

RAPPORT TECHNIQUE SUR LES EMISSIONS CPL DU SYSTEME LINKY.

Niveaux, fréquences, occurrences et pollution électrique.

12 Février 2017

Raymond TRICONE.

Ancien électronicien au CERTSM (Centre d'Etudes et de Recherches Techniques des Sous-Marins) à la DCN de Toulon (Direction des Constructions Navales).

Préambule.

Nous ne rentrerons pas dans le fonctionnement du système Linky qui a déjà été parfaitement décrit dans le rapport de l'ANFR (mai 2016. Volet 1).

Le présent rapport a été établi à la demande du collectif « Stop Linky de l'aire toulonnaise ».

Il était demandé:

- ▶ De vérifier que le signal CPL qui circule sur le réseau ENEDIS, est bien bloqué par le compteur Linky.
- ▶ De vérifier que les personnes qui ont conservé leur ancien compteur ne sont pas soumises au rayonnement du CPL des autres compteurs.
- ▶ D'apporter tout élément susceptible d'expliquer pourquoi, certaines personnes ne supportent pas le système Linky.

Au moment de la demande du collectif (février 2016), le déploiement des compteurs Linky était déjà bien avancé sur la ville de TOULON. C'était le mode G1 qui était utilisé.

Le but de ce rapport est la mesure du signal électrique circulant sur le réseau domestique au domicile de différentes personnes.

1. Matériel utilisé :

Mesureur de pollution électrique Stetzerizer MicroSurge Meter.

Oscilloscope analogique Philips PM 3232.

Oscilloscope numérique Velleman PCSU 1000 associé à un ordinateur portable.

Filtre passif passe-haut, utilisé lors des premières mesures et constitué par une cellule RC permettant d'éliminer le 230 Volts / 50 Hz. (F_c à 3dB = 15kHz).

Filtre passif passe-haut, composé de deux cellules RC et utilisé par la suite avec l'oscilloscope numérique.

Le point froid de l'unité de mesure est relié au neutre du réseau domestique, le point chaud du filtre étant connecté à la phase.

2. Les mesures

2.1. Mesures au domicile de Madame Annie F demeurant : Av. Emile Vincent à TOULON 83000.

Les premières mesures (28 avril 2016) sur le CPL Linky ont été réalisées chez cette personne à l'aide d'un oscilloscope analogique.

Tous les appartements de son immeuble (une soixantaine) sont équipés en Linky, à l'exception de son propre appartement qui a conservé un ancien compteur électromécanique.

Ce compteur et le compteur Linky de l'appartement voisin sont situés dans un petit local technique ouvrant dans la cage d'escalier, à mi-étage.

La mesure est faite à partir d'une prise murale dans la cuisine et située à environ 10 mètres du compteur.

2.1.1. Mesure avec oscilloscope analogique. (28 avril 2016).

Une vidéo de cette mesure est disponible sur le lien :

<https://drive.google.com/open?id=0B7DJSKgTK9fVNkc2NmNORzh1RTA>

C'est le premier filtre à une cellule qui est utilisé. $F_c = 15$ kHz et 20 dB / décade.

De la première observation sur l'écran de l'oscilloscope (base de temps sur 20 μ s/div et entrée sur 2 V/div) nous pouvons conclure :

- ▶ Des trains d'ondes apparaissent de manière aléatoire et se succèdent parfois très rapidement et parfois laissent une période de calme qui peut aller jusqu'à une quinzaine de secondes.

- ▶ La mesure de la période n'est pas d'une grande précision, mais elle permet de vérifier que ces fréquences sont bien situées dans la plage des fréquences Linky.

- ▶ L'amplitude maximale est parfois supérieure à 4 Vpp.

2.1.2. Mesures avec oscilloscope numérique. (23/11/2016)

Le point de mesure est inchangé. L'oscilloscope numérique remplace l'oscilloscope analogique et le filtre à deux cellules RC remplace le premier filtre, permettant ainsi une élimination presque parfaite du 220 V 50 Hz.

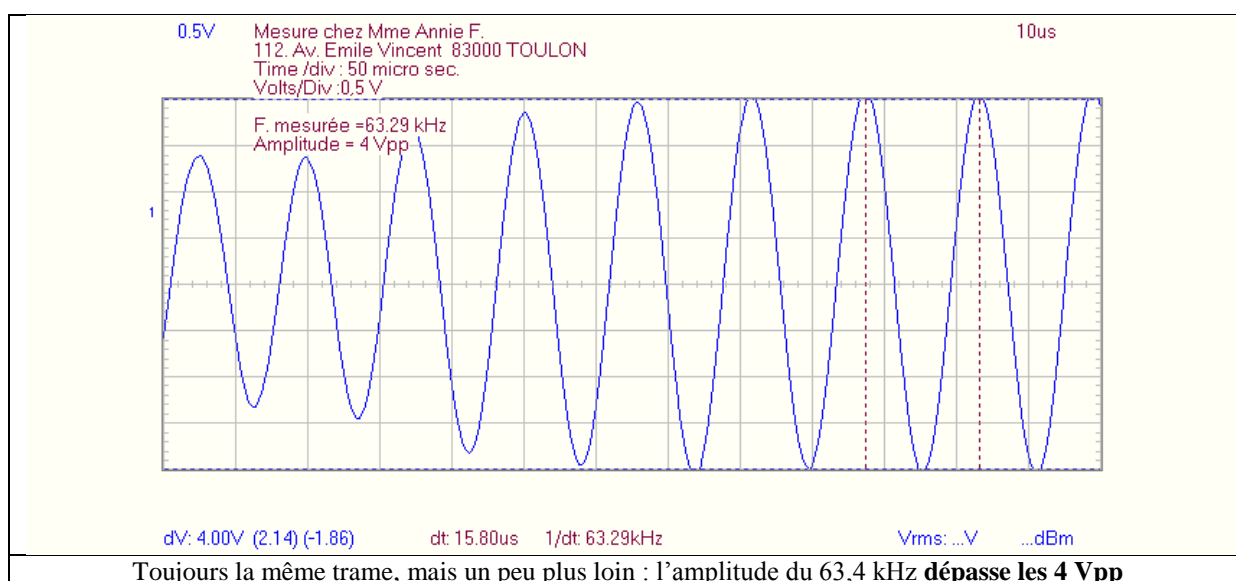
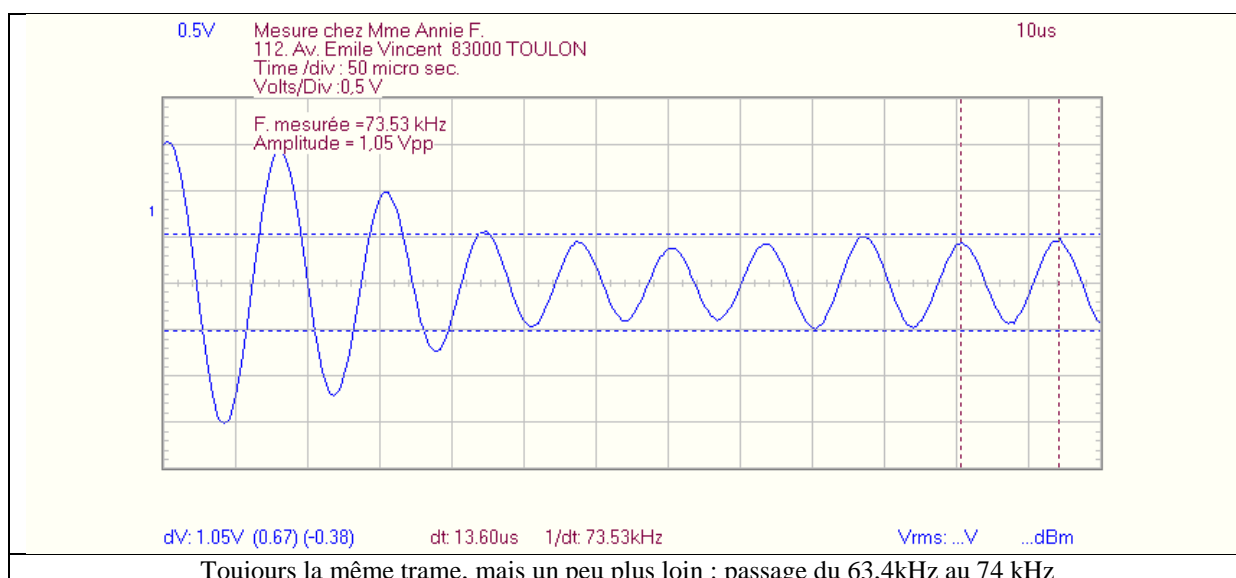
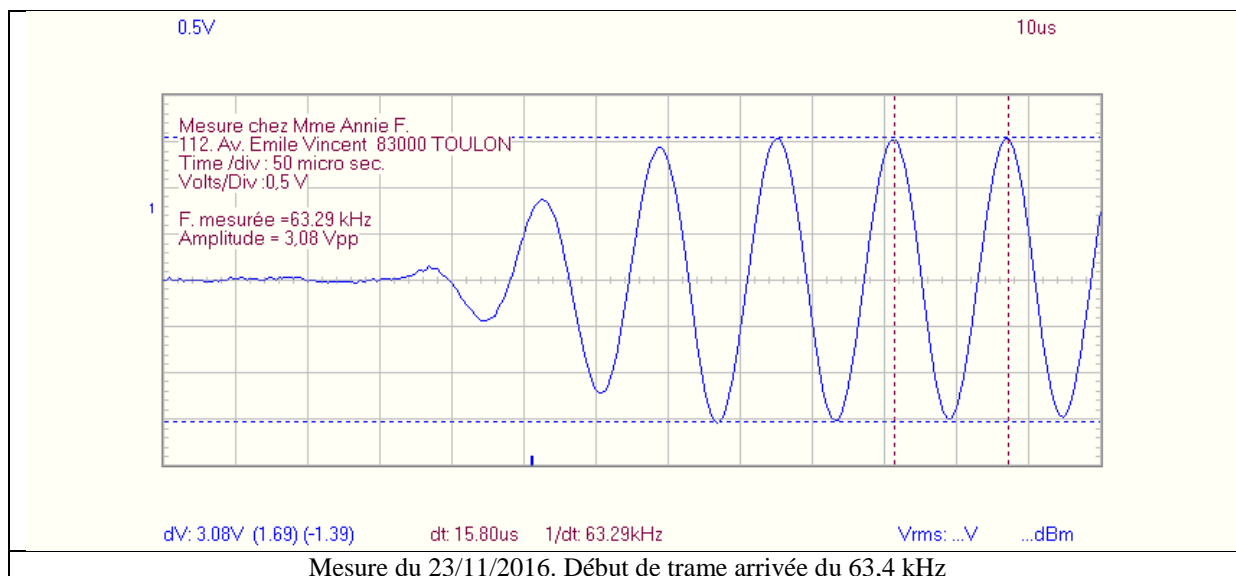
L'observation du signal pendant une période d'une vingtaine de minutes, montre que les trains d'ondes apparaissent toujours de manière très aléatoire, avec peut-être cette fois, des périodes sans signal un peu plus longues qu'en mars 2016.

L'amplitude de ce signal est assez variable (probablement due à la distance du compteur en émission).

Nous avons retenu une capture de signal qui montre une **amplitude supérieure à 4 Vpp.**

Les copies d'écran suivantes montrent l'évolution de cette seule trame dans le temps.

L'acquisition a été faite avec une base de temps de 50 μ s et l'observation est faite avec 10 μ s.



2.2. Mesures au domicile de Madame Nadine A. à TOULON 83000.

Cet appartement est situé au rez-de-chaussée d'une maison d'un étage comportant 3 logements tous équipés d'un compteur Linky. Les trois compteurs sont fixés à l'extérieur, contre le mur du logement testé.

Le point de mesure (prise murale) se situe à 2 mètres du tableau électrique distant lui-même d'une dizaine de mètres du compteur Linky.

2.2.1. Mesure avec oscilloscope analogique. (15 juin 2016).

Les conditions de la mesure sont identiques à celles décrites au § 2.1.1.

Une vidéo de cette mesure est disponible sur le lien :

<https://drive.google.com/open?id=0B7DJSJgTK9fVZHhVWEs5OGtIVVk>

Réglages de l'oscilloscope : base de temps sur 20 μ s/div et entrée sur 2 V/div)

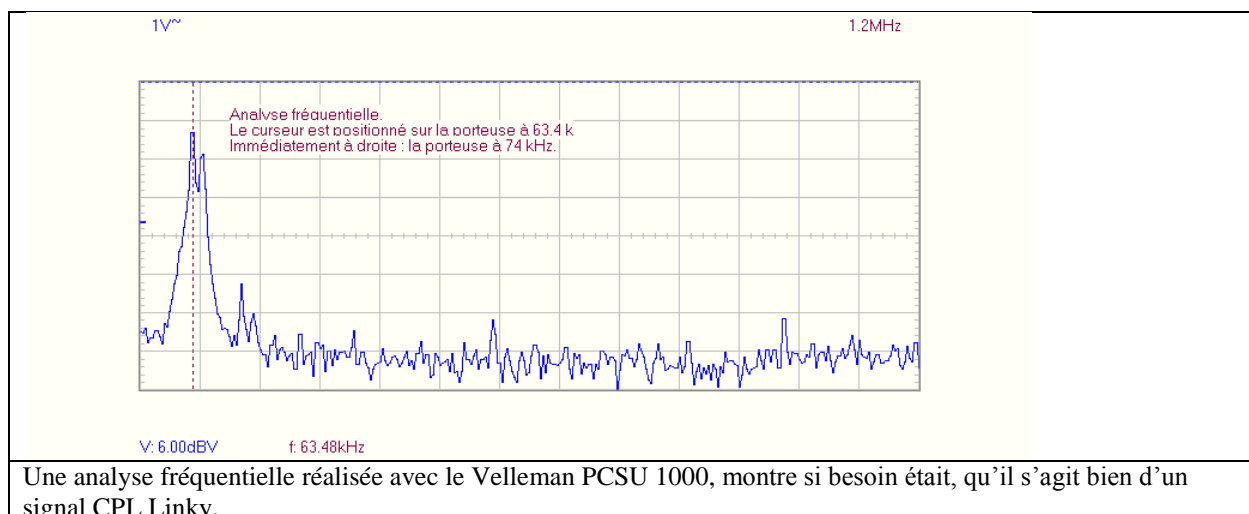
On retrouve le même signal que celui qui avait été observé dans l'appartement précédent et qui lui, n'était pas équipé d'un compteur Linky :

► Des trains d'ondes apparaissent de manière aléatoire et se succèdent parfois très rapidement et parfois laissent une période de calme qui peut aller jusqu'à une quinzaine de secondes.

► L'amplitude maximale est d'environ 4 Vpp.

2.2.2. Mesures avec oscilloscope numérique. (20 octobre 2016).

Là encore, en retrouve les **mêmes signaux que ceux observés dans l'appartement qui n'avait pas de compteur Linky** (§ 2.1.2).

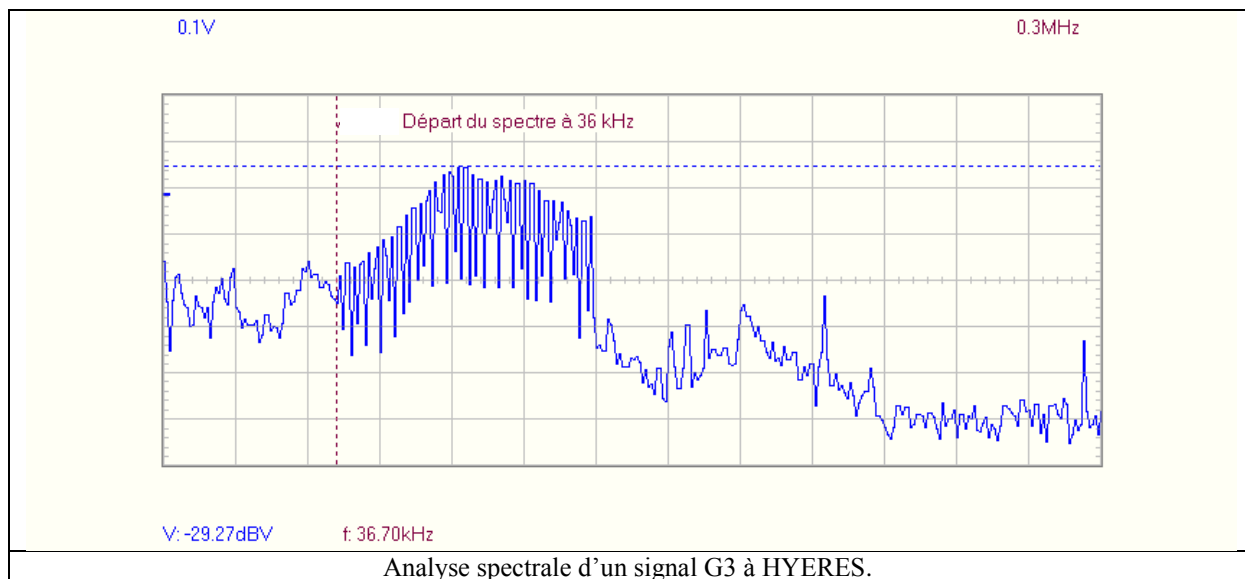


2.3. Mesures dans un appartement situé à HYERES 83400.

L'appartement, au deuxième et dernier étage d'une maison comportant douze logements, n'est pas équipé en compteur Linky. Tous les autres appartements en sont équipés depuis quelques jours seulement.

La mesure, (réalisée directement avec le filtre deux cellules RC et l'oscilloscope Velleman PCSU1000) a eu lieu le 2 février 2017.

Malgré l'installation récente des Compteurs Linky, (la grappe n'est peut-être pas encore opérationnelle) nous avons réalisé une analyse spectrale.



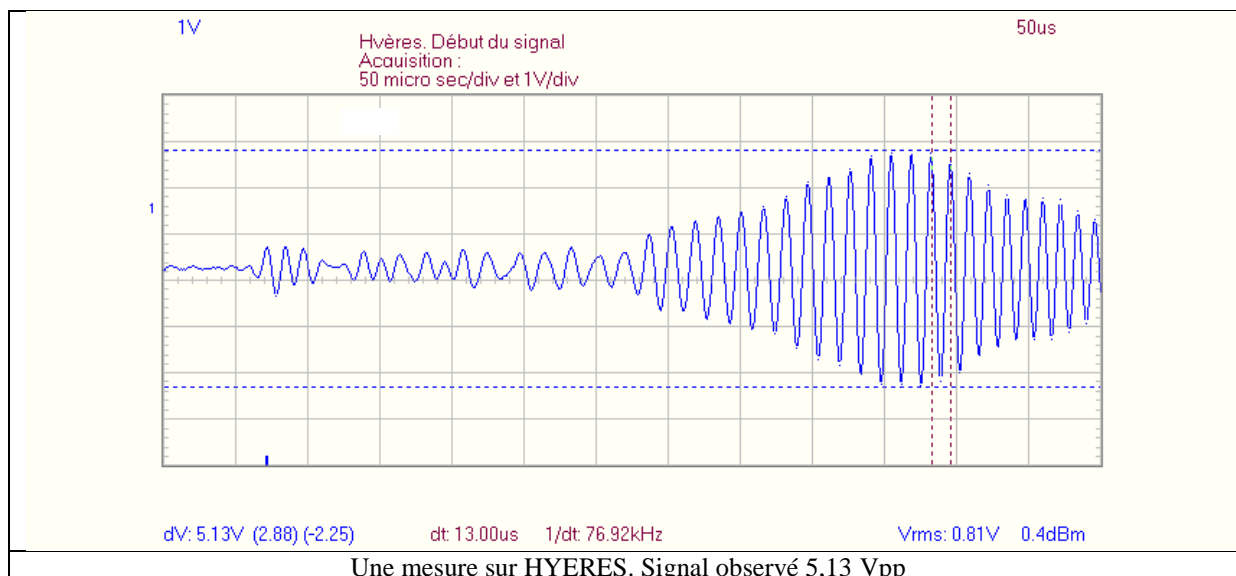
On constate la présence de 36 fréquences allant de 36 kHz à environ 90 kHz.

Aucun doute possible : il s'agit bien d'une émission CPL Linky **type G3**, pour la quelle le volet 1 du rapport ANFR nous apprend que les 36 fréquences utilisées vont de 35,9 à 90,6 kHz. Les écarts de mesures sont liés à la précision relative de l'analyseur de spectre PCSU1000.

Egalement, le filtre qui avait été conçu pour observer le G1, apporte une atténuation conséquente pour les fréquences comprises entre 35,9 et 63 kHz :

Atténuation apportée par le filtre				
Fréquences en kHz	60	50	40	30
Atténuation en dB	0,8	1	1,4	2,3

Il serait souhaitable de refaire ces mesures avec un filtre mieux adapté et surtout attendre que la grappe Linky soit complète et opérationnelle.

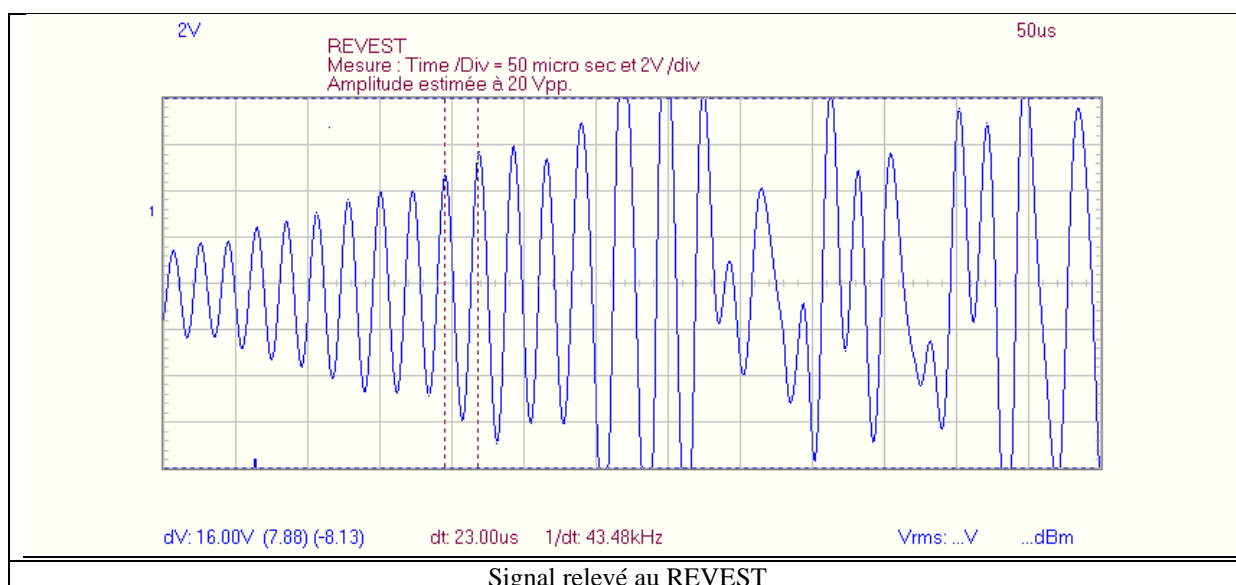


Lorsqu'on se déplace sur l'axe des temps, nous pouvons vérifier que l'amplitude et la fréquence du signal évoluent, ce qui caractérise un signal obtenu en faisant la somme de plusieurs fréquences

2.4. Mesure réalisée au REVEST-LES-EAUX 83200

La mesure (03 février 2017) est réalisée dans une maison indépendante, de plain-pied et qui n'est pas équipée avec un compteur Linky.

Les villas voisines situées à une trentaine de mètres viennent juste d'être équipées en compteurs Linky.



Nous relevons une amplitude importante évaluée à plus de 20 Vpp

Comme dans le cas précédent il serait souhaitable de refaire cette mesure ultérieurement, quand la grappe Linky sera complète.

2.5. Mesures complémentaires (Occurrences).

Un autre technicien possédant le matériel adéquat, est venu collaborer à d'autres mesures réalisées au mois de juillet 2016, au domicile de Mme N. à TOULON (Voir§ 2.2.)

Il a téléchargé un montage vidéo sur You tube :

<https://www.youtube.com/watch?v=H1IvDd710CI>

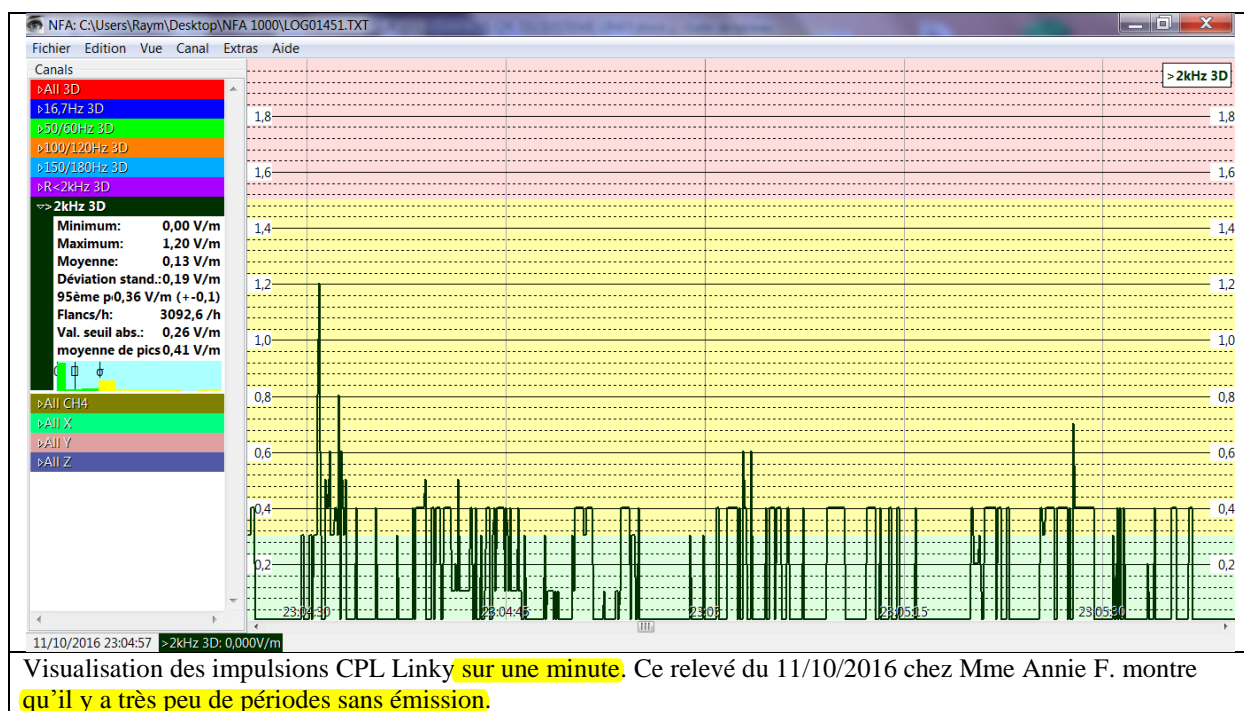
Le but de cette mesure, était la mise en évidence de la répétition importante des salves du CPL Linky.

Il n'était pas question de mesurer avec précision, la valeur du champ électrique rayonné par le signal Linky sur le réseau domestique.

Les conditions de la mesure ne sont pas conformes aux normes qui imposent que la sonde soit maintenue au bout d'une perche isolante et surtout, éloignée de tout objet pouvant apporter une perturbation.

Cette vidéo valide la possibilité d'utiliser la sonde GIGAHERTZSOLUTION NFA1000 pour mettre en évidence l'occurrence des trames CPL sur le réseau.

Un deuxième enregistrement a ensuite été réalisé avec cette sonde NFA1000, au domicile de Mme Annie F à TOULON. (§ 2.1.)



L'enregistrement d'une **durée de 6 heures et 48 minutes** (du 1/10/2016 à 20H25 jusqu'au 12/10/2016 à 3H13) montre la répétition incessante des trains d'ondes circulant sur le réseau domestique.

Le fichier d'enregistrement « LOGO1451.txt », le logiciel associé « NFAsoft161.exe » ainsi qu'une notice explicative « Lisezmoi.txt » sont disponibles sur le lien :


<https://drive.google.com/open?id=0B7DJSJgTK9fVUE9fc3FwRnpsZ28>

3. Notion de pollution électrique.

Tout être vivant exposé à un champ électrique est le siège d'un courant électrique dont la fréquence est celle du champ qui en est la cause et dont l'amplitude est proportionnelle à l'amplitude de ce champ et aussi à sa fréquence.

Les réseaux domestiques exposent donc tous les habitants à des champs électriques rayonnés par les signaux qu'ils véhiculent. Au 230 V / 50 Hz, viennent s'ajouter toutes les perturbations électriques des matériels reliés au réseau électriques (machines tournantes, onduleurs, etc...) créant ainsi une pollution électrique.

La pollution électrique est connue depuis fort longtemps.

Martin H. GRAHAM, professeur en Génie électrique, professeur émérite à l'université de Berkeley (Californie), suite aux différentes études qu'il a menées, a pu déterminer qu'au-delà d'un certain niveau de pollution sur les réseaux électriques, des individus développaient certains symptômes. <http://www2.eecs.berkeley.edu/Pubs/TechRpts/2003/ERL-03-3.pdf> 

Il a créé une unité de mesure de la pollution : le GS qui exprime la variation de tension (sur le réseau) par unité de temps. **Un GS représente une variation de 24 Volts / seconde.** La **valeur maximale à ne pas dépasser** a été déterminée expérimentalement à partir de sujets sensibles. <https://www.stetzerelectric.com/store/stetzerizer-microsurge-meter/>

Cette valeur est de 50 GS pour des fréquences dans la gamme 10 kHz -100kHz.

4. Les niveaux maximum d'émission du CPL.

4.1. Pour le G1

Le niveau d'émission « conduit » est réglementé par la norme NF EN 50065-1 pour la tension de sortie de l'émetteur :

Le niveau de tension en sortie décroît linéairement selon le logarithme de la fréquence de 134 dB μ V (5 V) à 9 kHz à 120 dB μ V (1 V) à 95 kHz.

Le calcul pour la fréquence de 63,4 kHz aboutit au résultat suivant :

Le niveau maximum de tension en mode conduit pour le protocole G1, ne doit pas dépasser 122,41 dB soit 1,32 V_{eff} ou **3,73 V_{pp}**.

4.2. Pour le G3

Le protocole G3, utilise 36 sous-porteuses comprises entre 35,9 et 90,6 kHz.

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 larges bande, le niveau de tension en sortie doit être inférieur à 134 dB μ V (**5V_{eff}**).

Dans le cas du protocole G3 le signal maximum admissible est donc de 5 V eff ou 14,14 Vpp

5. Conclusions

5.1. Présence du signal CPL.

Nous pouvons affirmer, qu'avec ou sans compteur Linky, le réseau domestique de tous les logements situés dans une grappe est parcouru par le CPL du système Linky.

Le CPL ne s'arrête pas au compteur (Linky ou non).

5.2. Amplitude

De l'examen des paragraphes 2.1.2 et 4.1 ainsi que des paragraphes 2.4 et 4.2, il ressort que parfois, **l'amplitude du signal CPL ne respecte pas la norme NF EN 50065-1.**

C'est particulièrement gênant dans le cas du protocole G3 où l'on a mesuré 20 Vpp.

La norme qui autorise 14,14 Vpp risque de créer des problèmes de fonctionnement au niveau des équipements électriques. Dépasser cette limite devient dangereux. On ne connaît pas les conséquences sanitaires qui en découleront.

5.3. Occurrence.

Les vidéos réalisées en cours de mesure, l'examen des enregistrements NFA1000, prouvent que même en dehors des périodes de relève des courbes de charge (la nuit), l'activité CPL Linky sur le réseau électrique est incessante.

5.4. Pollution électrique

Sur la vidéo citée au § :2.1.1 :

<https://drive.google.com/open?id=0B7DJSKgTK9fVNkc2NmNORzh1RTA>

un mesureur de pollution électrique (Stetzerizer) montre des variations de niveau, qui suivent avec un temps de retard l'apparition des trains d'ondes CPL sur le réseau domestique. En période **sans impulsion CPL, ce mesureur indique une pollution électrique d'environ 200 GS**. L'arrivée d'une de ces impulsions fait augmenter ce niveau jusqu'à **1300 GS**. Ces impulsions ont une durée très brève et **le temps de réponse de ce mesureur de pollution est manifestement trop élevé pour pouvoir afficher instantanément la valeur réelle**.

La réalité est certainement un niveau de pollution électrique très élevé (**peut-être de plusieurs milliers de GS**). L'affichage de ce mesureur est passé plusieurs fois en saturation au cours d'autres mesures.

Nous sommes loin des 50 GS préconisés par Martin H. GRAHAM.

**CE POURRAIT ETRE LA, L'EXPLICATION DU MAL ETRE
RESSENTI PAR CERTAINES PERSONNES DEPUIS L'INSTALLATION DES
COMPTEURS LINKY.**

Auteur :

Raymond TRICONE.

Ancien électronicien au CERTSM (Centre d'Etudes et de Recherches Techniques des Sous-Marins) à la DCN de Toulon (Direction des Constructions Navales).