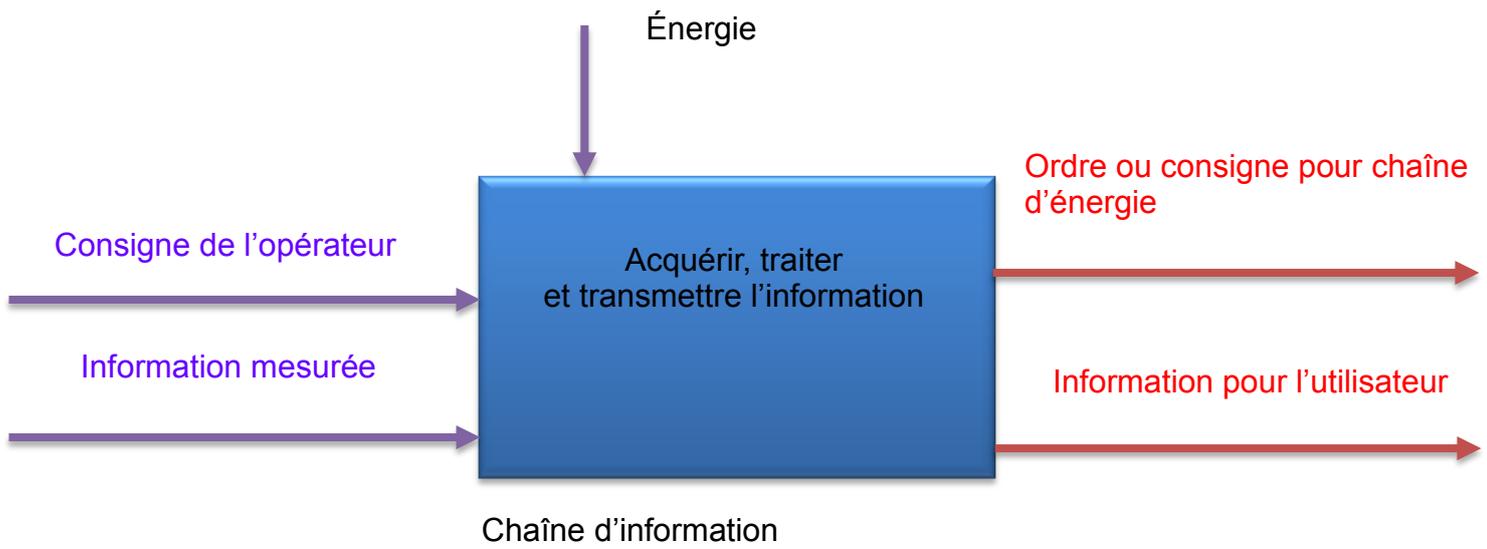


# Cours SIN

## Courant porteur de ligne (CPL)

### 1. Rappel (structure générale d'une chaîne d'information)

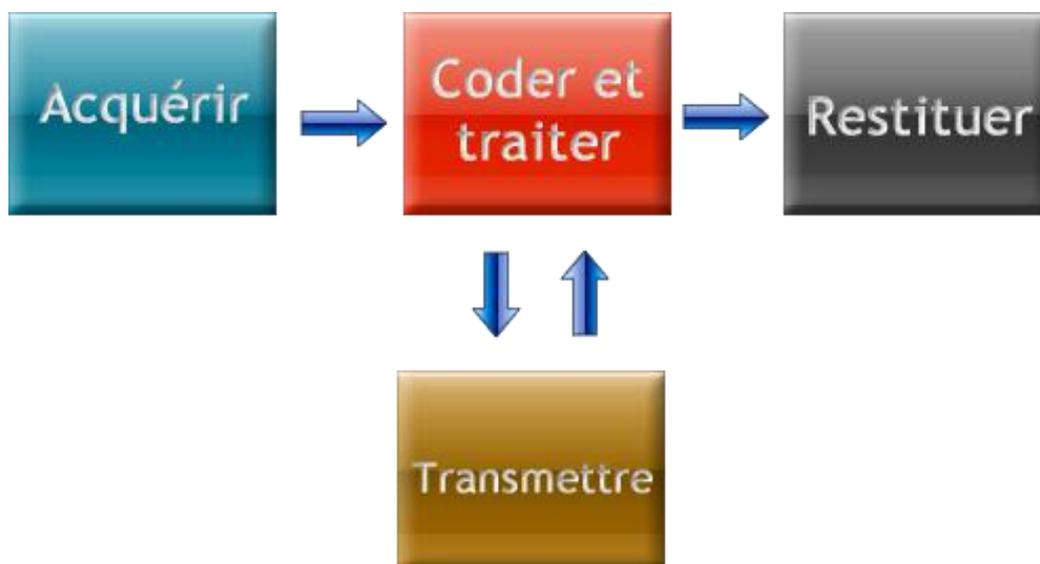
Analyse globale



L'information mesurée est prise sur la partie opérative, la matière d'oeuvre.  
La consigne provient d'un pupitre (pédale d'accélérateur pour une voiture)  
L'information apparaît sur le pupitre (tableau bord pour la voiture)

### 2. ANALYSE DÉTAILLÉE

On peut découper cette chaîne en plusieurs blocs fonctionnels.



### a) Transmettre

C'est la fonction qui va permettre de transmettre le signal entre la fonction acquérir et une interface (valise de diag etc).

Il faut qu'il soit adapté en fonction du signal

Le signal et son support	
Le signal	Le support
Les impulsions électriques	Le cuivre pour les câbles coaxiaux et en paires torsadées
Les impulsions lumineuses	Le verre des câbles en fibre optique
Les vibrations mécaniques	L'eau pour les dauphins... Le cuir de la peau de bête pour les tambours... L'aluminium ou la fonte pour les casseroles de la ménagère...
Les ondes	L'air ou l'espace pour les ondes radio et les ondes des satellites

En général, la distance affaiblit le signal ; et, en particulier pour l'informatique, le contrôle des erreurs ou la régénération du signal ralentissent l'acheminement des données.

Deux types de supports existent:

- les supports limités (filaire) : torsadé, coaxial, fibre optique ;
- les supports non limités (non filaire) : l'air, les ondes électromagnétiques, infrarouges ou ondes radios.

Caractéristiques communes à tout support à prendre en compte :

- la bande passante
- le bruit et la distorsion
- la capacité
- le prix
- la résistance physico-chimique au milieu ambiant
- l'adaptation aux conditions de pose

### 3. Courant porteur de ligne (support limité)

#### a) Historique

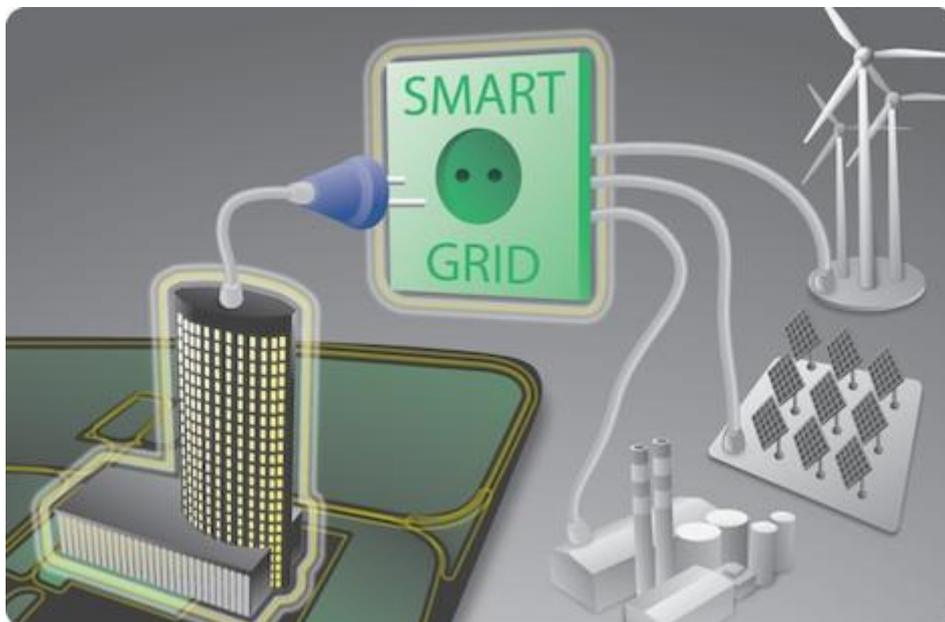
Les courants porteurs sont utilisés depuis un certain temps en bas débit pour des applications industrielles et la domotique. Ce n'est que depuis le début des années 2000 et la généralisation du tout-numérique qu'ils sont utilisés par le grand public.

Premières applications dans les années 50 sur fréquence 10 Hz, puissance 10 kW. Elles sont alors unidirectionnelles (éclairage public, télécommande de relais).

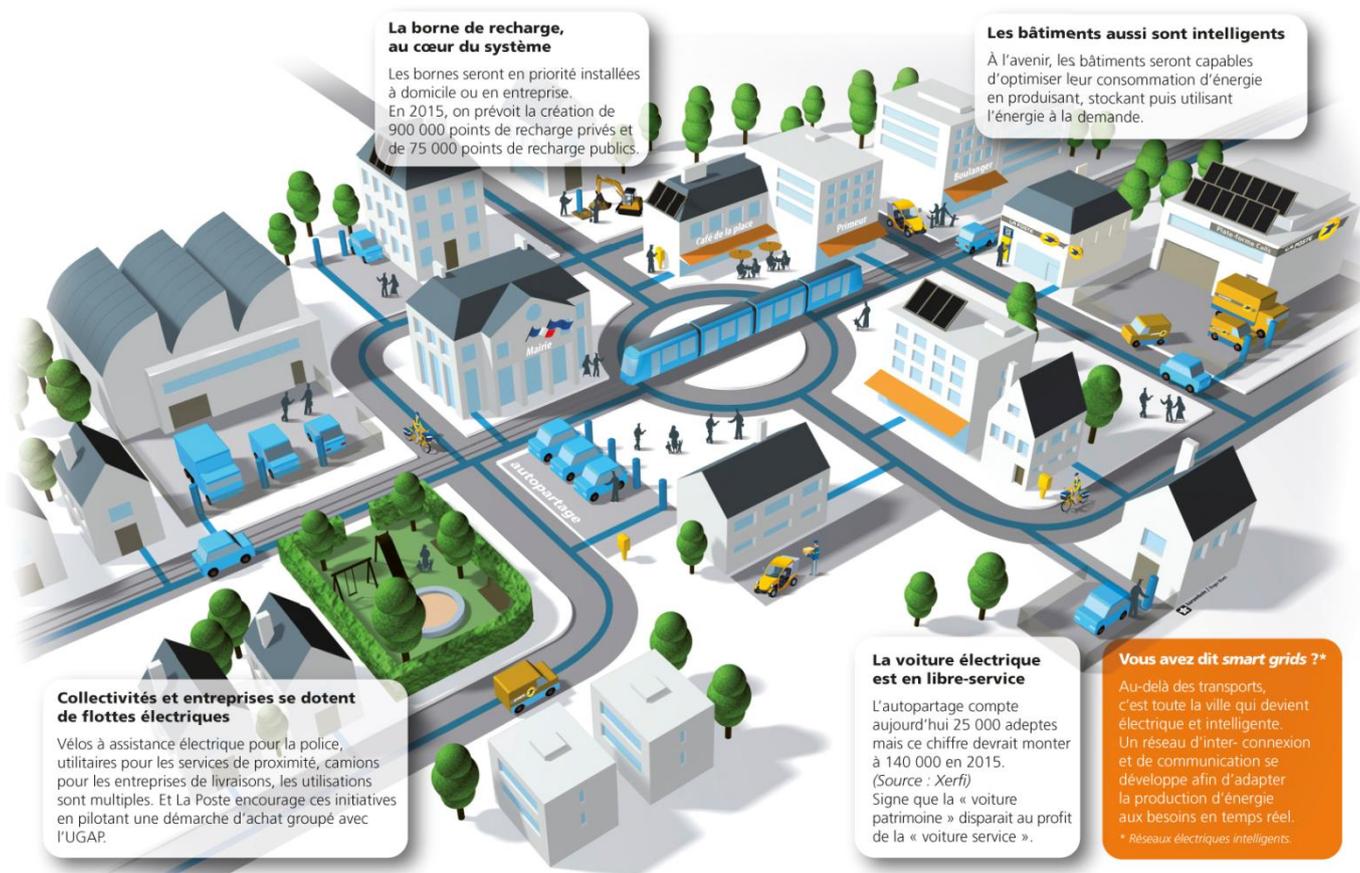
Depuis 2010, ratification de la norme IEEE Std 1901-2010 prévoyant l'utilisation d'adaptateurs CPL domestiques atteignant la vitesse théorique de 500 Mbits.

Les équipements conformes au standard IEEE 1901 devraient permettre des débits de transfert à l'interface supérieurs à 500 Mbps pour les applications de réseau local. Dans sa déclinaison adaptée aux réseaux d'accès d'opérateurs (Last-Mile), la norme permettra aussi de fournir de l'accès à Internet via le réseau électrique à des distances pouvant atteindre 1,5 km. Outre des applications à haut débit dans les maisons ou dans les réseaux locaux

d'entreprises, IEEE 1901 pourrait aussi avoir un rôle important à jouer dans la mise en œuvre de grilles de distribution électrique intelligentes ou **smart grid** (par exemple pour le relevé de compteurs de nouvelle génération **smart meter**), mais aussi dans la distribution de services Internet dans des bâtiments collectifs (hôtels, centres de conférences, centre d'expositions...).

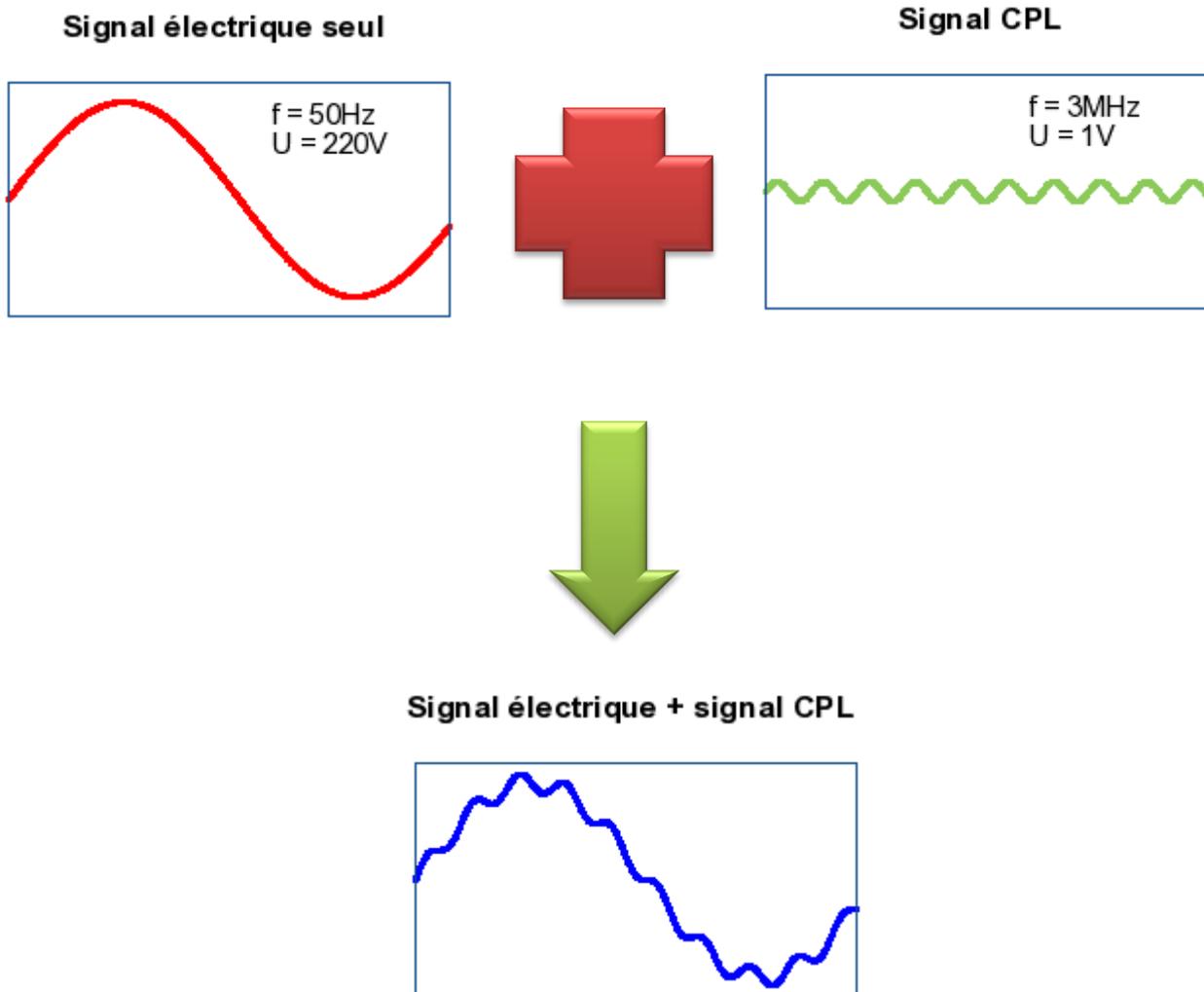


## Ville intelligente



## b) Présentation

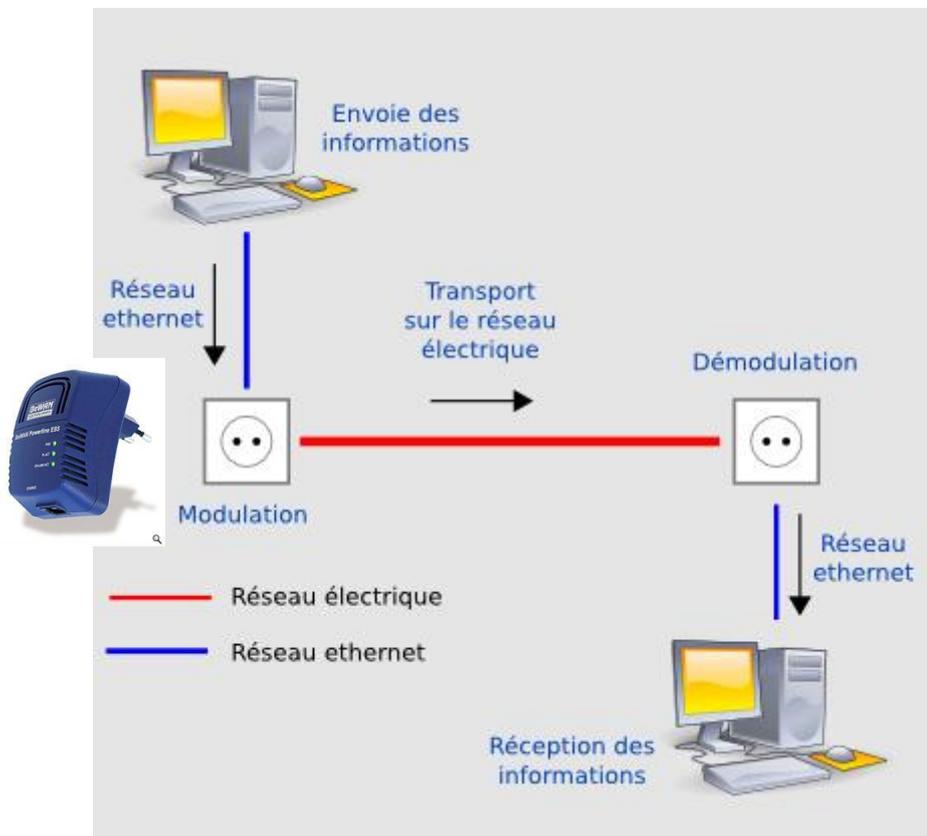
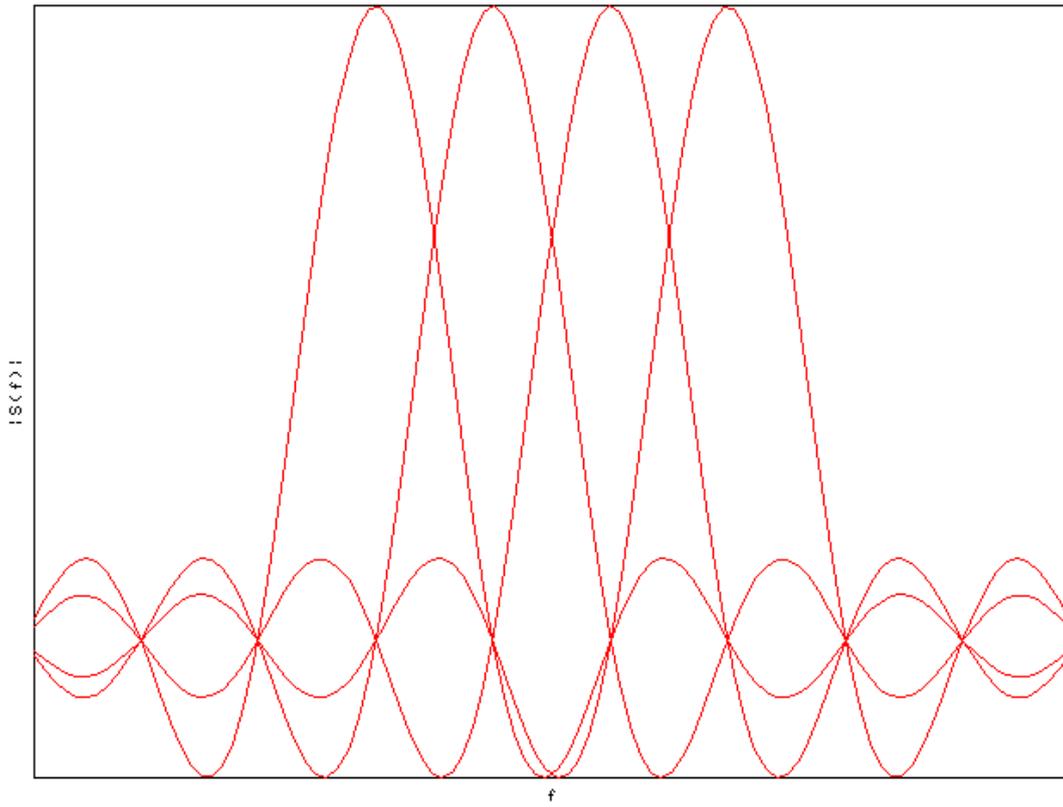
Le principe de fonctionnement des CPL consiste à superposer au courant électrique alternatif de 50 ou 60 Hz un signal à plus haute fréquence et de faible énergie. Ce deuxième signal se propage sur l'installation électrique et peut être reçu et décodé à distance. Ainsi le signal CPL est reçu par tout récepteur CPL qui se trouve sur le même réseau électrique.



## c) Principe de fonctionnement

L'information envoyée depuis l'unité centrale transite d'abord par un réseau informatique puis atteint un premier adaptateur CPL qui va générer un signal électrique CPL qu'il va superposer au courant électrique : c'est ce que l'on appelle la modulation. C'est sous cette forme, modulée, que notre information traverse les fils de cuivre. Quand elle atteint un autre adaptateur CPL, celui-ci va effectuer l'opération inverse, c'est-à-dire séparer le signal CPL du courant électrique : c'est ce que l'on appelle la démodulation. De plus, le CPL se base sur la modulation multiporteuse OFDM (**Orthogonal frequency-division multiplexing**) qui permet de moduler plusieurs signaux simultanément, ainsi nous n'avons pas seulement une onde porteuse mais plusieurs, ce qui permet d'obtenir des débits importants. (Cette technique de modulation est utilisée par toutes les dernières technologies de communication comme l'ADSL, le Wi-Fi ou encore le Wimax.)

## Superposition de plusieurs porteuses



d) Etude structurelle



**05 | Ports Ethernet**  
On reconnaît le bloc «routeur» à ses trois prises Ethernet 10/100. Celui-ci fait office de switch, puisqu'il attribue une adresse IP distincte à chaque appareil qui lui est connecté. Une solution idéale pour relier en Ethernet des appareils éloignés de sa box : un ou plusieurs ordinateurs, une imprimante ou un disque dur réseau.

**02 | La mémoire vive en soutien**  
Comme n'importe quel processeur, la puce INT6400 d'Atheros s'appuie sur un module de mémoire vive pour soulager le traitement de ses tâches. On retrouve ici un module de type SD Ram de 128 Mbits qui facilite le décodage et la conversion des données numériques en signaux électriques.

**03 | Wi-Fi**  
Un kit CPL classique comprend deux blocs équipés chacun d'une prise Ethernet: l'un relié à la box et l'autre au PC distant à connecter au réseau. Ce modèle est particulier dans le sens où l'un des blocs fait office de routeur sans fil, permettant à plusieurs appareils distants de se connecter à la box. Le Wi-Fi est géré par la puce RT3052 de Ralink, protégée par de la céramique. Comme la plupart des appareils Wi-Fi, le bloc «routeur» est doté d'antennes permettant d'optimiser la portée du signal.

**04 | Protection et stabilisation du courant**  
Le CPL est une technologie particulièrement dépendante de la qualité du réseau électrique et de la stabilité du courant qui le traverse. Les blocs CPL intègrent une série de protections particulièrement robustes, exploitées habituellement au sein d'appareils électriques plus conséquents : un fusible de 2,5A pour réduire l'impact d'éventuels courts-circuits, deux condensateurs de 6,3V pour encaisser les chutes et les pics de tension et une bobine d'inductance pour éliminer les parasites.

**01 | Transmission des données**  
La technologie CPL permet de transmettre des données par le circuit électrique de la maison en superposant au courant un signal utilisant des fréquences plus élevées, dans la bande de 1,6 à 30MHz. C'est au chipset d'Atheros, composée deux puces (INT6400 et INT1400), que revient cette charge. La première puce est chargée de l'encodage et de la transmission des paquets et la deuxième fait office d'aiguilleur. C'est cette dernière qui intercepte et envoie les signaux reçus par la prise mâle. On retrouve ces deux puces dans chacun des boîtiers puisque tous deux envoient et reçoivent des données.

e) Trame Ethernet (IEEE 802.3)

L'Ethernet est basé sur le principe de membres pairs sur le réseau (dans le cas de l'échange de fichiers sur des réseaux « pair à pair », les ordinateurs des internautes qui participent à l'échange sont tour à tour demandeur et donneur, client et serveur, la communication s'effectue sur un pied d'égalité).

Il envoie des messages dans ce qui était essentiellement un système radio, captif à l'intérieur d'un fil ou d'un canal commun, parfois appelé l'éther. Chaque pair est identifié par une clé globalement unique, appelée adresse MAC, pour s'assurer que tous les postes sur un réseau Ethernet aient des adresses distinctes.

Nombre d'octets :					
8	6	6	2	46 à 1500	4
Préambule	Adresse Destination	Adresse Source	Ether Type	Données	CRC

**Préambule : (8 octets)**

Annonce le début de la trame et permet la synchronisation. Il contient 8 octets dont la valeur est 10101010 (on alterne des 1 et des 0), sauf pour le dernier octet dont les 2 derniers bits sont à 1.

**Adresse Destination : (6 octets)**

Adresse physique de la carte Ethernet destinataire de la trame. On représente une adresse Ethernet comme ses 6 octets en hexadécimal séparés par des ':'.

Exemple : **08:00:07:5c:10:0a**

**Adresse Source : (6 octets)**

Adresse physique de la carte Ethernet émettrice de la trame.

**EtherType : ou type de trame (2 octets)**

Indique quel protocole est concerné par le message. La carte réalise un démultiplexage en fournissant les données au protocole concerné.

Exemple de type de protocole

- 0x0800 : [IPv4](#)
- 0x86DD : [IPv6](#)
- 0x0806 : [ARP](#)
- 0x8035 : [RARP](#)
- 0x809B : AppleTalk
- 0x88CD : [SERCOS III](#)
- 0x0600 : XNS
- 0x8100 : [IEEE 802.1Q](#)

**Données : (46 à 1500 octets)**

Les données véhiculées par la trame. Sur la station destinataire de la trame, ces octets seront communiqués à l'entité (protocole) indiquée par le champ EtherType. Notons que la taille minimale des données est 46 octets. Des octets à 0, dits de "bourrage", sont utilisés pour compléter des données dont la taille est inférieure à 46 octets.

**CRC : (Cyclic Redundancy Code)**

Champ de contrôle de la redondance cyclique. Permet de s'assurer que la trame a été correctement transmise et que les données peuvent donc être délivrées au protocole destinataire.

f) Avantage et inconvénient du CPL

i. Avantage

- Il permet d'utiliser le réseau électrique pour transporter des données d'un endroit à l'autre
- La facilité de l'installation ainsi que le prix réduit du déploiement

ii. Inconvénient

- Le courant porteur évolue dans un environnement perturbé. Les perturbations peuvent avoir des causes multiples. Les bruits, ou fréquences parasites, induits par l'utilisation d'appareils électriques sont l'ennemi numéro un des données transitant sur le réseau.
- Le risque de la propagation des informations. Dans certains cas, les informations transportées par les réseaux CPL passent outre les compteurs pour aller s'égarer dans la nature, où elles ne seront peut-être pas perdues pour tout le monde.