



Rapport technique sur les niveaux de champs électromagnétiques créés par un Equipement Radio Linky (ERL)

Juillet 2019

Synthèse

Les Equipements Radio Linky (ERL) sont des modules optionnels des compteurs Linky qui permettent de transmettre en temps réel les données du compteur Linky vers les appareils situés à l'intérieur du domicile (téléphone, tablette).

Ce rapport porte sur l'analyse des émissions radio de l'ERL proposé par Direct Energie. La solution Atome proposée par Direct Energie permet le transfert par Wifi des informations d'un compteur communicant Linky à une box internet, ainsi qu'à une application sur smartphone.

Ce rapport présente les résultats de l'analyse des émissions radio d'une clé Atome de Direct Energie installée sur le compteur Linky d'un particulier.

Les émissions de l'ERL ne sont pas permanentes : il n'émet qu'environ 1 % du temps. Les relevés ont fait apparaître une transmission des données toutes les 1,6 secondes. La transmission est constituée de deux envois d'une durée d'environ 0,01 seconde, à 0,1 seconde d'intervalle. En cas d'échec de la transmission, conformément au protocole Wifi, l'envoi est renouvelé.

A 50 cm de la clé en fonctionnement, le niveau de champ électrique moyenné sur une durée de 6 minutes s'est révélé très faible : environ 0,18 V/m. Pendant les émissions, qui sont très brèves, un niveau de champ électrique instantané maximal de 5 V/m a été relevé.

Les niveaux mesurés apparaissent donc très faibles comparés à la valeur limite réglementaire située à 61 V/m dans cette bande de fréquence.

Ces niveaux sont également en-dessous des niveaux mesurés à proximité d'une box Wifi en activité : la « maison ANFR¹ » indique un niveau moyenné sur 6 minutes de 2,8 V/m à 50 cm de la box, contre 0,18 V/m pour la clé Atome.

¹ La « maison ANFR » est une application qui permet de circuler dans différentes pièces d'une maison et de constater l'émission réelle d'ondes d'objets du quotidien (<https://www.anfr.fr/fr/controle-des-frequences/exposition-du-public-aux-ondes/la-maison-anfr/>).

Table des matières

| | |
|--|----|
| 1. Introduction..... | 3 |
| 2. Description des équipements testés et des moyens de mesures | 4 |
| 2.1. L'Atome de Direct Energie..... | 4 |
| 2.2. Méthode de mesure..... | 4 |
| 3. Réglementation en matière d'exposition du public aux ondes électromagnétiques | 6 |
| 4. Caractérisation du signal de la clé Atome | 7 |
| 5. Essai COFRAC de mesure de champ électromagnétique <i>in situ</i> | 8 |
| 6. Enregistrement sur 24h..... | 11 |
| 7. Conclusion | 12 |

1. Introduction

Ce rapport complète l'étude de l'ANFR des niveaux de champs électromagnétiques créés par les compteurs Linky. Il fait suite aux premiers volets² qui avaient porté sur les niveaux de champs rayonnés à proximité de compteurs Linky dans la bande de fréquence des courants porteurs en ligne (CPL) c'est-à-dire entre 35 kHz et 91 kHz. Dans ces premiers volets, des mesures chez des particuliers et à 20 cm du compteur dans la bande du CPL avaient été réalisées : le champ magnétique était compris entre 0,01 μT et 0,05 μT (valeur limite réglementaire : 6,25 μT) et le champ électrique entre 0,25 V/m et 1 V/m (valeur limite réglementaire : 87 V/m).

Ce rapport porte sur les Equipements Radio Linky (ERL), modules optionnels destinés à être installés par les fournisseurs d'énergie qui permettent de transmettre en temps réel les données du compteur Linky vers les appareils situés à l'intérieur du domicile. Ces ERL ont vocation à être associés aux offres de services proposées aux clients. Ces ERL sont des émetteurs radioélectriques, contrairement au compteur Linky qui, quant à lui, fonctionne à l'aide de la technologie CPL.

Direct Energie propose à ses clients d'expérimenter l'utilisation d'un ERL. La solution Atome³ proposée par Direct Energie permet le transfert des informations d'un compteur communicant Linky à une box internet, ainsi qu'à une application sur smartphone.

Ce rapport présente les résultats de l'analyse des émissions radio d'une clé Atome de Direct Energie installée sur le compteur Linky d'un particulier.

² <https://www.anfr.fr/contrôle-des-frequences/exposition-du-public-aux-ondes/compteurs-communicants/compteurs-linky/>

³ <https://www.direct-energie.com/particuliers/electricite/compteur-linky/atome>

2. Description des équipements testés et des moyens de mesures

2.1. L'Atome de Direct Energie

Les compteurs Linky disposent tous d'une sortie de télé-information client (TIC) offrant aux utilisateurs la possibilité d'y connecter un appareil pour accéder en temps réel à leurs consommations électriques. Direct Energie a développé un module (la clé Atome) à brancher sur cette sortie TIC permettant à ses clients de visualiser sur leur mobile ou leur tablette leur consommation électrique en temps réel.

La clé Atome s'insère dans l'espace réservé à la sortie de télé-information client (TIC) du compteur (cf. Figure 1).

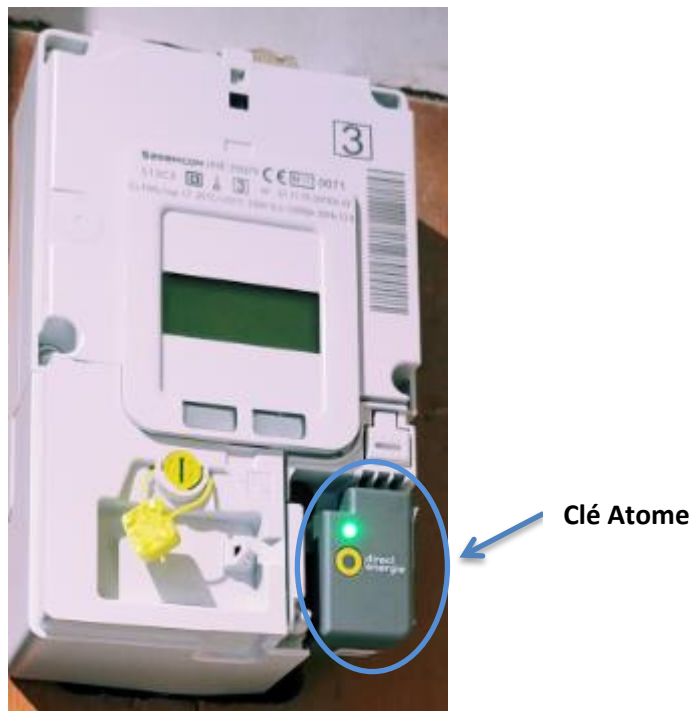


Figure 1 : exemple d'un compteur Linky équipé d'une clé Atome de Direct Energie

D'après les informations fournies par Direct Energie, la clé Atome repose sur la technologie Wifi dans la bande 2,4 GHz et transmet les index de consommation à la box internet toutes les 1 à 2 secondes. Chaque donnée transmise est précédée d'une étiquette permettant de l'identifier.

2.2. Méthode de mesure

La sonde de mesure est placée à cinquante centimètres d'une clé Atome installée sur un compteur Linky situé chez un particulier (Figure 2).



Figure 2 : installation de la sonde de mesure à 50cm de l'ERL (clé Atome de Direct Energie)

- **Mesures sur site sur 24h**

Un logiciel d'acquisition des données a été développé pour permettre l'enregistrement sur de longues durées des émissions de l'équipement sous test. Les valeurs moyennées sur 6 minutes sont enregistrées toutes les 6 minutes. Les valeurs instantanées maximales sont enregistrées toutes les secondes lorsque le compteur est en émission et toutes les 6 minutes lorsqu'il n'émet pas.

- **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 mesures de champ électromagnétique *in situ* ont donc été effectuées sous accréditation COFRAC suivant le protocole de mesure de l'Agence nationale des fréquences DR15-4 du 28 août 2017 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 pour l'évaluation de l'exposition aux radiofréquences 100 kHz-300 GHz. 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 évaluer le niveau de champ électromagnétique à proximité d'un ERL.

3. Réglementation en matière d'exposition du public aux ondes électromagnétiques

En France, le décret n°2002-775⁴ du 3 mai 2002 fixe les valeurs-limites d'exposition du public aux champs électromagnétiques émis par les équipements utilisés dans les réseaux de télécommunications 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 valeurs dans sa recommandation 1999/519/CE.

Les valeurs-limites dépendent des fréquences (cf. Figure 3). Pour la bande de fréquence Wifi 2,4 GHz utilisée par la clé Atome Directe Energie (2400 – 2483,5 MHz), la valeur-limite en champ électrique est de 61 V/m en moyenne sur une durée de 6 minutes.

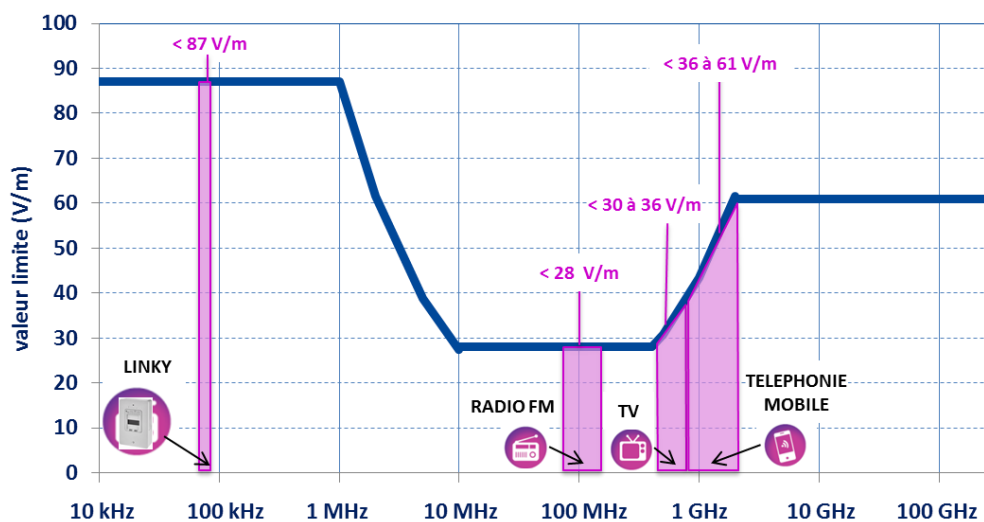


Figure 3 : valeurs-limites réglementaires fixées par le décret du 3 mai 2002 en champ électrique (exprimées en V/m)

⁴ <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000226401>

4. Caractérisation du signal de la clé Atome

L'analyse spectrale (cf. Figure 4) montre que l'Atome utilise bien la bande Wifi 2,4 GHz pour envoyer les données.

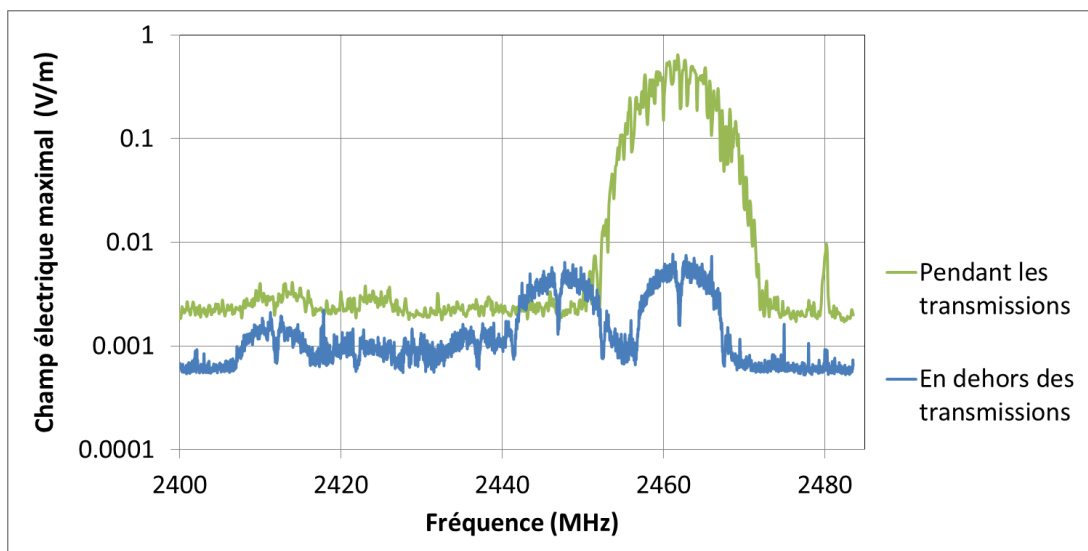


Figure 4 : analyse spectrale de la bande Wifi 2,4 GHz pendant et en dehors des transmissions de l'Atome

L'analyse temporelle du signal (Figure 5) permet de caractériser l'occupation temporelle du signal émis par l'ERL. Les émissions ne sont pas permanentes : la plupart du temps, l'ERL n'émet pas. Les relevés ont montré une transmission des données toutes les 1,6 secondes, délai conforme aux informations fournies au préalable par Direct Energie. La transmission est constituée de deux envois d'une durée d'environ 0,01 seconde, à 0,1 seconde d'intervalle. En cas d'échec de la transmission, l'envoi est renouvelé comme on peut le constater au jalon 9 secondes dans l'échantillon représenté sur la Figure 5.

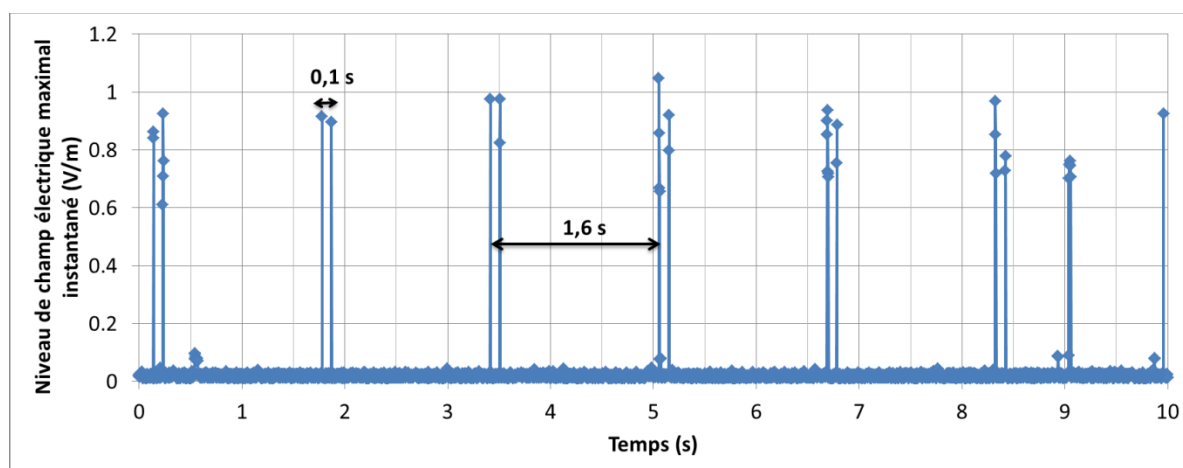


Figure 5 : analyse temporelle des transmissions de la clé Atome sur une durée de 10 secondes

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 DR15-4 du 28 août 2017 a été réalisé à proximité du compteur Linky équipé du module Atome. Le Cas A et le Cas B du protocole ont été réalisés. Conformément au protocole de mesure ANFR DR15-4, 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.

Deux essais ont été successivement réalisés, d'abord avec la clé Atome en fonctionnement puis sans la clé Atome. Ces deux ont chacun fait l'objet d'un rapport sous accréditation.

Un relevé intermédiaire à 50 cm du module Atome installé sur le compteur Linky a été réalisé lors de la mesure avec la clé Atome en fonctionnement.

La configuration de la mesure COFRAC est illustrée sur la Figure 6.



Figure 6 : configuration de la mesure COFRAC réalisé dans l'appartement équipé d'un compteur Linky avec module radio Atome.

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 résultats sont du même ordre de grandeur que la clé Atome soit ou non en fonctionnement.

| Hauteur | Champ électrique moyen avec clé Atome | Champ électrique moyen sans clé Atome |
|------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 1,7 m | 0.12 V/m | 0.09 V/m |
| 1,5 m | 0.17 V/m | 0.12 V/m |
| 1,1 m | 0.20 V/m | 0.10 V/m |
| Moyenne spatiale | 0.17 V/m | 0.10 V/m |

Tableau 1 : résultat des mesures large bande du Cas A du protocole de mesure ANFR DR 15-4 avec et sans la clé Atome

Les niveaux de champ, obtenus aux cas A, 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 des niveaux de

référence fixés par le décret n° 2002-775 du 3 mai 2002 a été constatée dans les deux cas avec et sans clé Atome.

De plus, le niveau de champ global dans les bandes Wifi contenant la bande d'émission de la clé Atome n'est pas impacté par les émissions de la clé (cf. Tableau 2).

| Service | Clé Atome | Niveau de champ (V/m) |
|---|-------------|-----------------------|
| Réseaux locaux radioélectriques (Wifi) 2400 - 2483,5 MHz, 5150 - 5350 MHz et 5470 - 5725 MHz | SANS | 0.15 V/m |
| Réseaux locaux radioélectriques (Wifi) 2400 - 2483,5 MHz, 5150 - 5350 MHz et 5470 - 5725 MHz | AVEC | 0.14 V/m |

Tableau 2 : résultat des mesures par service du Cas B du protocole de mesure ANFR DR15-4 avec et sans clé Atome pour le service Wifi

Conformément au protocole de mesure ANFR DR 15-4, une évaluation intermédiaire à 50 cm de l'objet communicant a été réalisée en valeur moyenne sur 6 minutes et en valeur instantanée à titre informatif.



Figure 7 : illustration de la mesure informative à proximité de la clé Atome.

Les résultats de cette évaluation intermédiaire sont indiqués dans le Tableau 3 :

| Champ électrique moyen (6 minutes) (V/m) | Champ électrique instantané maximal (V/m) | Valeur limite dans la bande de fréquence (V/m) |
|--|---|--|
| 0.18 | 4.99 | 61 |

Tableau 3 : résultats de l'évaluation intermédiaire à 50 cm du compteur équipé de la clé Atome.

Les émissions de la clé n'étant pas permanentes, le niveau de champ moyenné sur 6 minutes est bien plus faible que le niveau de champ instantané maximal. Ces valeurs sont toutes bien en dessous de la valeur limite réglementaire de 61 V/m dans cette bande de fréquence.

Ces niveaux sont également en dessous des niveaux mesurés à proximité d'une box Wifi en activité : la « maison ANFR⁵ » indique un niveau moyenné sur 6 minutes de 2,8 V/m à 50 cm de la box contre 0,18 V/m pour la clé Atome.



Figure 8 : extrait de la maison ANFR <https://www.anfr.fr/fr/controle-des-frequences/exposition-du-public-aux-ondes/la-maison-anfr/>

⁵ La « maison ANFR » est une application permet de circuler entre différentes pièces d'une maison et de constater l'émission réelle d'ondes de différents objets du quotidien (<https://www.anfr.fr/fr/controle-des-frequences/exposition-du-public-aux-ondes/la-maison-anfr/>).

6. Enregistrement sur 24h

Un enregistrement régulier sur une journée entière a été réalisé pendant lequel 54 106 relevés temporels ont été enregistrés. L'objectif de cet enregistrement est d'analyser l'occupation temporelle du signal. L'enregistrement n'a été effectué que sur une composante du champ électrique.

Sur 24 heures, les niveaux de champ électrique maximaux instantanés varient entre 0,3 V/m et 2 V/m avec une valeur moyenne de 0,9 V/m (Figure 9). Ces variations sont dues à des effets de charge et de décharge dans l'alimentation électrique de la clé.

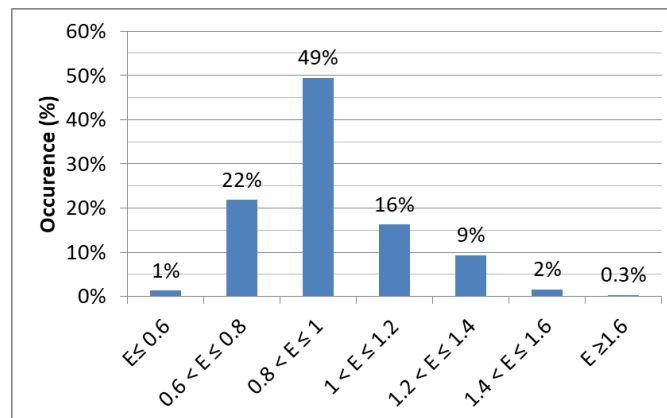


Figure 9 : distribution des niveaux de champ maximal mesuré en V/m à 50 cm d'un ERL de type clé Atome de Direct Energie sur une période de 24h

Les émissions de la clé Atome étant très brèves, les niveaux de champ électrique moyenné sur une durée de 6 minutes sont très faibles : autour de 0,035 V/m (cf. Figure 10).

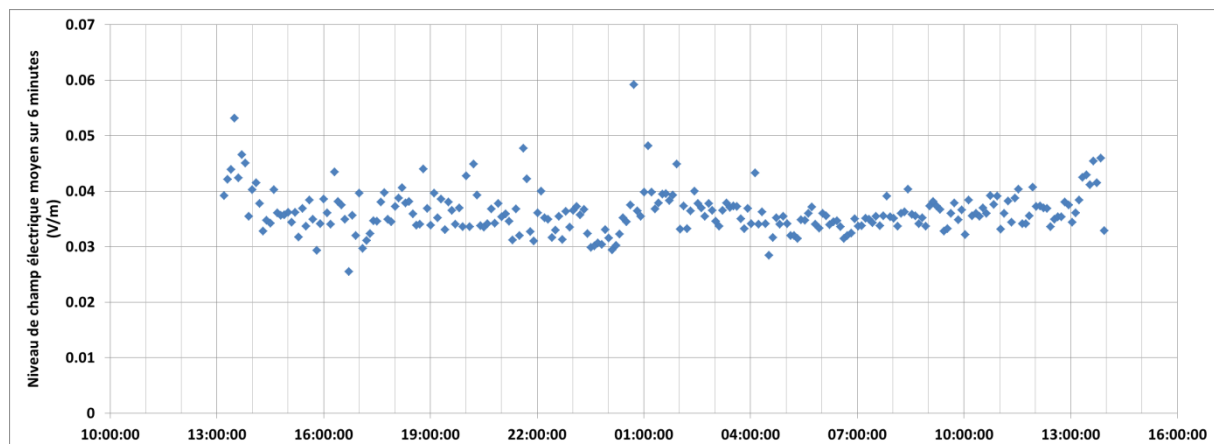


Figure 10 : niveau de champ moyen sur 6 minutes mesuré à 50 cm d'un ERL de type clé Atome de Direct Energie sur une période de 24h

Les émissions ne sont pas permanentes : il n'émet qu'environ 1 % du temps. Les niveaux de champ moyenné sur 6 minutes sont donc bien en dessous des niveaux de champ maximum instantané.

7. Conclusion

Les émissions de la clé Atome ne sont pas permanentes : elle n'émet qu'environ 1 % du temps. Les relevés ont fait apparaître une transmission des données toutes les 1,6 secondes. La transmission est constituée de deux envois d'une durée d'environ 0,01 seconde, à 0,1 seconde d'intervalle. En cas d'échec de la transmission, conformément au protocole Wifi, l'envoi est renouvelé.

A 50 cm de la clé en fonctionnement, le niveau de champ électrique moyenné sur une durée de 6 minutes s'est révélé très faible : environ 0,18 V/m. Pendant les émissions, qui sont très brèves, un niveau de champ électrique instantané maximal de 5 V/m a été relevé.

Les niveaux mesurés apparaissent donc très faibles comparés à la valeur limite réglementaire située à 61 V/m dans cette bande de fréquence.

Ces niveaux sont également en-dessous des niveaux mesurés à proximité d'une box Wifi en activité : la « maison ANFR⁶ » indique un niveau moyenné sur 6 minutes de 2,8 V/m à 50 cm de la box, contre 0,18 V/m pour la clé Atome.

⁶ La « maison ANFR » est une application qui permet de circuler dans différentes pièces d'une maison et de constater l'émission réelle d'ondes d'objets du quotidien (<https://www.anfr.fr/fr/contrôle-des-frequenceS/exposition-du-public-aux-ondes/la-maison-anfr/>).