

# EFFICACITÉ DE LA REJECTION DES PARASITES CPL

## PRESENTS SUR LE SECTEUR 230 VOLTS

### PAR LE FILTRE ZEN PROTECT®

<b>1 -</b>	<b>LES FILTRES REDUCTEURS DE POLLUTION SUR LE RESEAU 230 V .....</b>	<b>2</b>
1.1 -	Introduction .....	2
1.2 -	Filtres série, parallèle, actif .....	2
1.2.1 -	<i>Filtre Série</i> .....	2
1.2.2 -	<i>Filtre Parallèle</i> .....	2
1.2.3 -	<i>Filtre Actif</i> .....	3
1.3 -	Coût des filtres .....	3
<b>2 -</b>	<b>PRESENTATION DU FILTRE ZEN PROTECT® .....</b>	<b>4</b>
<b>3 -</b>	<b>MESURE DE LA PERFORMANCE DE FILTRAGE DU ZEN PROTECT® .....</b>	<b>5</b>
3.1 -	Mesure des valeurs des composants du <b>ZEN PROTECT®</b> .....	5
3.1.1 -	<i>Inductance dans le S-6350</i> .....	5
3.1.2 -	<i>Condensateur dans le C-400</i> .....	5
3.1.3 -	<i>Fréquence de résonance du filtre complet S-6350 et C-400</i> .....	5
3.2 -	Méthode du test .....	6
3.3 -	Résultats des mesures sur générateur de laboratoire .....	7
3.3.1 -	<i>Atténuation en fréquence en fonction de la puissance consommée</i> .....	7
3.3.2 -	<i>Atténuation en fréquence en fonction de l'impédance du réseau en entrée</i> .....	8
3.3.3 -	<i>Atténuation en amplitude du ZEN PROTECT®</i> .....	9
3.4 -	Coût du fonctionnement du <b>ZEN PROTECT®</b> .....	9
3.4.1 -	<i>Comptage du compteur Linky : Watt-Heure ou Volt-Ampère ?</i> .....	9
3.4.2 -	<i>Compteur Linky et Métrologie</i> .....	9
3.4.3 -	<i>Comptabilisation de la partie réactive de l'énergie consommée</i> .....	9
3.5 -	Résultats en test réel dans un appartement équipé de deux Zen Protect .....	10
3.5.1 -	<i>Transformation de la pollution magnétique du CPL en une pollution électrique</i> .....	10
3.5.2 -	<i>Amplification importante de la pollution magnétique du CPL en une pollution électrique</i> .	10
<b>CONCLUSIONS .....</b>		<b>11</b>
3.5.3 -	<i>Points forts</i> .....	11
3.5.4 -	<i>Points faibles</i> .....	11
3.5.5 -	<i>Remarques</i> .....	11

## 1 - LES FILTRES REDUCTEURS DE POLLUTION SUR LE RESEAU 230 V

### 1.1 - Introduction

Il nous a été donné de pouvoir disposer d'un filtre **ZEN PROTECT®** grâce au prêt d'un particulier avant la pose à son domicile. Le but de ce document est de caractériser la qualité de filtrage vers le domicile de ce filtre aux fréquences parasites CPL que l'on peut trouver sur le réseau public 230 V.

Nous passons aussi en revue les quelques techniques de filtrage disponibles sur le marché, leurs avantages et inconvénients.

Nous donnerons une estimation de son coût de fonctionnement sachant que les compteurs électroniques blanc EDF et surtout le Linky comptabilisent désormais l'énergie 'réactive' de l'habitation pour la facturer.

Les anciens compteurs mécaniques ne facturaient pas cette énergie qui n'apporte rien au consommateur.

### 1.2 - Filtres série, parallèle, actif

Il existe principalement trois types de filtres pour nettoyer le secteur 230 V des parasites de fréquence très supérieure au 50 Hertz ; les filtres dits "série", "parallèles", et "actifs", cette dernière catégorie pouvant concerner les deux premières.

Le courant CPL utilisé par le système Linky est émis sous une très faible impédance, ceci pour pouvoir circuler sur les câbles du réseau public en dépit de tout type d'appareil branchés, qui certains ont une impédance également très faible. Le CPL Linky est donc très "pénétrant", difficile à filtrer pour qui veut son réseau privé 230 V -50 Hz "nettoyé".

#### 1.2.1 - *Filtre Série*

Un filtre comme le **ZEN PROTECT®** est dit "série" car il s'insère dans le circuit **230 V** en série entre la sortie du compteur électrique et le circuit domestique.

Il a la particularité d'opposer aux fréquences parasites au-delà de quelques kilohertz, une impédance qui augmente rapidement. Il bloque ainsi la circulation du courant parasite provenant de l'extérieur tout en laissant passer le **230V - 50 Hz** sans l'atténuer.

Comme le courant consommé par l'habitation le traverse, sa résistance au **50 Hz** doit être très faible. Il est pour cela généralement constitué d'une self bobinée avec un fil de forte section pouvant passer **60 voire 90** ampères, associée à une capacité importante entre phase et neutre placée du côté de l'habitation.

Son inconvénient est que la capacité branchée sur le **230 V – 50 Hz** dérive en permanence un courant important, vu par le compteur. Les compteurs Linky comptent en Volt Ampère et non en Watt réels comme les anciens compteurs électromécaniques. Alors que l'usager ne fait aucun usage de cette puissance dite "réactive", le Linky facture cette consommation au même titre que celle des appareils utilisés dans l'habitation. Nous verrons qu'elle peut être importante.

Par sa conception même, ce filtre favorise l'émission CPL compteur Linky vers l'extérieur de l'habitat tout en le bloquant vers l'intérieur. Le compteur ne peut plus communiquer avec les objets dits "connectés" dans l'habitat qui communiquent à l'insu de leurs utilisateurs. Les messages CPL de ces objets dits "connectés" seront aussi fortement atténués vers le compteur, entravant une possible collecte d'information par ENEDIS par le "capteur" Linky.

#### 1.2.2 - *Filtre Parallèle*

Un filtre dit "parallèle" est branché entre la phase et le neutre du 230 V – 50 Hz de l'habitation. Sa fonction principale est de "court-circuiter" autant que possible les fréquences élevées qui circulent sur le réseau électrique. Le meilleur rapport qualité prix actuel de ce type que nous ayons testé est le **GRAHAM STETZERIZER®**

Il y a intérêt à placer ce type de filtre le plus près possible de l'entrée du réseau dans l'habitat, de préférence dans l'armoire électrique juste après le compteur électrique. En effet, le court-circuit est plus efficace proche de la source, et le rayonnement électromagnétique associé est moindre lorsque la distance sur laquelle circule le courant du court-circuit aux fréquences élevées est courte. Plusieurs filtres répartis dans l'habitat augmentent la réjection des parasites haute fréquence.

Comme le filtre série, le filtre parallèle peut présenter une forte capacité connectée au 230 V qui consomme en permanence un courant réactif qui sera facturé par le compteur Linky.

Le **GRAHAM STETZERIZER**<sup>®</sup> par exemple intègre une capacité de **16 µFarads**, valeur conséquente qui consomme **264 W** réactifs en permanence et qui seront facturés par le compteur Linky.

### 1.2.3 - *Filtre Actif*

Un filtre est dit "actif" lorsqu'il intègre un circuit électronique qui s'oppose aux fréquences parasites indésirables en envoyant leur inverse de façon à les contrer. Un filtre actif est en général plus efficace qu'un filtre passif sur une certaine bande passante, et présenterait plutôt moins d'effet secondaires, tels ceux d'une forte capacité par exemple ou la résonance dite LC de filtres passifs. Nous n'avons pas testé ce jour de tels filtres.

### 1.3 - Coût des filtres

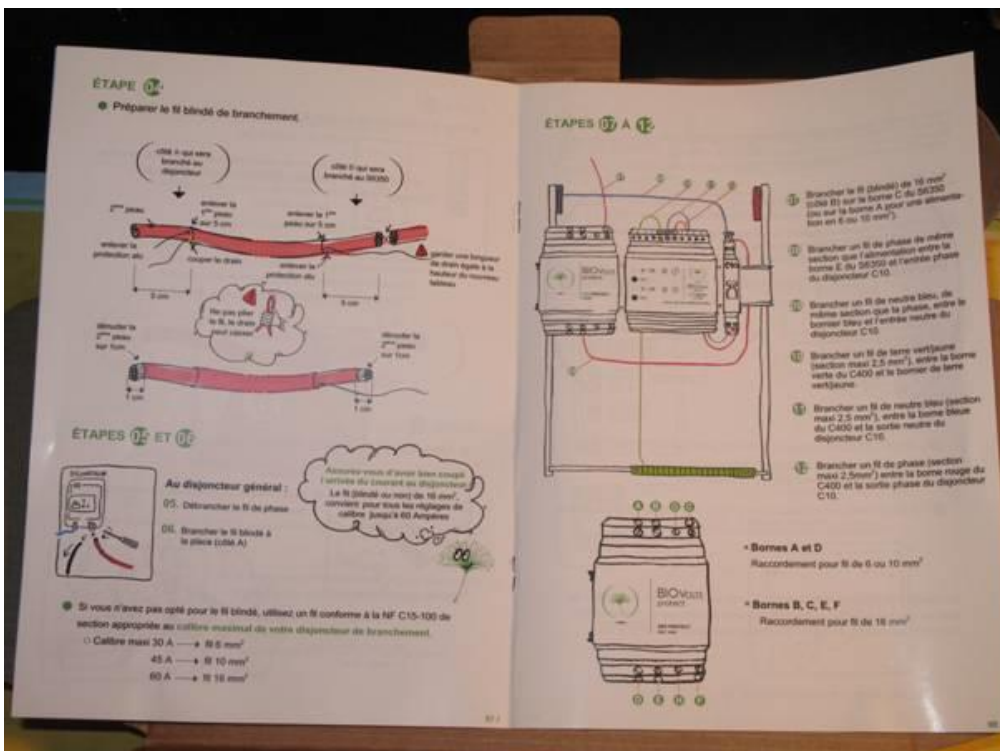
Le coût d'un filtre doit prendre en compte son prix de vente ainsi que celui de l'énergie qu'il consomme en permanence pour filtrer. Nous verrons le coût du filtre **ZEN PROTECT**<sup>®</sup> au §3.4.

## 2 - PRESENTATION DU FILTRE ZEN PROTECT®

Le filtre **ZEN PROTECT®** est livré dans un boîtier carton marron qui comprend la self de filtrage **S-6350**, le condensateur de filtrage **C-400**, un disjoncteur, et une notice de montage.



La notice de montage est claire. Elle est compréhensible par un non spécialiste.



### 3 - MESURE DE LA PERFORMANCE DE FILTRAGE DU ZEN PROTECT®

Le filtre ZEN PROTECT® nécessite de connecter les deux boîtiers, la self S-6350 et le condensateur C-400.



Boîtier self ZEN PROTECT® S-6350



Boîtier condensateur ZEN PROTECT® C-400

#### 3.1 - Mesure des valeurs des composants du ZEN PROTECT®

##### 3.1.1 - Inductance dans le S-6350

La détermination de la self dans le boîtier s'effectue en plaçant en parallèle une capacité de test, mesurée à **411,6 nanofarads**.

La fréquence de résonance de ce circuit trouvée avec notre générateur de laboratoire est alors de **29467 Hz**.

$$F_{\text{RESONANCE}LC} = \frac{1}{2 * \pi * \sqrt{L_{(H)} * C_{(F)}}} \text{ (Hz)}$$

La formule de la résonance donnée ci-dessus nous permet de déduire par calcul inverse la valeur de l'inductance du S-6350 à **70,5 microhenrys**.

##### 3.1.2 - Condensateur dans le C-400

La valeur mesurée simplement avec un multimètre FLUKE indique **40,1 microfarads**.

##### 3.1.3 - Fréquence de résonance du filtre complet S-6350 et C-400

Le ZEN PROTECT® est un filtre du type passe bas LC. Sa fréquence de résonance est à nouveau donnée par la formule dessus. Avec les valeurs mesurées du C-400 et du S-6350, elle est de **2949 Hz**, valeur que nous retrouvons en effet dans les résultats ci après.

### 3.2 - Méthode du test

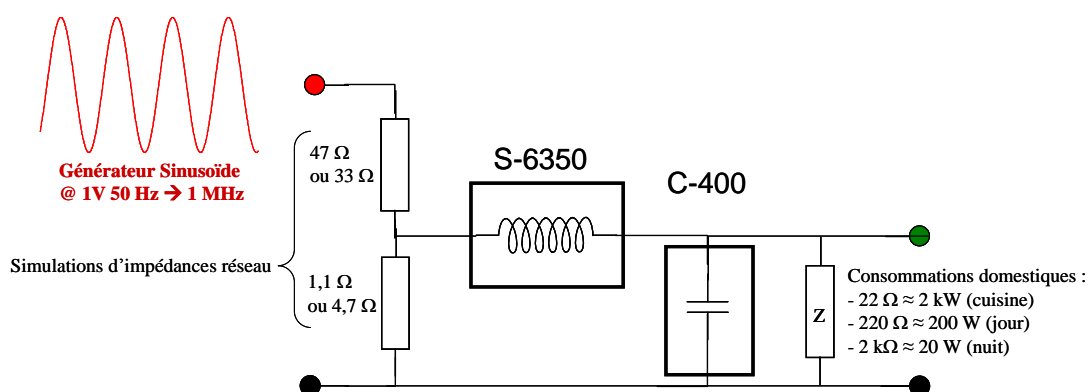
Dans un premier temps, il n'est pas nécessaire de connecter le **ZEN PROTECT**<sup>®</sup> au réseau **230 V** pour tester ses performances de filtrage. En effet, simuler le réseau électrique en amont et aval du filtre, avec une impédance correcte aux fréquences parasites élevées par rapport au **50 Hz**, suffit pour mesurer l'atténuation provoquée par le filtre. Des relevés sur site nous ont renseignés sur l'ordre de grandeur des valeurs.

Toutefois, bien que nous n'ayons pas pu réaliser une mesure du filtrage en charge réelle sur réseau 230 V car nous n'avons pas le matériel d'injection de CPL sur une large plage de fréquence, ce test montrerait peut-être une diminution des performances due à la saturation de l'éventuel noyau magnétique en présence d'un fort courant **50 Hz** qui diminuerait la valeur de la self de filtrage.

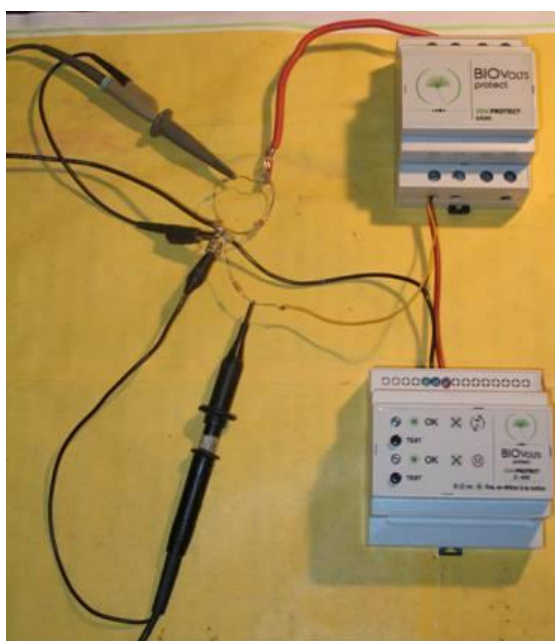
Toutes nos mesures en laboratoire sont des mesures d'atténuation différentielle entre neutre et phase.

Nous n'avons mesuré la réjection en mode commun que dans un appartement équipé de deux Zen Protect en série, en § 3.5.

L'impédance du réseau public a été simulée à deux valeurs, résistives pour simplifier, de **1,07 Ω** et **4,1 Ω**, par un pont résistif entre le générateur sinusoïdal et le filtre **ZEN PROTECT**<sup>®</sup> comme l'indique le schéma électrique dessous.



La charge électrique du logement en sortie du filtre agit peu sur l'efficacité de filtrage du **ZEN PROTECT**<sup>®</sup>. Trois mesures ont été configurées successivement pour **3** consommations quotidiennes reflétant les situations habituelles : **20 Watts** pour la nuit, **200 Watts** le jour, et **2000 Watts** si un appareil ménager puissant fonctionne.



Montage des 2 boîtiers, des résistances d'impédance et les sondes de mesure.

### 3.3 - Résultats des mesures sur générateur de laboratoire

#### 3.3.1 - Atténuation en fréquence en fonction de la puissance consommée

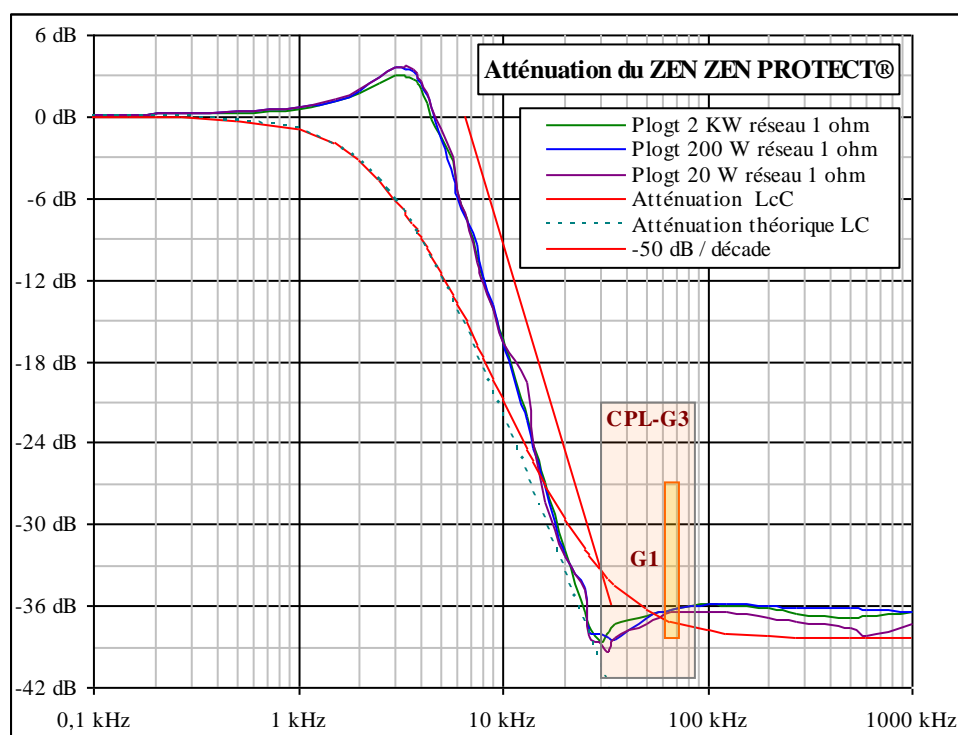
Nous avons testé le **ZEN PROTECT**<sup>®</sup> avec trois puissances consommées dans le logement simulées par une résistance de charge en sortie du filtre :

- **22 Ω** pour **2000 W** correspondant au fonctionnement d'un appareil électroménager,
- **220 Ω** pour **200 W**, conditions de vie habituelle dans une maison,
- **2200 Ω** pour **20 W**, consommés par les appareils la nuit.

Nous avons simulé les charges de l'habitat par des résistances car le filtre **ZEN PROTECT**<sup>®</sup> comporte une très forte capacité en sortie qui 'domine' littéralement la composante capacitive du domicile, que des appareils soient ou non branchés.

Nous avons constaté dans nos mesures que l'impédance du réseau électrique arrivant de l'extérieur du logement influence beaucoup le filtrage à la résonance "LC" du **ZEN PROTECT**<sup>®</sup> vers **3 kHz**. Le paragraphe suivant détaille cette influence.

Ici les résultats du filtrage sont relevés avec une impédance du réseau ERDF de **1 Ω**, valeur réaliste aux fréquences CPL.



Atténuation en fréquence du **ZEN PROTECT**<sup>®</sup>

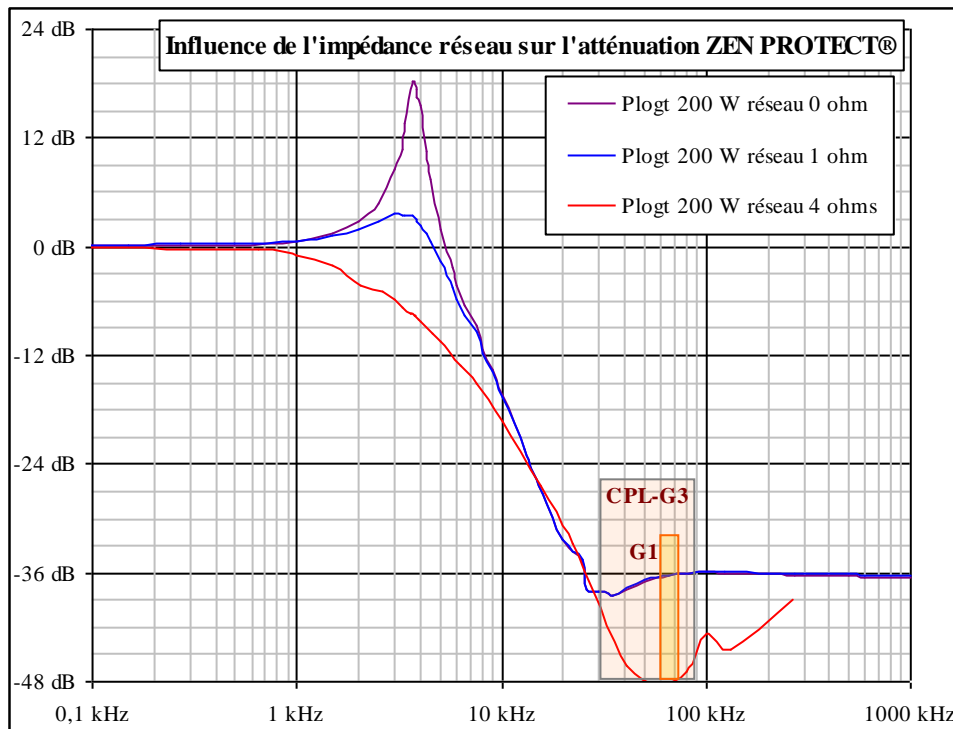
Nous voyons clairement que le **ZEN PROTECT**<sup>®</sup> est efficace dès la fréquence de **6 kHz @ -3 dB**.

Nous sommes surpris que l'atténuation aux fréquences du CPL se stabilise dès **25 kHz à -36 dB**. Ensuite, elle est très constante jusqu'à **1 MHz**. De plus, sa pente de coupure en fréquence est parallèle à la pente théorique **-50 dB par décade** tracée en rouge sur le graphe, meilleure que les **-40 dB par décade** d'un filtrage simple LC de second ordre. La courbe verte calculée avec les valeurs de self et capacité mesurées du **ZEN PROTECT**<sup>®</sup> indique d'ailleurs l'atténuation théorique que nous devrions obtenir s'il était du type L-C.

Ces deux points semblent indiquer que la structure interne du filtre **ZEN PROTECT**<sup>®</sup> est différente du type simple L-C. Elle intègre certainement quelques composants passifs supplémentaires qui optimisent la réjection des fréquences autour de celles du CPL, au détriment léger toutefois, de la réjection aux fréquences plus élevées. Sa structure interne est toutefois dissymétrique puisque le fil du neutre est directement connecté entre l'entrée et la sortie.

### 3.3.2 - Atténuation en fréquence en fonction de l'impédance du réseau en entrée

Avec une puissance consommée de **200 W**, simulée avec la résistance de charge de **200  $\Omega$** , nous avons fait varier l'impédance d'entrée du réseau en modifiant la résistance équivalente en entrée de filtre aux valeurs indiquées sur le schéma § 3.2.



Atténuation en fréquence du **ZEN PROTECT®** selon l'impédance du réseau électrique Enedis

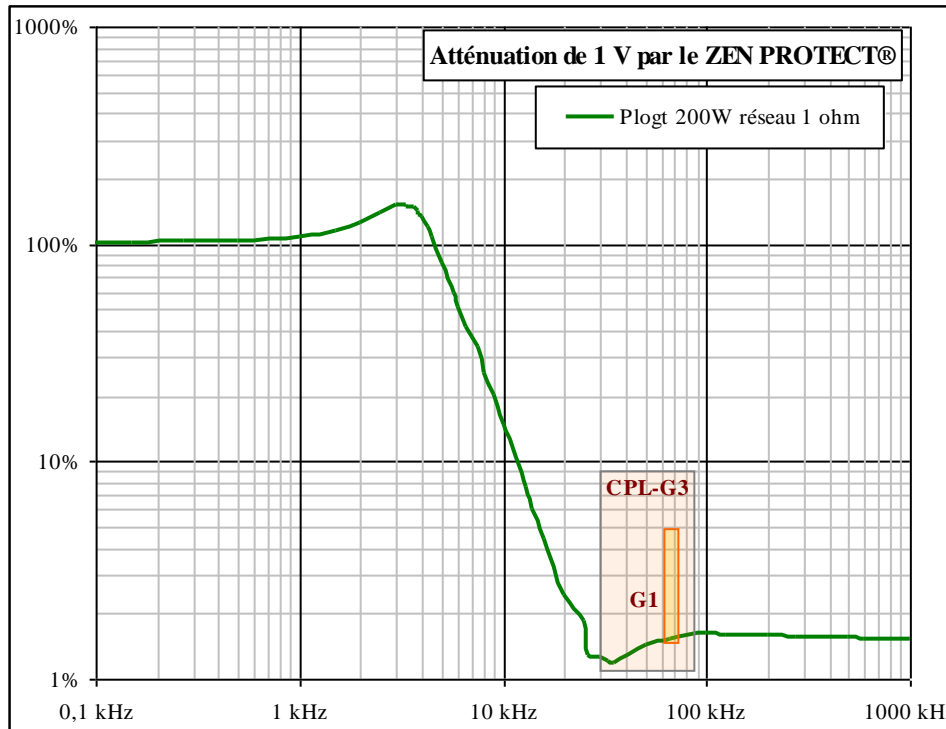
La réponse du filtre avec une impédance de réseau nulle - qui n'existe pas dans la réalité - est calculée d'après les résultats de mesure et montre que la résonance intrinsèque du filtre due au couple capacité- self se révèle à **4 kHz** avec une forte surtension.

Dans une situation réelle, l'impédance du réseau aux fréquences du CPL peut prendre des valeurs très variables, entre  $1 \Omega$  et quelques ohms selon la longueur des câbles, leur section, la distance entre le logement et le poste de transformation Enedis, etc.

Il faut donc retenir que dans les situations réelles, l'efficacité de filtrage différentiel du filtre **ZEN PROTECT®** **augmente** rapidement et sa résonance s'amortit fortement lorsque l'impédance du réseau **augmente**, comme la mesure en courbe rouge, réalisée avec un réseau de **4  $\Omega$** , l'illustre. Nous soulignons qu'il en est de même pour les filtres dits « parallèles ».



### 3.3.3 - Atténuation en amplitude du ZEN PROTECT®



Atténuation en fréquence du ZEN PROTECT® exprimée linéairement

Exprimée en pourcentage linéaire, l'atténuation différentielle du ZEN PROTECT® montre qu'aux fréquences du CPL, il ne reste que **1,5 %** du signal polluant provenant de l'extérieur, ce qui est très peu. Par exemple un parasite CPL de **3 Volts** serait réduit à **0,05 Volts** dans le logement, et plus encore si l'impédance du réseau augmentait, comme décrit § 3.3.2.

### 3.4 - Coût du fonctionnement du ZEN PROTECT®

#### 3.4.1 - Comptage du compteur Linky : Watt-Heure ou Volt-Ampère ?

A ce jour, notre laboratoire a mesuré précisément en situation réelle la comptabilisation d'un compteur Linky en Watt heure avec et sans capacité en parallèle.

Par chronométrage du temps entre deux flashes de la lumière en façade du linky, qui correspond à 1 Watt heure comptabilisé, la présence d'une capacité en parallèle ne modifie pas le temps entre deux flashes.

Nous trouvons ainsi la puissance en watt heures vu par le compteur de la charge résistive branchée.

Elle est très précise. A ce jour, bien que le Linky affiche des kVA, ce sont bien des kWh qui sont facturés.

#### 3.4.2 - Compteur Linky et Métrologie

Nous faisons remarquer toutefois que stricto sensu, le compteur Linky n'est pas un appareil de « métrologie » certifié puisqu'il est reconfigurable à distance à l'insu de l'abonné. La garantie de non falsification du principe de comptabilisation, caractéristique primordiale d'un appareil de comptage métrologique, n'existe plus de fait, et sans dire que cette situation puisse arriver, il est possible qu'un compteur Linky, par "dérapage de configuration logicielle", puisse intégrer la composante réactive dans sa comptabilisation. Un compteur personnel de contrôle de consommation posé juste après le compteur Linky permettra de contrôler d'éventuels écarts de comptage.

#### 3.4.3 - Comptabilisation de la partie réactive de l'énergie consommée

Si la partie réactive de l'énergie consommée était facturée à l'utilisateur, la capacité mesurée du C-400 de **40 µF** branchée sur le secteur consommerait en permanence une puissance réactive considérable de

- <b>680W</b>	- <b>16,4 kWh</b> par jour	- <b>508 kWh</b> par mois.
---------------	----------------------------	----------------------------

Dans ces conditions, sur la base d'un coût de l'électricité en 2018 pour le tarif bleu de **0,0132 €ttc** par kWh, nous pourrions nous attendre à une augmentation de la facture de **61 €ttc/mois, ou 732 €ttc/an.**

### 3.5 - Résultats en test réel dans un appartement équipé de deux Zen Protect

Il nous a été possible d'évaluer en situation réelle l'atténuation des pollutions hautes fréquences sur le 230V par deux Zen Protect en série. En effet, chez un particulier habitant un quartier où le CPL G1 est actif, nous avons pu déconnecter momentanément ces filtres pour comparer le 230V de l'appartement avec et sans filtrage.

#### 3.5.1 - *Transformation de la pollution magnétique du CPL en une pollution électrique*

Notre laboratoire, équipé d'une sonde différentielle d'extraction des signaux haute fréquence sur les phase et neutre 230V branchée sur un oscilloscope, a pu vérifier dans le logement, l'excellente réjection des courants CPL provenant de l'extérieur en mode différentiel. Une sonde de courant branchée sur un oscilloscope ne révèle plus aucun courant haute fréquence sur tous les appareils branchés dans l'appartement.

Etant chez un particulier, nous n'avons pas pu mesurer l'amplitude de cette atténuation par faute de temps.

Indétectable à l'oscilloscope, la pollution magnétique haute fréquence due au CPL est bien arrêtée par le **DUO ZEN PROTECT®**.

En revanche, et nous ne nous y attendions pas, la tension de la pollution extérieure hautes fréquences est intégralement transmise dans l'appartement en mode commun. Ceci signifie concrètement que la tension du signal CPL à l'entrée de l'appartement, d'environ **1,5** volts crête-crête, se retrouve sur les tous fils neutre et phase de l'appartement, en polarité identique (commun) et non inversée (différentiel).

En conséquence, l'ensemble des fils électriques et appareils de l'appartement émettent un champ électrique proportionnel au signal CPL haute fréquence, que des appareils soient allumés ou non.

Le filtre **ZEN PROTECT®** convertit une pollution magnétique d'un courant CPL intermittente, qui apparaît seulement si un appareil est branché, en une pollution électrique permanente dans tout l'appartement par les fils, que des appareils soient branchés ou non.  
Nous attribuons ce phénomène à la structure dissymétrique des composants internes du filtre.

#### 3.5.2 - *Amplification importante de la pollution magnétique du CPL en une pollution électrique*

Au § 3.3.2, nous avons identifié et mesuré sur générateur la résonance intrinsèque du filtre Zen Protect à **5 kHz**, due à sa structure électrique L-C.

Tous les bruits haute fréquences, dont le signal CPL provenant de l'extérieur, traversent intégralement le filtre **ZEN PROTECT®** en mode commun. Dans l'appartement, nous voyons sur l'oscilloscope grâce à notre sonde différentielle un brouillard de bruit en mode commun présentant une forte fréquence dominante estimée à environ **8 kHz**. Elle semble due à la résonance L-C des filtres Zen Protect, et agite en tension les deux fils de phase et neutre ensembles à hauteur de 2 volts crête à crête.

Cette résonance électrique à cette fréquence particulière résulte d'une amplification du bruit haute fréquence à l'entrée des filtres par leur surtension L-C, créant une sur-pollution en champ électrique haute fréquence dans tout l'appartement. Cet effet est extrêmement préjudiciable à la réduction de la pollution électromagnétique par les fils 230 V du logement.

## CONCLUSIONS

### 3.5.3 - Points forts

- ① L'efficacité du **ZEN PROTECT**<sup>®</sup> est très bonne. Elle atteint **98,5 %** ou **-36 dB** d'atténuation dès la fréquence de **25 kHz** et jusqu'à au moins **1 MHz**, sans résonance notable y compris vers 3 kHz.
- ② La qualité du filtrage du **ZEN PROTECT**<sup>®</sup> est améliorée dès l'augmentation de l'impédance du réseau électrique en entrée du logement, liée à la longueur des câbles, leur section, la distance entre logement et poste de transformation Enedis, etc.

### 3.5.4 - Points faibles

- ① Le test d'un Zen Protect Duo en situation installée en habitat nous a révélé § 3.5 que ce filtre transforme une pollution magnétique intermittente en pollution électrique permanente, et qu'elle est amplifiée à la résonance intrinsèque du filtre.  
A nouveau, ce défaut est rédhibitoire. Il condamne la possibilité de transformer le logement filtré en une "zone blanche électromagnétique" puisque des champs électriques haute fréquence de plusieurs volts apparaissent dans l'habitat.
- ② Le coût d'achat actuel du **ZEN PROTECT**<sup>®</sup> le réserve peut-être à une certaines catégorie de personnes.
- ③ Le coût de fonctionnement du **ZEN PROTECT**<sup>®</sup> sur la facture de l'électricité serait prohibitif si, comme décrit § 3.4, le compteur Linky facturait la puissance réactive consommée par le condensateur du filtre **C-400** ajoutée à la celle du logement.

Le montant qui se rajouterait à la facture habituelle par filtre serait de **730 € annuel**. Avec le **DUO ZEN PROTECT**<sup>®</sup>, il atteindrait **1464 € annuel** car la capacité de filtrage serait alors de **80 microfarads**.

### 3.5.5 - Remarques

- ① Le fabricant du **ZEN PROTECT**<sup>®</sup> propose aussi le filtre **DUO** constitué de deux **ZEN PROTECT**<sup>®</sup> montés en série. Nous ne l'avons pas testé en laboratoire. Nous pouvons nous attendre logiquement au doublement des performances de réjection des fréquences parasites, qui atteindrait **99,98 %** ou **-72 dB** ce qui est considérable.  
  
On ne peut exclure également que cette configuration électrique puisse aussi renforcer la résonance intrinsèque L-C et modifier sa fréquence, provoquant un bruit accru à cette fréquence dans le logement.  
Les mesures décrites en logement § 3.5 corroborent cette hypothèse.
- ② Le filtre **ZEN PROTECT**<sup>®</sup> n'entrave pas le fonctionnement du système Linky, et même le favorise en direction du concentrateur Linky à l'extérieur du logement.  
Placé entre le compteur Linky et le logement, il filtre les fréquences du CPL en leur opposant une haute impédance. De cette façon, la maison est électriquement "invisible" pour le Linky, car son impédance apparente augmente.  
En revanche, le filtre entrave fortement le fonctionnement du système Linky dans l'hypothèse "Big Data", si le compteur Linky est un cheval de Troie prévu pour interroger par courant CPL les appareils dits "connectés" dans le logement. En effet le filtre est placé entre le compteur Linky et les appareils domestiques.
- ③ Nous avons pu testé partiellement le filtre **ZEN PROTECT**<sup>®</sup> en situation réelle sur le **réseau 230 V**.  
Les mesures sur générateur présentées ici sont représentatives de ce que l'on obtiendrait en situation réelle mais ne peuvent pas mettre en évidence l'évolution de ses performances s'il est parcouru par un fort courant.  
Pour augmenter sa puissance de filtrage, la self de filtrage **S-6350** est constituée de spires enroulées sur un noyau magnétique. Un fort courant consommé par l'habitation pourrait réduire sa perméabilité relative et dégrader les performances du filtrage dans ces conditions. Non testé.
- ④ Notre investigation en situation réelle décrite en § 3.5 nous a fait découvrir un effet qui n'avait pas été testé sur générateur, extrêmement préjudiciable à la sérénité électromagnétique de l'appartement.