

# POLLUTION RADIOFREQUENCE PAR COURANT CPL G1 LINKY

A TOULOUSE SAINT MICHEL le 2018 03 11 - 10h et 14h

## MESURES ET DEDUCTIONS DES 2 ENREGISTREMENTS

"DataLog Linky Toulouse St Michel 2018 03 11 14h.mp3"

et

"CPL Linky Radio grd Ondes Toulouse St michel 2018 03 11 10h.mp3"

<b>1 -</b>	<b>PRESENTATION .....</b>	<b>2</b>
1.1 -	Description du relevé du courant CPL Linky .....	2
1.1.1 -	<i>Montage permettant l'enregistrement .....</i>	2
1.1.2 -	<i>Présentation du résultat de l'enregistrement.....</i>	2
1.2 -	Analyse du relevé du courant CPL Linky .....	3
1.2.1 -	<i>Mesure du courant CPL G1 Linky.....</i>	3
1.3 -	Etalonnage des courants Linky .....	3
1.3.1 -	<i>Ajustement du niveau en fonction de la fréquence.....</i>	3
1.3.2 -	<i>Relevé de la démodulation avec un courant calibré.....</i>	3
1.4 -	Amplitude du courant émis par le système CPL Linky .....	4
1.5 -	Mesure de la puissance de l'émission du CPL G1 par un compteur Linky .....	4
1.6 -	Taux temporel d'émission des salves CPL du système Linky.....	4
1.7 -	Rayonnement électromagnétique DU courant CPL Linky émis par les câbles du 230 V .....	4
<b>2 -</b>	<b>CONCLUSIONS.....</b>	<b>6</b>
2.1 -	Taux d'activité et intensité du CPL G1 .....	6
2.2 -	Signaux du protocole CPL G1.....	6
2.3 -	Démodulation en amplitude des CPL G1 et G3 .....	6
2.4 -	Champ électromagnétique émis par les câbles conduisant du courant CPL.....	7

## 1 - PRESENTATION

Pendant 1 heure 54 minutes ce 11 mars 2018 à Toulouse quartier Saint Michel, dans un appartement privé, notre laboratoire de recherches Robin des Toits MidiPy a enregistré la démodulation en amplitude du courant porteur en ligne CPL Linky, de type G1, afin de mesurer précisément la fréquence de ses salves émises, et avoir une idée de leur intensité, en ampère. Le fichier au format mp3 de cet enregistrement se nomme « **DataLog Linky Toulouse St Michel 2018 03 11 14h.mp3** »

Il a été également procédé à un enregistrement audio de 8 minutes d'un haut parleur d'un poste radio grandes ondes, donc modulation d'amplitude, qui recevait fortement l'harmonique 3 du courant CPL G1 Linky dans tout le réseau EDF du quartier MONTAUT.

C'est le fichier « **CPL Linky Radio grd Ondes Toulouse St michel 2018 03 11 10h.mp3** »

### 1.1 - Description du relevé du courant CPL Linky

#### 1.1.1 - *Montage permettant l'enregistrement*

Pour enregistrer le courant CPL G1 Linky circulant sur le 230 V d'un appartement, une sonde courant Tektronic P6022 est placée sur l'un des fils d'une capacité de 4,7uF branchée entre neutre et phase du 230V. La capacité a la propriété de présenter une très basse impédance en hautes fréquences du courant CPL G1 Linky. Ainsi, elle collecte pratiquement la totalité de son amplitude.

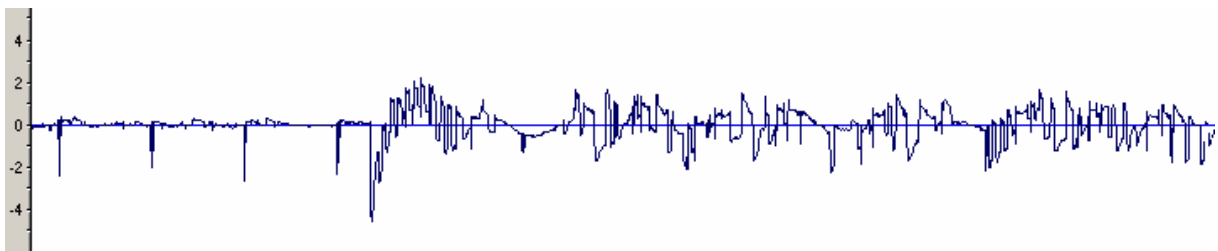
A raison de 1millivolt par milliampère, le signal de la sonde retranscrit fidèlement le courant Linky circulant sur les fils dans toutes ses fréquences. Ce sont des trains d'ondes bi fréquence environ **60-74 Kilohertz**, dont l'amplitude varie très rapidement.

Le signal de la sonde entre alors dans un démodulateur d'amplitude conçu par le laboratoire Robin des Toits MidiPy pour l'expérience. Sa fonction première est le relevé temporel des salves. Il n'est pas étalonné en amplitude, mais il nous donne une bonne idée du courant du signal Linky par son étalonnage décrit ci-après.

Nous avons choisi ce protocole de captage du CPL G1 car le courant haute fréquences lui, ne peut être enregistré directement sur un enregistreur audio, limité à une fréquences maxi de 20 KHz. Le circuit spécifique démodule alors l'amplitude du courant capté, dont la fréquence de ses variations est quelques kilohertz. C'est ce signal d'enveloppe de l'amplitude du courant Linky qui est enregistré par un enregistreur mp3 de marque ZOOM.

#### 1.1.2 - *Présentation du résultat de l'enregistrement*

Le fichier audio résultant de l'enregistrement, en format mp3 peut-être visualisé sur des logiciels de traitement d son, comme le logiciel libre Audacity par exemple. Dessous, l'enveloppe du courant CPL G1 Linky enregistrée apparaît composée de plein de séquences consécutives à des niveaux variables ressemblant à des marches d'escalier.



Sur toute sa durée, le courant haute fréquence d'une salve CPL G1 est capté dans le câble par la capacité et démodulé. Nous voyons dessus un détail de l'amplitude du courant d'une salve. Comme l'enregistrement ne passe pas le continu, c'est le premier front d'attaque de la salve qui donne l'amplitude du courant 0-crête. Ici, nous mesurons **4%**, soit **± 200 milliampères** environ.

La fréquence approximative de variation de l'amplitude du courant Linky est **1240 Hz**. Le courant est émis brutalement sans rampe de montée ni descente. Ce caractère très impulsif des salves Linky augmente le contenu spectral de leur rayonnement radio fréquence.

Note : Nous avons constaté durant les deux heures de l'enregistrement qu'il est très pollué par un **pic parasite** toutes les 10 millisecondes, d'amplitude 3% sur l'enregistrement, soit 150 milliampères. Sa durée est seulement de **400 microsecondes** ce qui est très court : ce parasite émet donc des radio fréquences sur un large spectre.

C'est ce que l'on appelle la « dirty electricity » ou « électricité sale », ici vraisemblablement parasites issus d'une alimentation à découpage de mauvaise qualité car ils ne semblent ne pas faire partie du protocole CPL.

## 1.2 - Analyse du relevé du courant CPL Linky

### 1.2.1 - *Mesure du courant CPL G1 Linky*

L'amplitude du courant du Linky est restée très constante en amplitude tout le long de l'enregistrement. Le maximum constaté sur les deux heures d'enregistrement est de **4,5%, soit ± 210 milliampères**.

De nombreuses salves sont plus faibles, ce sont celles des compteurs Linky éloignés.

Une fois seulement tout au début, peu après le branchement de notre capacité aspirant le courant Linky, est passée une salve de **4 secondes** à une amplitude de **32%**, soit **1,5 ampères crête-crête**.

Explication probable : Il faut savoir que le protocole d'échange de signaux CPL est adaptatif, c'est-à-dire qu'en permanence, chaque compteur signale au concentrateur sa qualité de réception des trames CPL afin d'ajuster le niveau du courant CPL circulant. L'ajout de notre capacité semble avoir soudainement réduit la qualité de communication : le compteur émet alors à **pleine puissance** un protocole de réajustement du courant CPL qu'il échange avec le concentrateur.

## 1.3 - Étalonnage des courants Linky

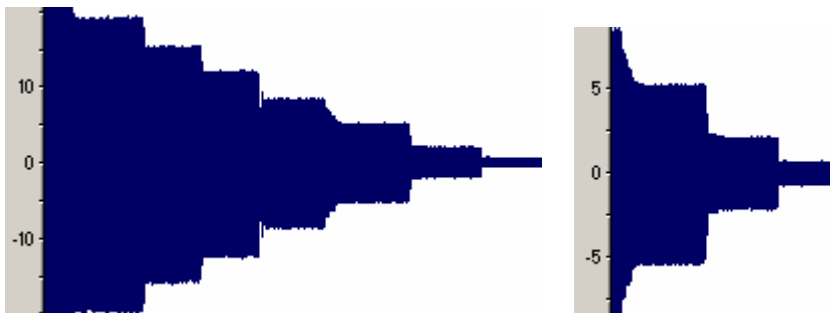
Le but principal de notre enregistrement sur site est de connaître la fréquence des salves CPL G1 et savoir si l'information officielle de Enedis, à savoir 2 relèves quotidiennes seulement, est exacte. Nous savons désormais que la très grande quantité de salves CPL enregistrée ici excède de beaucoup le nombre de relevés quotidiens d'une centaine de compteurs de cette grappe de compteurs Linky. C'est donc que les informations CPL G1 qui circulent cryptées concernent d'autres sujets.

Connaître le niveau du courant CPL G1 qui circule dans les fis de logements privés est le second objectif de notre enregistrement. L'étalonnage de notre chaîne d'acquisition se fait sans connexion sur le 230V. En laboratoire il consiste à injecter dans la capacité de 4,7uF un courant calibré issu d'un générateur de laboratoire, et l'enregistrer avec notre sonde de courant dans les mêmes conditions que le relevé sur site avec notre enregistreur ZOOM, réglé à la même sensibilité.

### 1.3.1 - *Ajustement du niveau en fonction de la fréquence*

Toutefois, l'amplitude du signal de la sonde de courant, démodulé et enregistré par notre démodulateur spécifique, dépend légèrement de la fréquence de sa modulation. Nous mesurons une variation d'environ 6 dB entre 100Hz et 2,6 KHz, bien que le courant porteur injecté par l'injecteur Linky soit constant en. La fréquence de modulation dominante du CPL G1 Linky étant 1240 Hz, nous étalonnons la chaîne d'acquisition à cette fréquence modulante.

### 1.3.2 - *Relevé de la démodulation avec un courant calibré*



Sur la saisie de gauche, le graphe montre l'amplitude démodulée délivrée par notre circuit spécifique, à plusieurs paliers de courant porteur à 70 KHz modulé sinusoïdalement à 1240 Hz. Il a été ajusté au maximum à  $\pm 700\text{mA}$  à  $\pm 50\text{mA}$ , soit  $1,4\text{A}_{\text{cc}}$ , premier palier, jusqu'à  $100\text{mA}_{\text{cc}}$ , dernier palier le plus faible.

Sur la saisie de droite, l'agrandissement des paliers  $\pm 200$ ,  $\pm 100$  et  $\pm 50\text{mA}$  montre que le redresseur électronique de notre démodulateur présente une non linéarité (seuil de diodes non compensé), visible à la plus faible amplitude. Il en sera tenu compte pour l'exploitation de l'enregistrement.

#### 1.4 - Amplitude du courant émis par le système CPL Linky

Après comparaison avec l'amplitude enregistrée du courant calibré, l'amplitude du courant CPL G1 reçue du système Linky dans le logement privé par la capacité de 4,7 $\mu\text{F}$  est de  $\pm 200\text{mA}$ , soit **400 mAcc**.

#### 1.5 - Mesure de la puissance de l'émission du CPL G1 par un compteur Linky

Un relevé simultané de la tension et du courant CPL G1 est nécessaire pour connaître la puissance apparente de l'émission du CPL par un compteur. Cette mesure a été réalisée dans un autre enregistrement audio à Balma le 31 mars 2018 et fait l'objet du rapport « *Balma et Toulouse 03/2018* » tous les deux disponibles sur notre page du laboratoire Robin des Toits MidiPy.

#### 1.6 - Taux temporel d'émission des salves CPL du système Linky

Du fichier « *DataLog Linky Toulouse St Michel 2018 03 11 14h.mp3* » nous avons extrait une zone de 1 heure précise, à partir de 32 minutes 8 secondes. Nous avons additionnées dans un fichier excel les durées de toutes les salves CPL Linky. Ce travail se stabilise très rapidement à une activité du CPL G1 **35%** du temps !

Chaque jour, en supposant que le CPL ne s'interrompt jamais, (non vérifié),

- l'activité CPL totalise **8 heures 24 minutes**.

- en fixant la durée d'une trame CPL à 1.5 secondes, le concentrateur échange chaque jour l'équivalent de **20160 salves CPL G1** !

#### 1.7 - Rayonnement électromagnétique DU courant CPL Linky émis par les câbles du 230 V

Le système Linky étant séquentiel, le protocole des échanges dans la grappe est géré par le concentrateur pour que les compteurs Linky émettent chacun leur tour. Ainsi, le courant Linky pulsé parcourt tout le réseau EDF qui fait office de grande antenne radio déployée à travers toutes les habitations et rues.

L'émission radio fréquence de chaque salve CPL pulsée, d'une puissance **de l'ordre du VA** est rayonnée diversement par tous les câbles 230V et compteurs Linky des résidents du quartier connectés au concentrateur.

De plus, l'onde de courant des salves CPL présente des fronts très raides et rencontre des dispositifs branchés sur le 230 V de toute nature. Il émet des harmoniques parasites, une électricité "sale". Un poste radio grandes ondes réglé sur 190 kHz, harmonique 3 d'une des fréquences du CPL G1 Linky, révèle facilement la présence de l'opérationnalité du Linky dans un quartier.

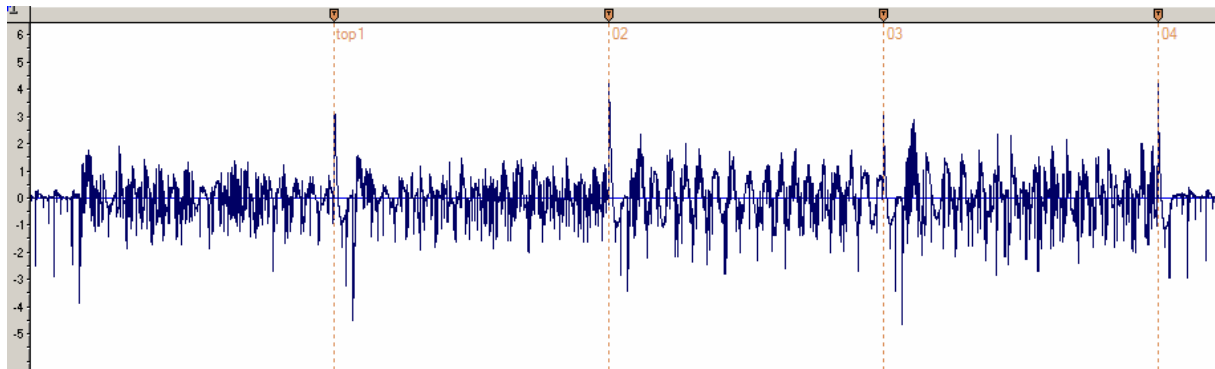
Ce même jour sur Toulouse, nous avons procédé rue Robespierre à un enregistrement audio du haut-parleur d'un poste radio grandes ondes calé à 190 kHz, harmonique 3 du courant Linky. La réception est puissante et assez constante dans pratiquement **500 mètres** de rues autour du concentrateur EDF "MONTAUT" !

Cet enregistrement audio "*CPL Linky Radio grd Ondes Toulouse St michel 2018 03 11 10h.mp3*" de la démodulation du signal CPL émis dans la rue révèle des pulses de courant de synchronisation émis de façon permanente au rythme de **6,666 Hertz** et qui dure seulement **10 millisecondes**.

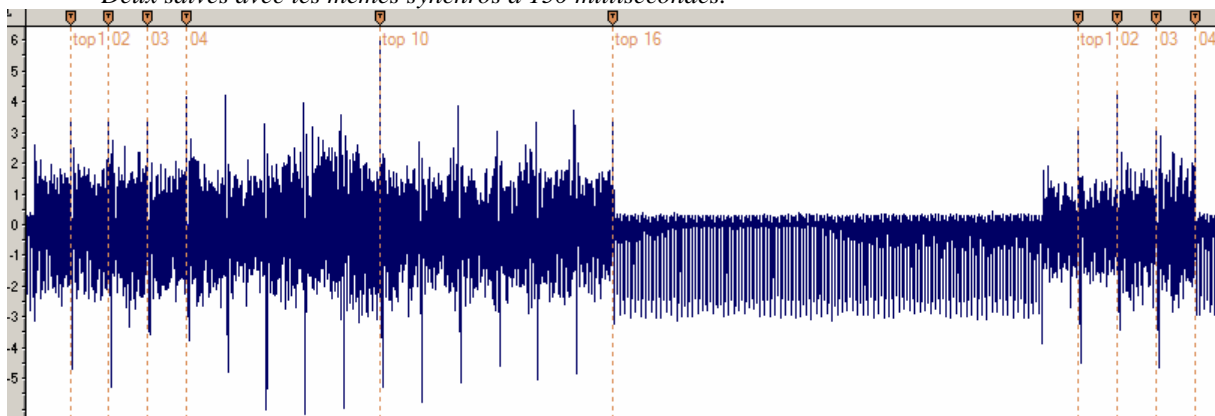
A une amplitude variable, ces pulses occupent en permanence à eux seuls **6,666 %** du temps, auquel se rajoutent les très nombreuses salves de données CPL, certainement du type "**big data**", récupérées par le concentrateur.

Fait important, nous retrouvons bien dans "*DataLog Linky Toulouse St Michel 2018 03 11 14h.mp3*", enregistré en appartement privé, le rythme exact de 6,666 Hz du signal synchro public dans les toutes trames du courant CPL G1. En effet, chaque trame est découpée toutes les 150 millisecondes par un top synchro qui dure exactement 10 millisecondes et interrompt les données.

Dans les images qui suivent, deux trames du courant révèlent (marqueurs oranges) les tops synchronisés espacés de 150 millisecondes précises, que l'on trouve dans absolument toutes les salves, indépendamment de leur longueur.



*Deux salves avec les mêmes synchronisations à 150 millisecondes.*



Le fait d'identifier les tops synchronisés au même rythme précis de 150 millisecondes dans le courant CPL G1 capté dans l'appartement ET dans le signal audio du poste grandes ondes dans la rue, prouve que nous avons bien à faire à un top synchro appartenant au protocole Linky et non à une pollution électrique qui ne serait pas aussi constante sur tout le quartier.

Mesurée comme précédemment, le **taux temporel de transmission** des **salves audio** dans l'enregistrement du poste radio GO dans la rue Robespierre derrière la prison St Michel atteint **22%** auquel s'ajoutent les **6,66%** des synchronisations permanentes, soit **28,6%** en tout dans cette rue.

## 2 - CONCLUSIONS

### 2.1 - Taux d'activité et intensité du CPL G1

- ① L'amplitude démodulée du CPL G1 Linky enregistré sur **1h54** à Toulouse circule **35% du temps**, ce qui est énorme comparé aux "deux relevés par jours" que ENEDIS annonce officiellement.
- ② Ces nouvelles mesures confirment l'amplitude du courant CPL G1 Linky circulant dans le réseau des particuliers, à leur insu. Ses données techniques sont :

Courant maximal atteint	:	<b>1400</b> macc
Courant moyen constaté	:	<b>600</b> macc
Fréquence	:	<b>60 et 74</b> kHz
Puissance apparente à Balma	:	<b>0,85</b> VA

### 2.2 - Signaux du protocole CPL G1

- ③ Les tops synchro, détectés avec un poste de radios grandes ondes dans la rue Robespierre ET dans l'enregistrement du courant CPL G1 par la sonde Tektronic, sont bien un signal électrique puissant qui fait partie du protocole d'échange de données du système Linky. Son timing exact est :

Tops synchro Linky d'une durée de	:	<b>10</b> millisecondes
toutes les	:	<b>150</b> millisecondes

Nous ne connaissons pas l'architecture du système Linky. Les tops synchro n'apparaissent pas lors tous nos relevés de CPL G1 sur sites. Nous les avons retrouvés par exemple à Brive en septembre 2018. Peut-être est-ce une particularité du protocole du système Linky pour certaines portions de la grappe seulement, ou encore pour une synchronisation entre plusieurs grappes.

### 2.3 - Démodulation en amplitude des CPL G1 et G3

- ④ Un poste de radio grandes ondes ne capte pas la fréquence de base du CPL G1 ou G3 qui est en dessous de sa bande de réception. Il peut démoduler l'amplitude de l'harmonique 3 de l'une ou l'autre des 2 fréquences du courant CPL G1 Linky. Ces deux fréquences sur le poste **G-O** pour écouter du CPL **G1** démodulé par son harmonique 3, sont autour de **190 kHz** et **210 kHz**.
- ⑤ En revanche, le CPL **G3** utilisant furtivement 36 porteuses entre 30 et 90 kHz, un poste de radio Grandes Ondes ne permet plus d'écouter la démodulation de l'harmonique 3 de ce CPL G3 qui est celui du Linky à venir.

C'est pourquoi, depuis ces mesures, le laboratoire de Robin des Toits Midi Py a conçu et réalisé un récepteur capable de mesurer un champ magnétique compris entre 10 kHz et 1 MHz. Fonctionnant sur batterie, le « **spectromètre magnétique** » nous permet désormais de mesurer dans tout habitat ou lieu public les paramètres physiques du champ magnétique présent, en particulier celui émis par le courant CPL G3 Linky, son intensité, la fréquence à laquelle l'énergie rayonnée est maximale. Une des possibilités de l'appareil est de mesurer les valeurs pic et moyenne du champ présent. Elle est très instructive pour nous renseigner sur la nocivité des pics magnétiques émis lorsque la valeur moyenne de ce champ est faible.

Les possibilités du « spectromètre magnétique » sont :

- les mesures moyenne et pic de l'intensité d'un champ magnétique compris entre **0,05** et **300** nano teslas
- les mesures du champ magnétique en mode plein bande **10kHz-1MHz** ou avec fenêtre spectrale ajustable sur toute sa bande de fréquences, d'une largeur de **10 %** de la fréquence sélectionnée
- l'écoute de l'amplitude démodulée du champ présent (dont celui émis par les CPL) à toutes ses fréquences grâce à un haut-parleur intégré
- la réception, mesure et écoute du champ magnétique de stations de radiodiffusion de **6 kHz** et **1,4 MHz**

## 2.4 - Champ électromagnétique émis par les câbles conduisant du courant CPL

⑥ Le courant CPL est un courant dit "sal". Nous avons la preuve que le compteur Linky, et surtout le réseau 230V, se transforment en un émetteur de radio fréquences lorsqu'il y circule dedans du courant CPL. Nous captions très nettement avec un poste grande ondes ordinaires l'émission de l'harmonique 3 que le signal CPL G1 rayonne.

Le « spectromètre magnétique » du Laboratoire Robin des Toits confirme ce fait pour le CPL G3 dont le champ magnétique émis est lui aussi clairement capté dans des lieux publics où il est activé par Enedis, parfois à plusieurs nano teslas.

Une autre expérimentation effectuée par le laboratoire de Recherches de Robin des Toits MidiPy, non décrite ici et qui s'ajoute aux nombreuses publications officielles comme celles de l'**UIT-R-S.M 2158-3** sur la pollution électromagnétique due au CPL, confirme clairement l'émission électromagnétique importante du système Linky sur plusieurs centaines de mètres lorsqu'il émet du courant CPL dans les câbles 230 V, non prévus pour transporter des hautes fréquences.

⑦ Le champ magnétique émis par le courant CPL parcourant les câbles d'une pièce à vivre induit un courant électrocitant pulsé dans le corps, à l'image de ce courant CPL, lui aussi pulsé.

La puissance de ce champ magnétique est absolument imprévisible d'un logement à l'autre, d'une pièce à l'autre. En effet, ni le passage des fils dans les murs du logement ni la ré émission magnétique des appareils branchés recevant ce CPL ne sont prévisibles.

Les pires cas, qui induisent un courant électrocitant significatif, sont décrits dans deux documents du Laboratoire Robin des Toits MidiPy sur cette page web :

« **Champ magnétique rayonné par fils lineaires** »

et

« **Mesure Rayonnement magnetique CPL Linky en habitat** »,