très faible et les transmissions sont brèves : moins d'une minute chaque nuit pour la collecte des informations de consommation et des impulsions périodiques de surveillance du réseau, d'une durée de l'ordre d'un dixième de seconde.

Les niveaux de champs électriques sont de l'ordre de 1 V/m à 20 cm du compteur, niveau comparable à celui d'un compteur électrique classique ; lorsque le compteur communique en CPL, l'exposition augmente de l'ordre de 0,1 V/m ;

Les niveaux de champs magnétiques mesurés en émission CPL sont de  $8.10^{-3}$   $\mu$ T (micro Tesla) ; ce niveau apparaît 700 fois plus faible que la valeur limite de 6,25  $\mu$ T. Ces faibles niveaux d'exposition diminuent très vite et deviennent difficilement mesurables.

### EXTRAITS du rapport technique sur les niveaux de champs électromagnétiques créés par les compteurs Linky, **VOLET 1 : mesures en laboratoire Mai 2016**

Le niveau maximal mesuré en champ électrique est plus de 60 fois en-deçà des valeurs-limites réglementaires. La différence maximale de niveau de champ électrique relevée en présence et en absence de transmission CPL est de l'ordre du dixième de V/m. En champ électrique, les niveaux mesurés apparaissent peu différents de ceux relevés à proximité des compteurs d'ancienne génération.

Le bilan des mesures des niveaux de champ maximum mesurés dans la bande de fréquences CPL utilisée par Linky en laboratoire à 20 cm en face respectivement de deux modèles différents de compteur Linky et d'un compteur d'ancienne génération est le suivant :

	Champ électrique	Champ magnétique
Valeur-limite réglementaire	87 V/m	6,25 $\mu$ T
Compteur ancienne génération	1,8 V/m	$3.10^{-4}$ $\mu$ T
Compteur Linky G1 avec CPL	0,9 V/m	$5.10^{-4}$ $\mu$ T
Compteur Linky G1 sans CPL	0,8 V/m	$2.10^{-4}$ $\mu$ T
Compteur Linky G3 avec CPL	1,3 V/m	$8.10^{-3}$ $\mu$ T
Compteur Linky G3 sans CPL	1,3 V/m	$1.10^{-3}$ $\mu$ T



Les compteurs Linky étudiés n'étaient pas équipés d'émetteurs radio Linky (ERL). Les ERL sont des modules optionnels, destinés à être installés par le client d'un distributeur d'énergie, qui permettront de transmettre en temps réel les données du compteur Linky vers les appareils situés à l'intérieur du domicile. Ces ERL seront fournis aux utilisateurs par les fournisseurs et associés aux offres de services qu'ils proposeront. Ces ERL feront également l'objet de mesures ultérieures.

#### Introduction

L'objet de ce rapport est la mesure des rayonnements électromagnétiques induits par les dispositifs de télé-relève des compteurs d'électricité. Cette télé-relève repose sur la technologie des courants porteurs en ligne (CPL). Le compteur Linky, comme les précédents compteurs, mesure en permanence la quantité d'énergie électrique consommée par le client et stocke cette valeur sous la forme d'index. Selon les informations communiquées par ERDF, un dispositif de stockage, le concentrateur, va interroger le compteur par CPL une fois par jour, pendant la nuit, pour collecter les index stockés au cours de la journée écoulée. Le concentrateur transmet ensuite les données collectées à un serveur informatique via un réseau existant de téléphonie mobile .

### Synthèse

Conformément à la réglementation française en vigueur en matière d'énergie, ERDF a généralisé le déploiement d'une nouvelle génération de compteurs électriques, les compteurs Linky.

#### Comment fonctionne un compteur Linky ?

Comme les précédents appareils, ce nouveau compteur mesure, en permanence l'énergie consommée par une installation électrique domestique et stocke cette valeur sous la forme d'index.

Un dispositif de stockage, le concentrateur, situé dans le transformateur du quartier, interroge le compteur une fois par jour entre minuit et 6 heures du matin pour collecter les index stockés au cours de la journée écoulée.

Cette interrogation dure moins d'une minute. Le concentrateur transmet ensuite ces données à un serveur informatique par un réseau de téléphonie mobile existant.

En plus de cette collecte quotidienne, le concentrateur interroge l'ensemble des compteurs qui lui sont rattachés à intervalles réguliers afin de surveiller l'état général du réseau basse tension. Le compteur interrogé répond alors en transmettant une réponse élémentaire, d'une durée comprise entre 0,1 et 0,2 s.

L'intervalle dépend du paramétrage choisi par le gestionnaire du réseau de distribution et du nombre de compteurs gérés par le concentrateur.

#### Comment les données sont-elles transmises par le compteur ?

Les échanges entre le compteur et le concentrateur utilisent les courants porteurs en ligne (CPL). La technologie CPL consiste à utiliser le réseau électrique pour propager les signaux par conduction dans les câbles électriques.

Les compteurs Linky ne sont donc pas des émetteurs radioélectriques. Toutefois, comme tout appareil électrique, ces compteurs induisent un champ électromagnétique.

Ce rayonnement n'est pas exploité pour la transmission de l'information et son niveau maximal est normalisé.

Ces compteurs sont donc conçus pour respecter les normes de compatibilité électromagnétique. Ils doivent également respecter les valeurs limites d'exposition du public aux ondes radioélectriques.

#### Quelle est la réglementation en matière d'exposition du public aux ondes électromagnétiques ?

En France, le décret n° 2002-775 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.

Pour la bande de fréquence mise en œuvre par le CPL bas débit utilisés par les compteurs Linky (35,9-90,6 kHz), ces valeurs limites sont respectivement de 6,25  $\mu$ T pour le champ magnétique et de 87 V/m pour le champ électrique.

#### Comment mesurer l'exposition aux champs électromagnétiques créés par un compteur Linky ?

Ce rapport constitue le premier volet de l'étude par l'ANFR des niveaux de champs électromagnétiques créés par les compteurs Linky. Il caractérise en laboratoire les rayonnements CPL créés périodiquement par les compteurs lors de leurs échanges avec le réseau de distribution.

Les niveaux des champs rayonnés de deux compteurs Linky de Rapport technique sur les compteurs Linky Mai 2016 2 technologie G1 et de technologie G3 ont été mesurés dans différentes configurations dans un laboratoire de l'ANFR dans la bande de fréquence utilisée par le CPL.

La distance de mesure constitue un critère fondamental du protocole car plus cette distance par rapport à la source est importante, plus le niveau mesuré est faible.

Certaines normes définissent des distances de mesures pour différents cas : 0 cm (par exemple pour les rasoirs ou les brosses à dents électriques), 30 cm (par exemple pour les réveils ou les lave-vaisselles) et jusqu'à 200 cm (pour les éclairages publics). Le protocole doit préciser les distances de mesure par rapport à la source, cette distance étant par défaut de 20 cm en l'absence de précision dans la norme.

C'est donc la distance de 20 cm qui a été retenue pour évaluer la conformité des niveaux de champs électromagnétiques vis-à-vis des valeurs limites réglementaires.

Dans la bande de fréquence étudiée (35 - 91 kHz), les deux composantes du champ (magnétique et électrique) doivent être mesurées, du fait des distances de mesure très faibles vis-à-vis des longueurs d'onde dans cette bande de fréquence, qui varient en effet entre 3,2 km et 8,5 km.

### Quels sont les niveaux d'exposition créés par les compteurs Linky en condition de laboratoire ?

Cette étude montre à proximité immédiate du compteur (20 cm) des niveaux de champs électromagnétiques substantiellement plus faibles que les valeurs-limites réglementaires. Ils décroissent très rapidement avec la distance.

#### En champ magnétique

Dans les configurations testées en laboratoire, le niveau de champ magnétique à 20 cm du compteur est au maximum de  $8.10^{-3} \mu\text{T}$  dans la bande de fréquence CPL, c'est-à-dire près de mille fois en-deçà de la valeur-limite ( $6,25 \mu\text{T}$ ). A 50 cm, ce niveau de champ magnétique est divisé par un facteur 10.

En champ magnétique, les niveaux mesurés sont ainsi plus élevés que ceux relevés à proximité des compteurs d'ancienne génération.

#### En champ électrique

Le champ électrique a été mesuré avec une sonde spécifique dans la bande 1,2 kHz – 100 kHz, captant donc non seulement la bande du CPL mais aussi une partie du bruit électrique ambiant.

Cette démarche produit néanmoins un majorant du champ créé par l'appareil.

Les valeurs de champ électrique relevées à 20 cm du Linky sont du même ordre de grandeur (1 V/m), que le compteur soit ou non en transmission CPL.

### La technologie CPL utilise le réseau électrique pour transmettre des informations.

Elle consiste à coupler un signal haute fréquence (HF) au signal 50 Hz du réseau électrique .

Le signal HF peut ainsi se propager sur l'installation électrique et être reçu par tout récepteur CPL connecté à ce même réseau. Le signal utile n'est pas diffusé par rayonnement mais par conduction, via le réseau électrique. Les installations CPL ne sont donc pas des réseaux radioélectriques.

Toutefois, la modulation du courant dans les câbles électriques produit des ondes rayonnées.

Ces rayonnements non intentionnels sont réglementés de façon à ne pas perturber outre mesure leur environnement électromagnétique : ces compteurs sont donc conçus pour respecter les normes de compatibilité électromagnétique.

Ils doivent également respecter les valeurs-limites d'exposition du public aux ondes électromagnétiques.

### La technologie CPL est utilisée depuis de nombreuses années par ERDF pour envoyer les ordres tarifaires.

Elle est également utilisée par des équipements domestiques comme certaines box ADSL ou certaines commandes de volets roulants ou de radiateurs électriques.

Un réseau CPL doit s'adapter au réseau électrique qui comporte plusieurs obstacles à la propagation du signal (types de câbles, fusibles, disjoncteurs, compteurs, prises connectées...).

### On distingue deux types de réseau CPL.

les réseaux CPL bas débit (comme les réseaux de télé-relève)

et les réseaux CPL haut débit (comme les réseaux ADSL).

Les CPL bas débit peuvent moduler des fréquences situées dans la bande allant de 3 kHz à 148 kHz. Selon les générations de compteurs Linky, les fréquences porteuses utilisées sont comprises dans la bande autorisée, plus précisément entre 35,9 et 90,6 kHz.

### Description des équipements testés, des moyens de mesures et des configurations de mesures 3.1.

#### Description des compteurs G1

Le compteur Linky G1 est le modèle qui a été installé durant la phase expérimentale de déploiement d'ERDF entre 2008 et 2011 et qui est actuellement déployé par ERDF. L'information est transmise en CPL suivant une modulation par déplacement de fréquence ou S-FSK pour « spread frequency shift-keying ».

Le signal est modulé suivant deux fréquences prédéterminées, 63,3 kHz et 74 kHz dans le cas du signal Linky G1. Une porteuse est ainsi utilisée pour coder le bit « 0 » et l'autre pour coder le bit « 1 ». L'écart de 10 kHz entre les deux porteuses permet de s'affranchir de la qualité de leur transmission respective. Chaque sous-porteuse présente une largeur de bande de 5 kHz. Les émissions ne sont pas simultanées dans les deux bandes de fréquences. Le niveau d'émission « conduit » est réglementé par la norme NF EN 50065-1 pour la tension de sortie de l'émetteur. Pour des signaux bande étroite (c'est-à-dire dont la largeur de bande est inférieure à 5 kHz), le niveau de tension en sortie décroît linéairement de 134 dB $\mu$ V (5 V) à 9 kHz à 120 dB $\mu$ V (1 V) à 95 kHz.

#### Description des compteurs G3

Le compteur G3 correspond au compteur Linky de deuxième génération. Il utilise un protocole de communication plus évolué, fondé sur un multiplexage par répartition orthogonale de fréquences ou OFDM (Orthogonal frequency-division multiplexing). L'OFDM consiste à répartir le signal à transmettre sur un plus grand nombre de sous-porteuses. Dans le cas du protocole Linky G3, ce sont 36 sous-porteuses comprises entre 35,9 et 90,6 kHz qui sont utilisées, par blocs de 6. Le niveau d'émission « conduit » est réglementé par la norme NF EN 50065-1 pour la tension de sortie de l'émetteur. Pour les signaux large bande, le niveau de tension en sortie doit être inférieur à 134 dB $\mu$ V.

#### Configuration nominale in situ

Selon les informations communiquées par ERDF, dans le réseau réel, les concentrateurs gèrent des grappes de compteurs allant de quelques unités en milieu rural à quelques centaines en milieu urbain. La taille moyenne d'une grappe est de 50 compteurs. Les concentrateurs sont installés dans les postes de transformation haute tension/basse tension (HTA/BT). ERDF dispose de plus de 750 000 postes de transformation HTA/BT pour desservir 35 millions de clients. La collecte des index de consommation a lieu la nuit entre minuit et 6 heures du matin. Le concentrateur interroge successivement tous ses compteurs, qui répondent en transmettant les index stockés ainsi qu'un registre donnant l'état de fonctionnement du compteur. En plus de cette collecte quotidienne, le concentrateur interroge successivement l'ensemble des compteurs de la grappe à intervalle régulier (pouvant aller de toutes les minutes ou toutes les 10 minutes selon la configuration du réseau) afin de surveiller l'état général du réseau basse tension et détecter rapidement d'éventuelles pannes. Le compteur interrogé répond en transmettant une trame élémentaire très brève.

.....

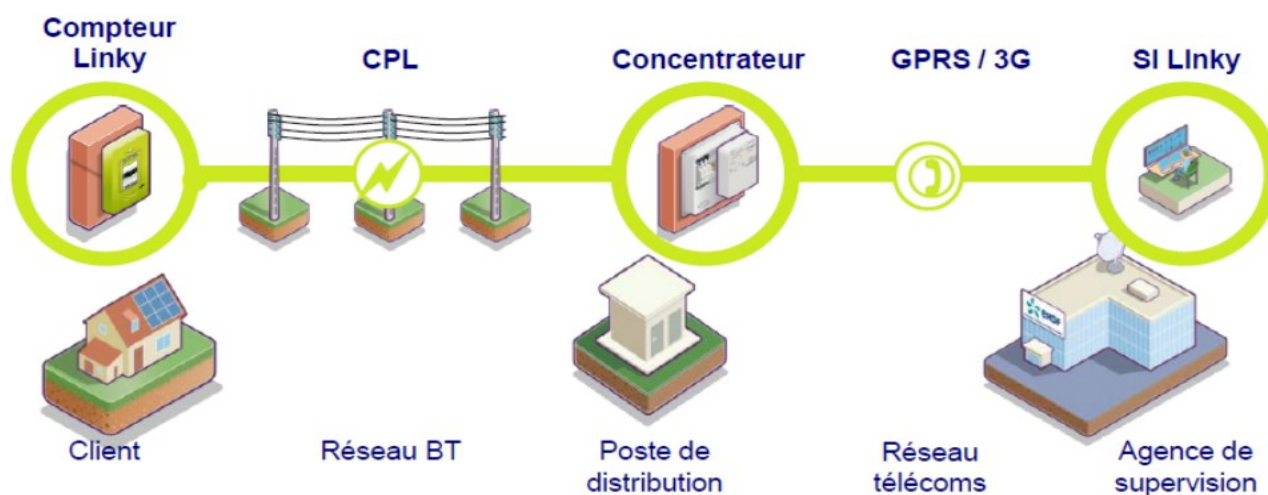
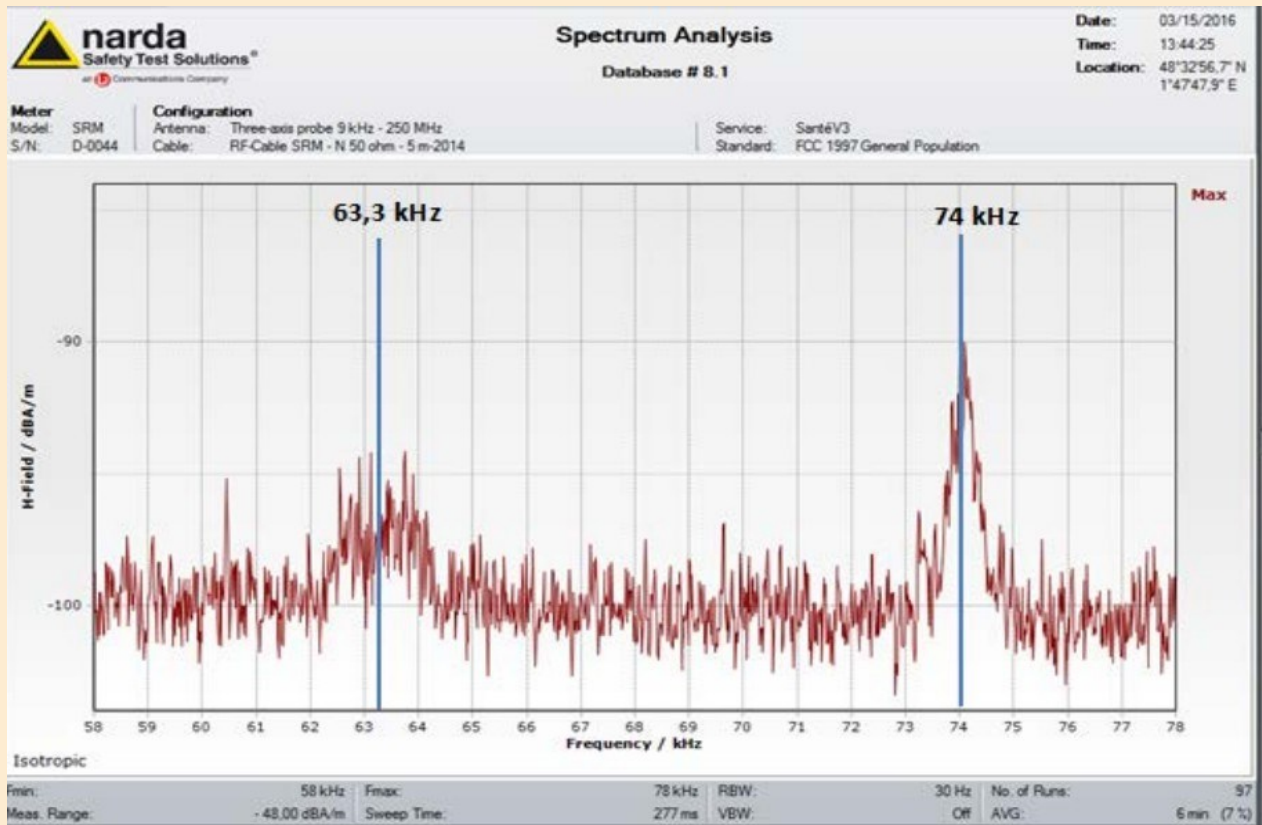


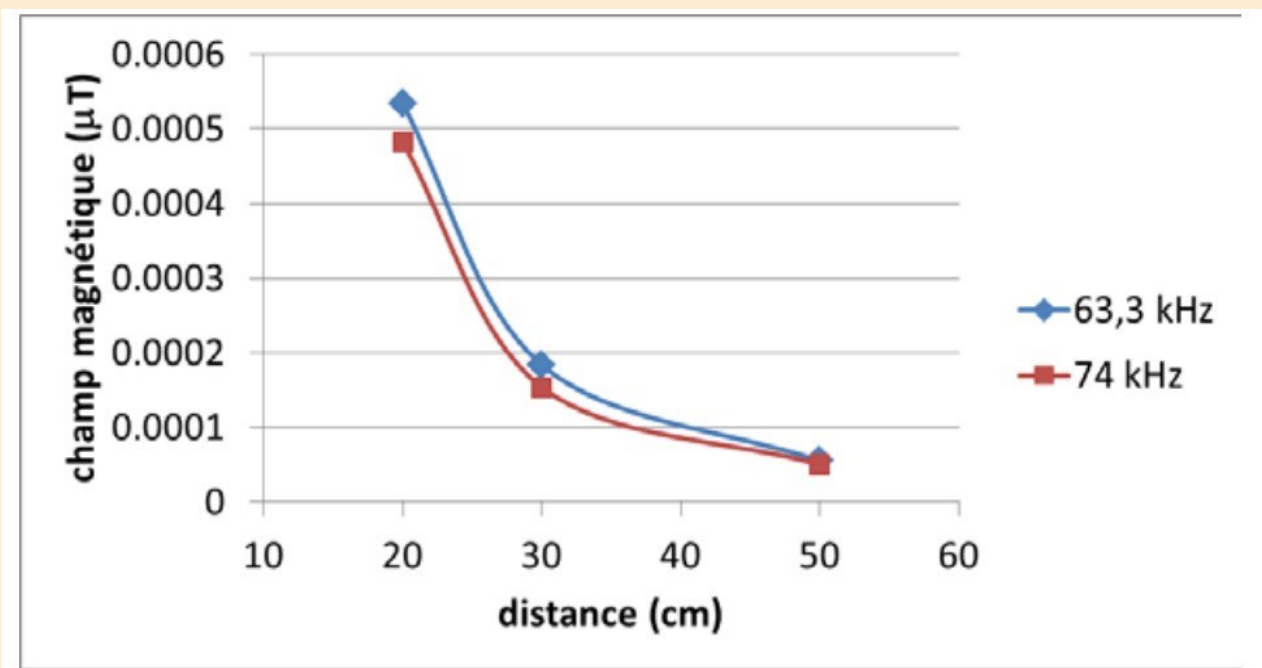
Figure 1 : illustration du fonctionnement du réseau de télé-relève d'ERDF – Source ERDF

### Mesures sur compteur G1

Le relevé fréquentiel permet d'illustrer le mode S-FSK du compteur G1 qui repose sur l'utilisation de deux porteuses aux fréquences 63,3 kHz et 74 kHz.

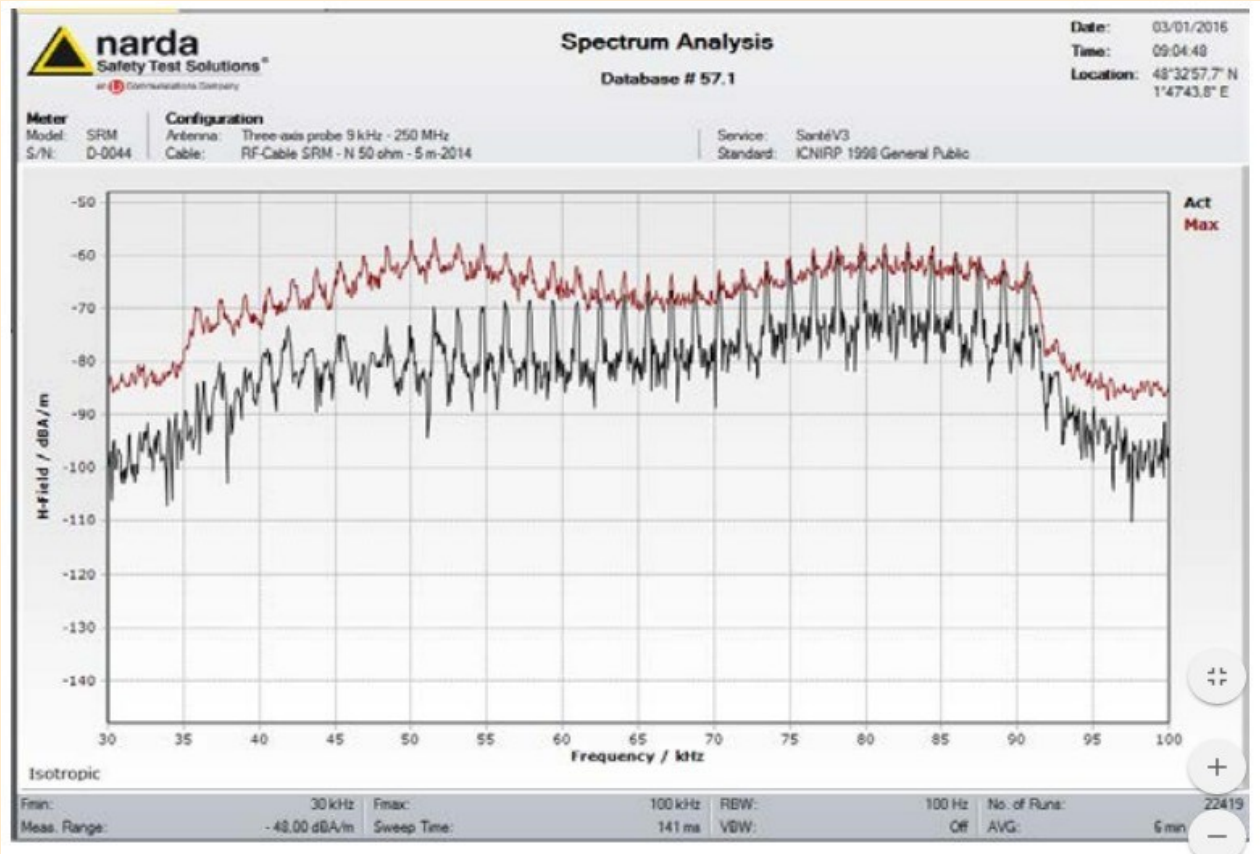


Le niveau de champ magnétique décroît très rapidement avec la distance

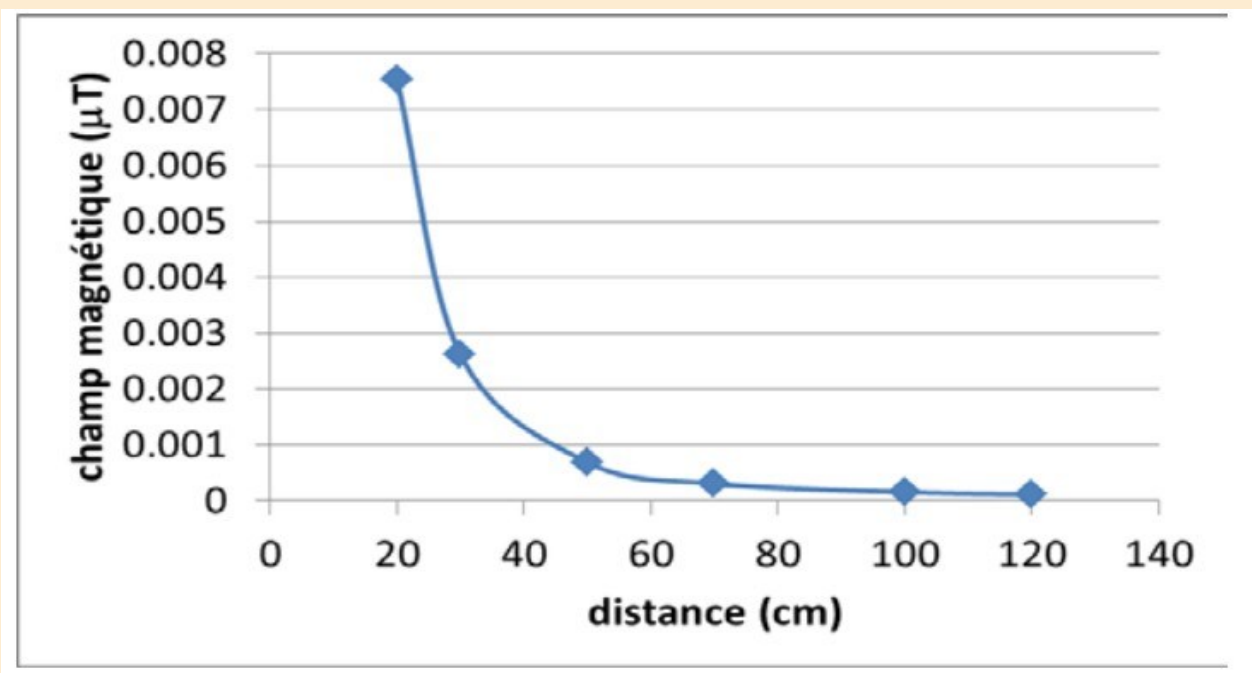


### Mesures sur G3

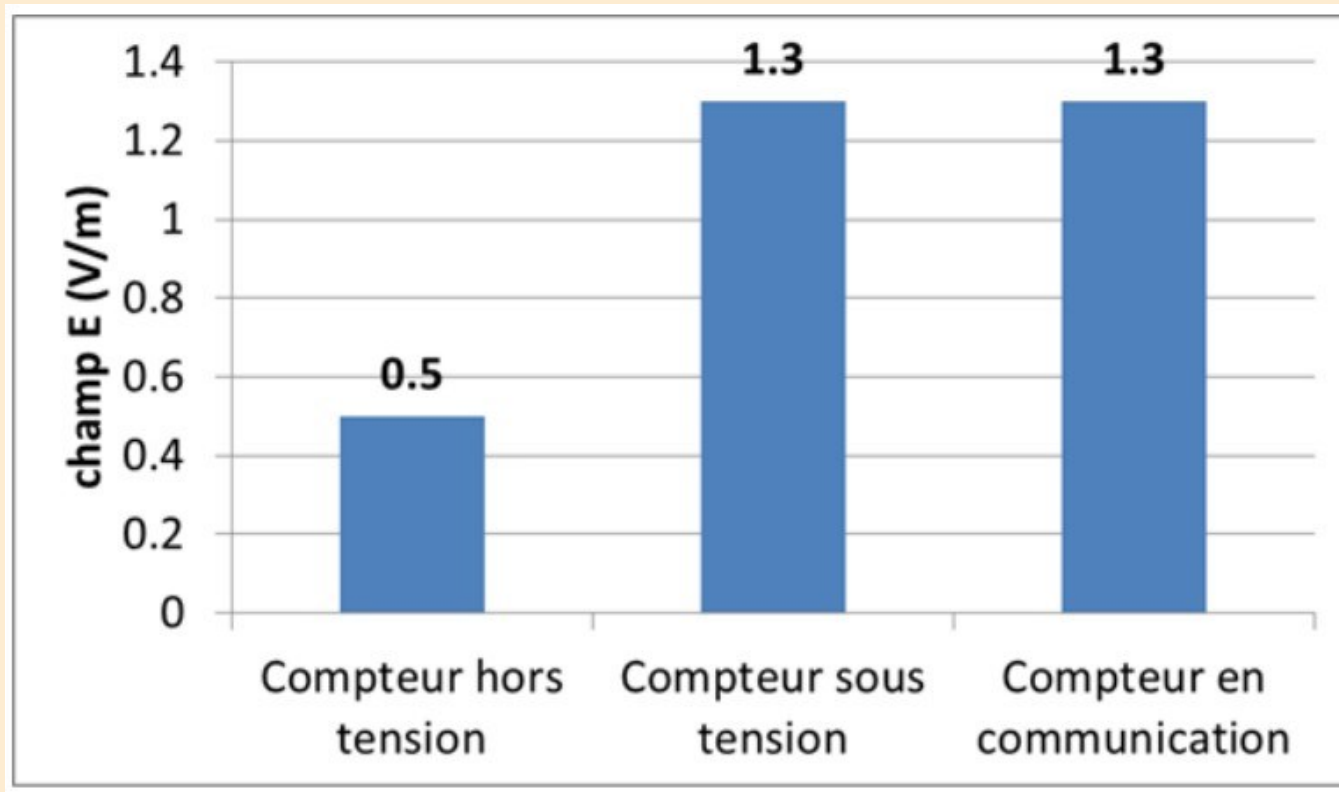
Le relevé fréquentiel (cf. Figure 14) permet d'illustrer le mode OFDM du compteur G3 qui repose sur l'utilisation de 36 porteuses dans la bande de fréquences entre 35,9 kHz et 90,6 kHz



Décroissance du champ magnétique avec la distance



Niveau de champ électrique mesuré dans la bande 1,2 – 100 kHz dans différentes configurations en face du compteur Linky G3.



### Comparaison avec d'autres équipements domestiques

Tous les appareils électriques induisent dans leur voisinage des champs électriques et magnétiques. L'exposition aux champs électromagnétiques émis par les appareils électriques domestiques est le plus souvent évaluée à une distance de 30 cm comme indiqué dans la norme IEC 62233 (Méthodes de mesure des champs électromagnétiques émis par les appareils électrodomestiques et appareils similaires en relation avec l'exposition humaine).

**Ce chapitre compare donc les niveaux de champs électromagnétiques mesurés à 30 cm du compteur Linky avec ceux des différents équipements suivant :**

- Compteur électrique d'ancienne génération ;
- Lampe fluo compacte de 15 W ;
- Alimentation d'un ordinateur portable en charge ;
- Ecran plat de télévision de 19" ;
- Ecran cathodique de télévision (CRT) ;
- Plaque de cuisson à induction portative de 2 000 W ;
- Perceuse sans fil.

**Les mesures ont toutes été réalisées dans le laboratoire de l'ANFR.**

Les compteurs Linky induisent lors des communications CPL des niveaux de champs électromagnétiques très faibles, à l'instar d'autres équipements électriques et en particulier comme le compteur électrique d'ancienne génération. Une grande variabilité de ces niveaux peut être observée en fonction des caractéristiques de l'équipement (marque, modèle, puissance...) et de son installation dans le réseau électrique.

Les mesures réalisées dans le cadre de ce rapport ne permettent donc pas de généraliser le classement de ces équipements.

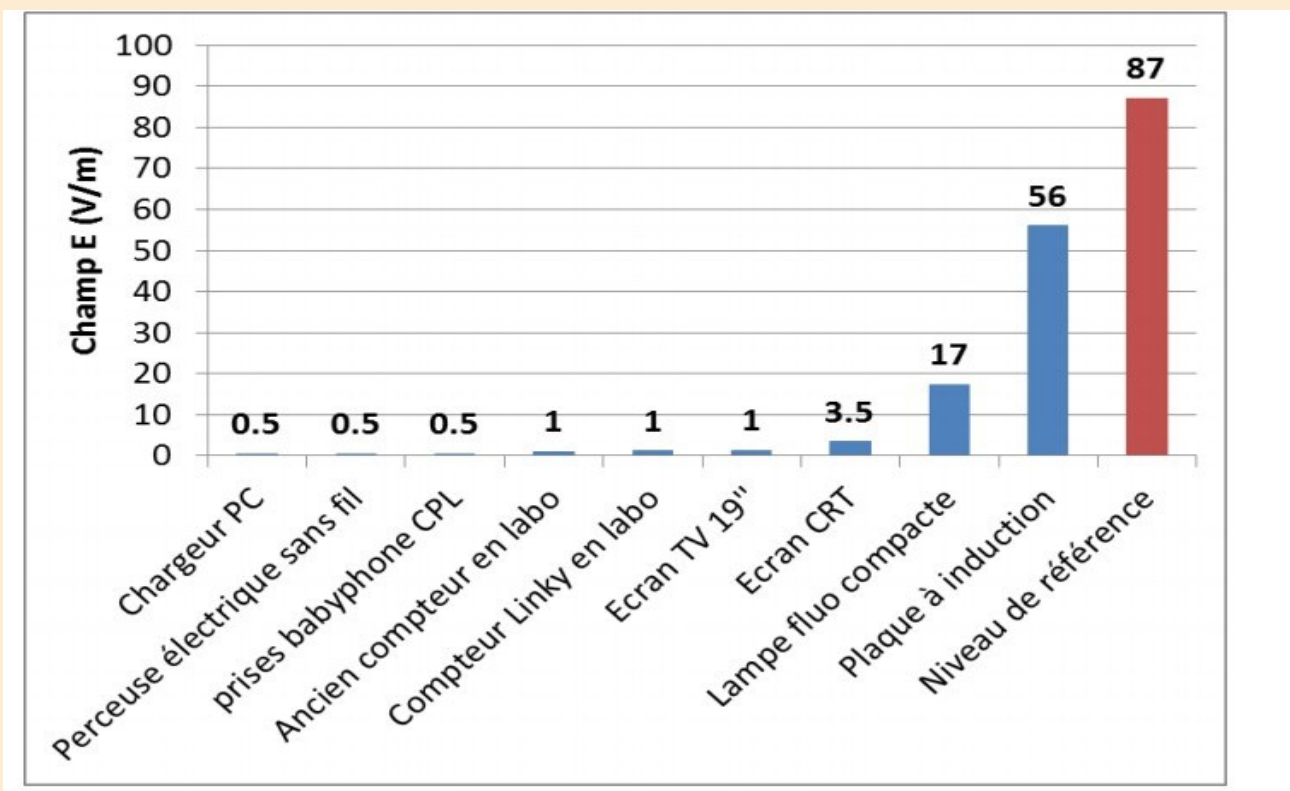
### En champ magnétique

Dans les configurations testées, les compteurs Linky rayonnent lors des communications CPL des niveaux de champ magnétique légèrement supérieurs à ceux des anciens compteurs, comparables à d'autres équipements comme un écran plat de télévision ou l'alimentation d'un PC en charge.

### En champ électrique

Les moyens de mesure de champ électrique dans les bandes de fréquences des rayonnements CPL n'ont pas permis dans le cadre de cette étude d'évaluer finement la contribution des rayonnements CPL.

Les niveaux de champ électrique mesurés, arrondis à 0,5 V/m près, représentent le niveau global dans une bande de fréquence allant de 1,2 kHz à 100 kHz. En laboratoire, le champ électrique mesuré à proximité du compteur Linky est du même ordre de grandeur que le champ électrique mesuré à proximité d'un compteur électrique d'ancienne génération.



Comparaison des niveaux de champ électriques à 30 cm de différents équipements mesurés dans la bande 1,2 kHz -100 kHz.

Cette partie pourra être complétée dans les volets suivants de cette étude. Ces premiers résultats montrent que les compteurs Linky créent une exposition en champ électrique et en champ magnétique comparable à d'autres équipements électriques du quotidien.

[http://www.anfr.fr/fileadmin/mediatheque/documents/expace/2016-05-30\\_Rapport\\_technique\\_compteur\\_vdef2.pdf](http://www.anfr.fr/fileadmin/mediatheque/documents/expace/2016-05-30_Rapport_technique_compteur_vdef2.pdf)

**Ce premier volet de l'étude ANFR sur l'exposition créée par les compteurs Linky sera complété par :**

**Des mesures chez des particuliers, avant et après installation du compteur Linky**

**Des mesures des niveaux de champs électromagnétiques créés par les concentrateurs situés dans les transformateurs de quartier.**