

# Courant Porteur de Lignes

Loïc Barbaresco, Rémi Barbaste, Robin Degironde, Émeric Tosi

1<sup>er</sup> avril 2015

# Sommaire

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Introduction</b>                           | <b>3</b>  |
| <b>Problématique</b>                          | <b>4</b>  |
| <b>I La Domotique et les objets connectés</b> | <b>5</b>  |
| 1 La Domotique                                | 5         |
| 2 CPL, Courant Porteur de Ligne               | 7         |
| 2.1 Principes de cette technologie . . . . .  | 7         |
| 2.2 Fonctionnement et technique . . . . .     | 7         |
| 2.3 Normes et hétérogénéité . . . . .         | 7         |
| <b>II Produits actuellement disponibles</b>   | <b>10</b> |
| <b>III Exemple type</b>                       | <b>12</b> |
| <b>Conclusion</b>                             | <b>13</b> |
| <b>Annexes</b>                                | <b>14</b> |

# Introduction

Dans le cadre de notre formation Système Télécommunication et Réseaux Informatiques, nous avons réalisé un bureau d'étude. Le but de ce bureau d'étude est l'analyse d'un problème, l'écriture de sa problématique associée, l'organisation des différentes tâches, ainsi que la synthèse du travail réalisé sur cette problématique. Nous nous sommes aussi préparés à répondre à des questions d'un public sur notre thème de recherche.

Notre thème porte sur : « les courants porteurs de ligne ».

De nos jours de plus en plus de maisons sont équipées d'objets et d'automatismes connectés, on parle alors de domotique et de maison connectée. Cette représente le croisement entre les fruits des recherche en électronique, en automatisme, en médecine, en ergonomie et en génie civil. La domotique a pour but de faciliter et d'automatiser les tâches du quotidien et actions nécessaires ou utiles dans un bâtiment, ici une maison individuelle, par le biais de réseaux locaux entres appareils.

Cette technologie utilise un certain nombre d'appareils pouvant être vu comme des terminaux distributeurs de données et/ou actionneurs. Il est nécessaire de les interconnecter afin qu'ils puissent d'une part échanger entre eux, et d'autre part avec une console interface homme-machine par exemple.

Suivant le type de construction, sa vétusté et sa disposition, la mise en place d'un tel système peut s'avérer très complexe. De multiples solutions existent dont la technologie du courant porteur de ligne.

# Problématique

**En quoi les CPL peuvent-ils faciliter le développement des objets connectés dans les maisons individuelles ?**

## Première partie

# La Domotique et les objets connectés

## 1 La Domotique

Son but est d'automatiser et de faciliter l'usage du maximum d'appareils présents dans une maison afin d'assurer :

- le confort optimal (chauffages, éclairage, ...);
- la sécurité des biens et personnes (portes et stores électriques ou alarmes par exemple).

De nos jours, différentes thématiques apparaissent en compléments des précédentes :

- la gestion autant économique qu'éco-responsable de l'énergies ;
- l'assistance et l'aide aux handicapés et aux personnes âgées.



FIGURE 1 – Usages de la domotique

Les utilisateurs exigent toujours d'avantage de paramètres de commandes, et ce depuis n'importe où, de tous leurs équipements sans que ces derniers perdent en autonomie ou en facilité d'usage. Nous entrons donc dans l'ère de la domotique commandée à distance, qui ne se contente plus seulement

d'automatiser quelques services, et sur laquelle énormément de nouveaux objets s'y greffent et composent maintenant un important réseau.

C'est ce que l'on appelle l'Internet des objets. Très en vogue de nos jours, en particulier dans le domaine de l'électroménager (frigo, cafetière ...) dans le but d'un déclenchement automatique d'une action ou d'une alarme d'un l'équipement, toujours dans cette optique de confort et d'économies (l'électroménager ne se lancera pas en heures pleines par exemple).

Le système domotique étant mis en réseau (et souvent connecté à Internet), il est possible de le piloter de n'importe où. Une personne peut très bien ouvrir les volets ou éteindre l'éclairage qu'il a oublié sur son smartphone en étant au bureau. La programmation de ces actions est aussi possible et les différents appareils communiquent entre eux afin de connaître leur état.

Même si certains protocoles logiciels sont propriétaires, les appareils se doivent de pouvoir communiquer sur un réseau éprouvé et peu cher, les réseaux grands publics communs conviennent parfaitement. De plus ces appareils seront pilotés par des applications sur des terminaux conventionnels tels que des ordinateurs ou des smartphones. On utilise donc les grands standards des réseaux informatiques :

- Ethernet ;
- WIFI ;
- RF433 ;
- CPL.

Dans ce BE nous avons choisi de nous orienter sur le CPL qui nous paraît être une solution plus pérenne et permissive dans son déploiement.

## 2 CPL, Courant Porteur de Ligne

### 2.1 Principes de cette technologie

La technologie du courant porteur en ligne (CPL) sert à transporter un signal haute fréquence, de fréquence comprise entre 1.6 MHz et 30 MHz, en le superposant au signal 50 Hz du courant électrique du secteur. Il est ainsi possible de créer un réseau local avec le réseau électrique d'un logement. Les câbles électriques déjà présents dans les habitations permettent donc la mise en réseau d'ordinateurs et de matériels variés.

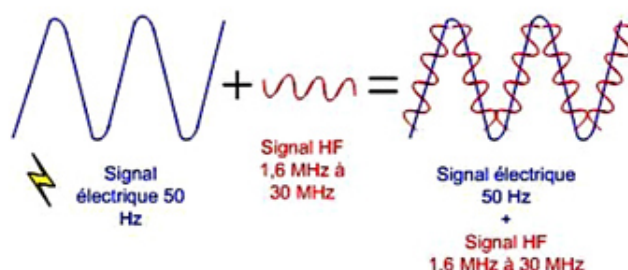


FIGURE 2 – Schéma du principe du CPL

### 2.2 Fonctionnement et technique

La signal de la transmission des données est atténuée par différents critères comme l'ancienneté et l'état du réseau électrique, la longueur des câbles, l'utilisation de multi-prises, la présence d'autres appareils perturbant le signal ou encore la qualité des adaptateurs CPL utilisés. Le CPL est une alternative très intéressante aux long et coûteux câbles Ethernet ainsi qu'au Wi-Fi à la sécurité et à la pollution électro-magnétique très controversées. Créer son réseau local et partager sa connexion haut débit devient alors aussi simple que de brancher n'importe quel appareil sur une prise électrique murale.

### 2.3 Normes et hétérogénéité

Avant d'en dire plus sur les débits observés dans les réseaux CPL, il est important de faire la différence entre deux types de réseaux, les réseaux «indoor» et «outdoor».

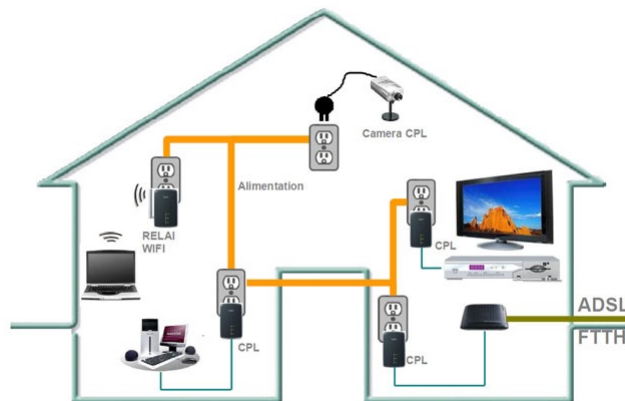


FIGURE 3 – Exemple de réseau local par CPL avec accès Internet haut débit

**Les réseaux «indoor» (intérieur)** , câbles électriques situés entre le compteur électrique et tous les équipements d’un logement. Il est ainsi possible d’avoir un réseau composé uniquement d’une structure utilisant les réseaux CPL. Il est aussi possible d’associer au réseau CPL, des équipements Ethernet (tels que des switch, des routeurs, des modems, des bornes d’accès wifi...) tout en ne dépassant pas les limitations des constructeurs concernant le nombre d’utilisateurs ou de matériels connectés sur ces réseaux locaux.

**Les réseaux «outdoor» (extérieur)** , câbles électriques situés entre le compteur électrique et le transformateur général du quartier. On parle souvent de mise en place d’une boucle locale ou de “dernier kilomètre”. Cette boucle relie les différentes habitations ou lieux où l’on veut mettre en place une solution CPL. Cette partie est gérée par de différents fournisseur d’accès.

Du fait de ce découpage, un certain nombre de matériels vont être nécessaires pour relier les lieux en extérieur et les matériels en intérieur. Il n’est pas non plus possible d’utiliser l’ensemble du réseau électrique pour fournir un accès à des réseaux plus globaux tels que l’Internet. Le point d’entrée global, à savoir le transformateur ou la station électrique de quartier ne peut être réaliser en CPL car il s’agit d’une partie haute tension. Les réseaux CPL ne peuvent fonctionner que sur de basses et moyennes tensions, pour des problèmes d’interférences et de bruit électromagnétique.

Voici maintenant quelques exemples des débits disponible actuellement sur le marché pour des solutions CPL «indoor» :

- 14 Mbits/s (*dépassé*);



- 85 MBits/s (*dépassé*);
- 200 MBits/s (*le minimum aujourd'hui*);
- 500 MBits/s;
- 600 MBits/s;
- 1 GBit/s (1000 MBits/s) *avec prises de terre uniquement.*

Tout comme pour les débits WiFi, actuellement de 7 GBits/s théorique pour le 802.11ac sur 8 bandes agrégés, les débits annoncés et les débits réels ne sont pas égaux. Les vitesses réellement observées varient donc globalement de 45 à 75% par rapport aux débits annoncés. Pour un adaptateur CPL 600 MBits/s, cela permet tout de même des débits moyens tournant autour des 450 MBits/s, soit près de 60 Mcoets/s.

## Deuxième partie

# Produits actuellement disponibles

Pourquoi avons nous choisi de mettre en avant les réseaux CPL dans la domotique plutôt que les réseaux WIFI ou les réseaux câblés classiques ?

Le choix de la technologie du support de communication se repose sur trois points essentiels en domotique :

- l'usage ;
- la sécurité ;
- la topologie du bâtiment.

En effet, selon l'utilisation, le critère de sécurité est mis en avant. Comparons avec une interconnexion basé sur des réseaux WIFI : l'espace ambiant est le support des communications. L'avantage indéniable et immédiat est sa mise en place rapide et peu coûteuse. Cependant son principal inconvénient est que cet espace est accessible à tous, malgré des mécanismes de protection d'accès au réseau (WEP, WPA/WPA2), il existe une multitude de méthodes d'attaque de plus en plus rapides et simples pour s'introduire dans ces réseaux. De plus, la surface à couvrir n'est pas négligeable et les murs sont susceptibles de dégrader fortement le signal (béton armé, conduites d'eau ou de gaz). Il serait indispensable d'installer des répéteurs WIFI afin d'étendre la portée du réseau, tout cela va à l'encontre de l'argument du «peu coûteux».

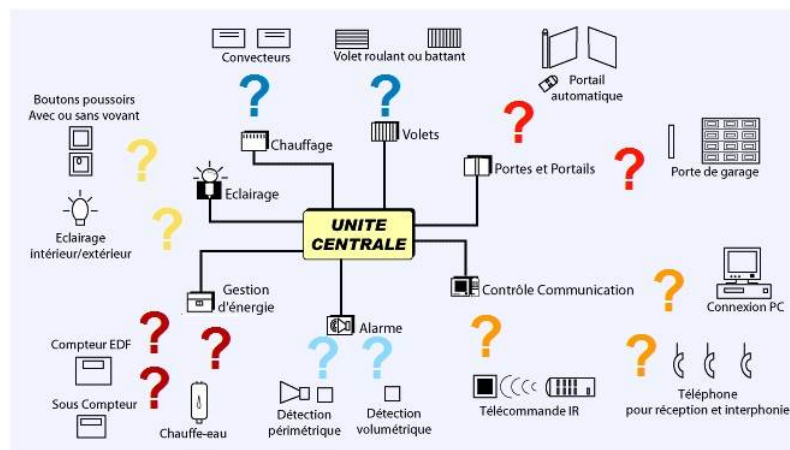


FIGURE 4 – Exemple de domotique à la structure de réseau centralisée

Les topologies de type filaire sont les meilleures du point de vue sécurité, car pour s'introduire sur le réseau la seule possibilité est d'accéder au support physique qui est ici maîtrisé. Pour une installation de ce type il faut cependant dépenser un petit budget dans l'achat de câble et d'équipements d'interconnexion. De plus, pour un bâtiment existant et non équipé, il faut compter en plus le passage des câbles et la modification de la structure du bâtiment, entraînant un nouvel investissement financier non négligeable.

Les bâtiments existants sont donc particulièrement difficiles à équiper et c'est là que la technologie du CPL prend tout son sens. Le support physique utilisé est l'installation électrique existante.

Un bâtiment classique possède déjà une installation électrique, ce qui signifie qu'il n'y a pas d'investissements à faire dans le déploiement du support de communication. Il n'y a pas non plus d'équipement d'interconnexion supplémentaires à utiliser, en dehors du réseau local existant, ce qui est un avantage du point de vue budgétaire. La portée point à point d'un équipement CPL grand public peut aller jusqu'à environ 300m. Enfin, le support utilisé étant lui aussi filaire, le seul moyen de s'introduire sur ce réseau est de s'introduire sur le réseau électrique du logement. Cela est un peu moins sûr que Ethernet mais réduit grandement les risques d'intrusion par rapport aux réseaux sans-fils.

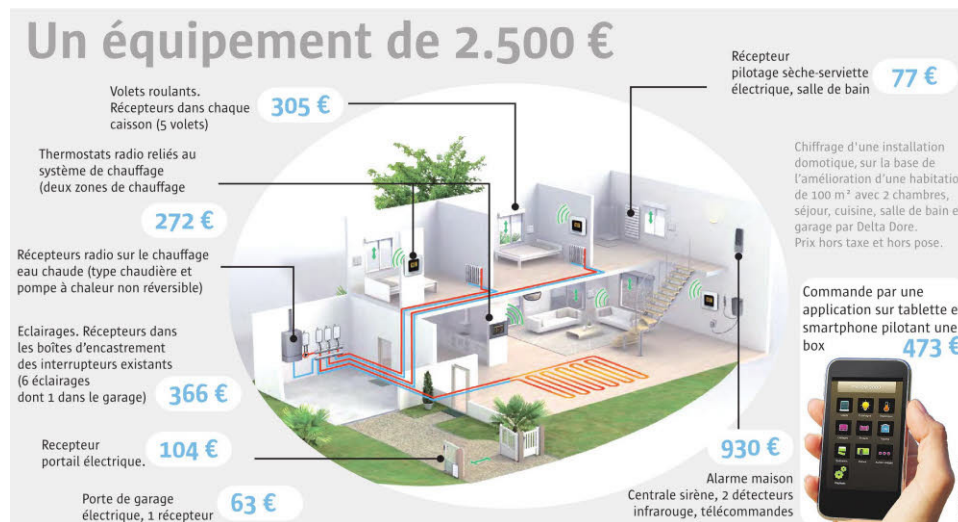


FIGURE 5 – Exemple de maison intelligente multi réseaux disponible

## Troisième partie

# Exemple type

Cette partie va être consacrée à l'étude d'un exemple que l'on peut trouver dans une maison individuelle. Il va nous permettre de vous montrer que les CPL peuvent être très utilisés dans la domotique.

Sur du logement à construire les réseaux CPL sont un avantage car il n'y pas de travaux particuliers à prévoir pour les déployés. Sinon on doit mettre en place le câblage dans les murs à hauteur d'environ 1,1 euros en moyenne le mètre de câble pour de catégorie 6. Il faut aussi des équipements réseaux pour pouvoir gérer tout les câbles présent dans la maison (baies de brassages, commutateurs ...).

A l'inverse, sur des bâtiments existants il faut faire des travaux assez conséquents pour équiper la maison avec du câblage, le faire passer dans les murs par exemple, donc le coût supplémentaire de main d'œuvre explose. Les réseaux sans fil comme le WIFI apparaissent donc comme de bonnes solutions, mais des performances mitigées et la grande quantité de pollution électromagnétique sont des facteurs à prendre en compte.

Dans cette maison, on rencontre des équipements intelligents pour le chauffage, la production d'eau chaude, l'éclairage et la sécurité. Grâce à ces équipements, nous pouvons gérer la température dans différentes pièces pour le chauffage par exemple, ou l'humidités pour la ventilation dans une salle de bain après une douche.

Tous ces appareils peuvent être inter-connectés grâce à des CPL qui peuvent transmettre les informations instantanément au compteur électrique, pour éviter les pics de consommation énergétique. Ainsi nous pourrons réduire les factures en étalant le fonctionnement de l'électroménager. Les risques d'incendie peuvent aussi être réduits en désactivant, par prise en main à distance ou automatiquement, des appareils puissants oubliés.

Nous pouvons aussi étendre ce système à l'éclairage de la maison avec des détecteurs de mouvement qui peuvent allumer une lumière à l'arrivée d'une personne, des détecteurs de luminosité pour ouvrir les volets le jour, ou même allumer les différentes pièces pour simuler une présence et ainsi prévenir les cambriolages.

Si on relie ce réseau à Internet cela permet d'interagir avec les équipements en dehors de la maison à notre guise, sur notre smartphone, tablette, ou autre terminal.

## Conclusion

Ce rapport nous a permis de découvrir des usages et d'approfondir nos connaissances vis à vis des courants porteurs de ligne. Ces derniers étant au cœur du déploiement de réseaux maillés au sein de l'énorme expansion de l'Internet des objets, là où les réseaux câblés conventionnels sont trop onéreux et où les réseaux sans fils ne sont pas adaptés ni en termes de débit ni en termes de sécurité. Jusqu'où ira cette densification et comment seront constitués les réseaux de demain dans ce maillage d'appareils très hétérogènes que sont nos logements ?

# Annexes

## Sources

- notre cours ;
- aaaaaaa.

## Table des figures

|   |   |    |
|---|---|----|
| 1 | Usages de la domotique . . . . .  | 5  |
| 2 | Schéma du principe du CPL . . . . .   | 7  |
| 3 | Exemple de réseau local par CPL avec accès Internet haut<br>débit . . . . . | 8  |
| 4 | Exemple de domotique à la structure de réseau centralisée .                 | 10 |
| 5 | Exemple de maison intelligente multi réseaux disponible . . .               | 11 |