

Ludovic Péquigny

Réseaux et Télécommunication

RSX-101

Exposé CNAM - CPL



Sommaire

• Présentation CPL	3
• Historique	6
• Principe de fonctionnement	9
• CPL dans le modèle OSI	13
• La Méthode d'accès	15
• Cryptage des données	16
• HomePlug et Débit	17
• Avantage – Inconvénient	19

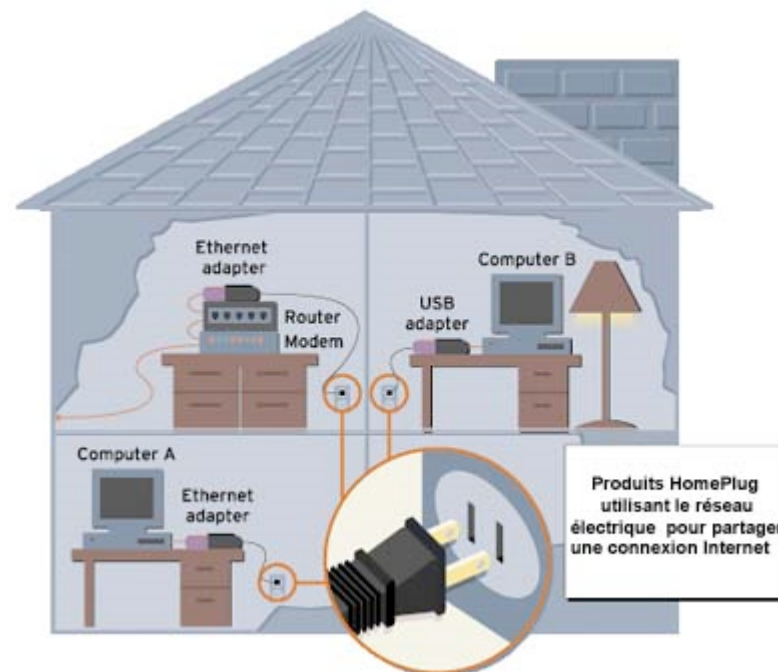
Présentation CPL 1/3

- **CPL** pour *Courant Porteur en ligne* (ou **PLC** pour *Powerline Communications*)
- Technologie qui permet de transmettre des données numériques sur un réseau électrique déjà existant
- Plusieurs types de données :
 - voix, image, vidéo, etc
- Deux principaux types de CPL
 - Indoor
 - Outdoor

Présentation CPL 2/3

CPL Indoor

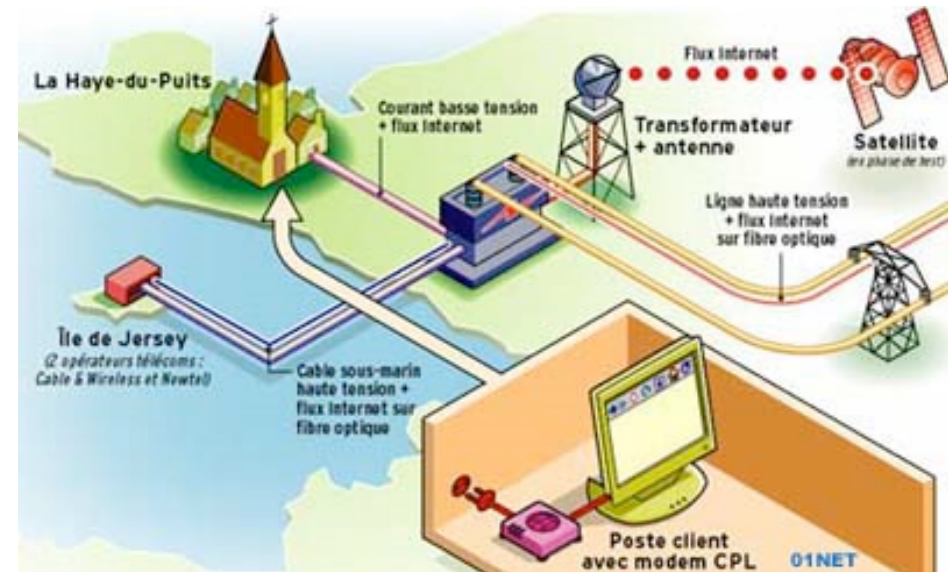
- En aval du compteur électrique
- Le CPL indoor permet de constituer un réseau local LAN sur le réseau privé électrique.
- Possibilité de partager une connexion Internet ou des fichiers.



Présentation CPL 3/3

CPL Outdoor

- En amont du compteur électrique
- Le CPL outdoor permet d'apporter un accès Internet à une habitation. Le terme de **BLE** pour **B**oucle **L**ocal **É**lectrique peut être utilisé
- Ce type d'architecture ne se met pas en place individuellement mais à l'échelle d'une ville, d'un village



Historique 1/3

- 1950 : premières applications sur fréquence 10 Hz, puissance 10 kW. Elles sont alors unidirectionnelles (éclairage public, télécommande de relais)
- années 1980 : début des recherches pour utiliser la bande de fréquences 5-500 kHz, toujours en unidirectionnel, permettant ainsi un transfert plus rapide des informations
- années 1990 : expérimentations des courants porteurs pour des applications de télérelevés dans la bande 60-80 kHz. Apparition de modems courants porteurs bas-débits pour des communications CPL domotiques en Europe (standard EHS/Konnex) et aux États-Unis (standards Echelon et CEBUS)
- 1997 : recherches sur la transmission de données en CPL et en bidirectionnel par ASCOM (Suisse) et Norweb (Royaume-Uni)

Historique 2/3

- 2000 : premières expérimentations en France par EDF R&D et ASCOM
- 2002 : SPIDCOM Technologies, nouvelle entreprise française, arrive sur le marché avec son processeur de 224 Mb/s, « le plus rapide au monde » à l'époque
- 2002 : WIRECOM Technologies, également nouvelle entreprise française, spécialisée dans la gestion des énergies du bâtiment sur CPL (technologie bas-débit - norme CENELEC EN50065-1)
- 2003 : acquisition par Schneider Electric de la société suédoise Ilevø, spécialisée dans les courants porteurs en ligne, et création de la nouvelle entité Schneider Electric Powerline Communications, dédiée à la fourniture d'équipements, de logiciels et de services autour des courants porteurs en ligne.

Historique 3/3

- 2005 : arrivée de la norme homeplug 1.1 turbo 85Mbits. Debut de réglementation au niveau europeen
- 2007 : Arrivée sur le marché des produits à la norme Homeplug AV 200 Mbits Ajout de nouvelles fonctionnalités (QoS, VLAN...). L'IEEE prevoit la mise en oeuvre d'une norme commune permettant l'interopérabilité des 3 grands systemes CpL HPP,UPA,CEPCA

Technologie du CPL

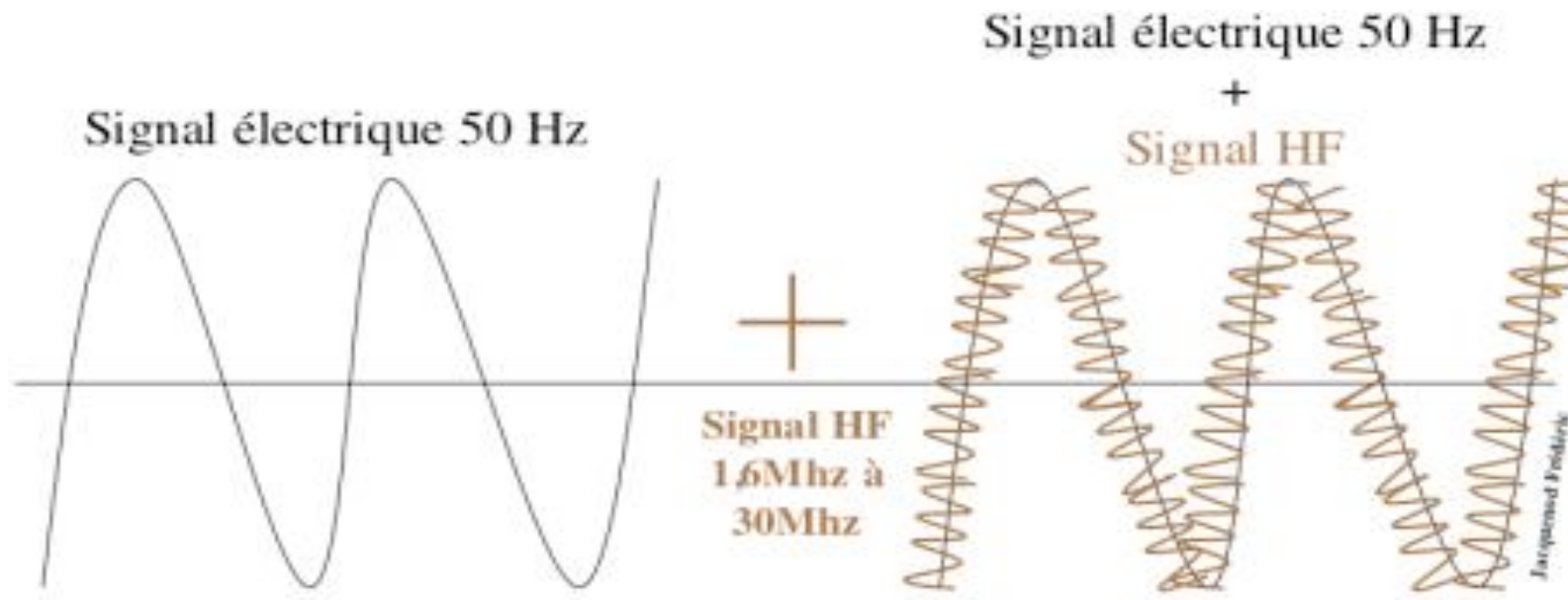
Principe de fonctionnement 1/4

- Deux types de CPL :
 - Bas débit
 - Technique de modulation simple
 - Quelques porteuses
 - Modulation de fréquence
 - Bande de fréquence entre 9 et 150 kHz en Europe
 - Applications de type domotique (contrôle du chauffage, de l'éclairage etc...)
 - Haut débit
 - Modulations multi-porteuses de type OFDM
 - Bande de fréquence entre 1,6 à 30 MHz

Technologie du CPL

Principe de fonctionnement 2/4

- Le principe des CPL consiste à superposer au courant électrique de 50 ou 60 Hz un signal à plus haute fréquence et de faible énergie



- Les adaptateurs CPL, récupèrent le signal et suppriment les fréquences basses (le courant) pour isoler les fréquences hautes (données informatiques)

Technologie du CPL

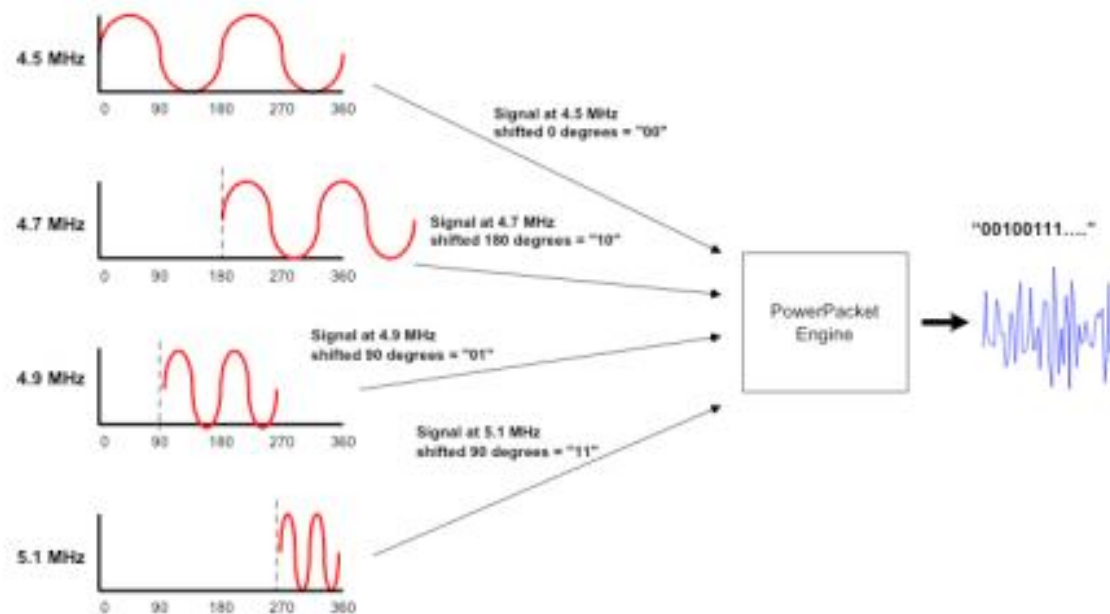
Principe de fonctionnement 3/4

- Fonctionne sur une topologie BUS
- Principe de modulation utilisé :
 - OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)
 - La technique de transmission OFDM est basée sur l'émission simultanée sur n bandes de fréquence (situées entre 2 et 30 MHz) de N porteuses sur chaque bande. Le signal est réparti sur les porteuses. Les fréquences de travail sont choisies en fonction des réglementations, les autres sont « éteintes » de manière logicielle. Le signal est émis à un niveau assez élevé pour pouvoir monter en débit, et injecté sur plusieurs fréquences à la fois. Si l'une d'elles est atténuée le signal passera quand même grâce à l'émission simultanée. Le spectre du signal OFDM présente une occupation optimale de la bande allouée grâce à l'orthogonalité des sous-porteuses.

Technologie du CPL

Principe de fonctionnement 4/4

- Le schéma suivant tiré de la spécification PowerPacket montre la façon dont est mis en œuvre cette technologie

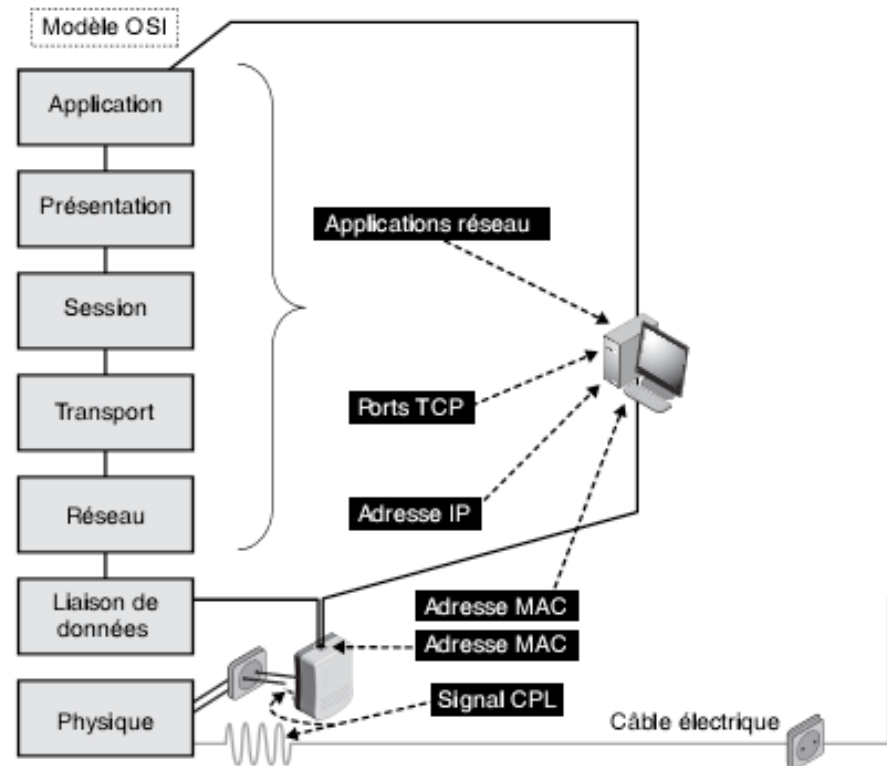


- Les modulations de fréquences vont de 4Mhz à 21Mhz ce qui représente 84 porteuses possibles (dans l'exemple cela va de 4Mhz à 5Mhz).

Technologie du CPL

Le CPL dans le modèle OSI 1/2

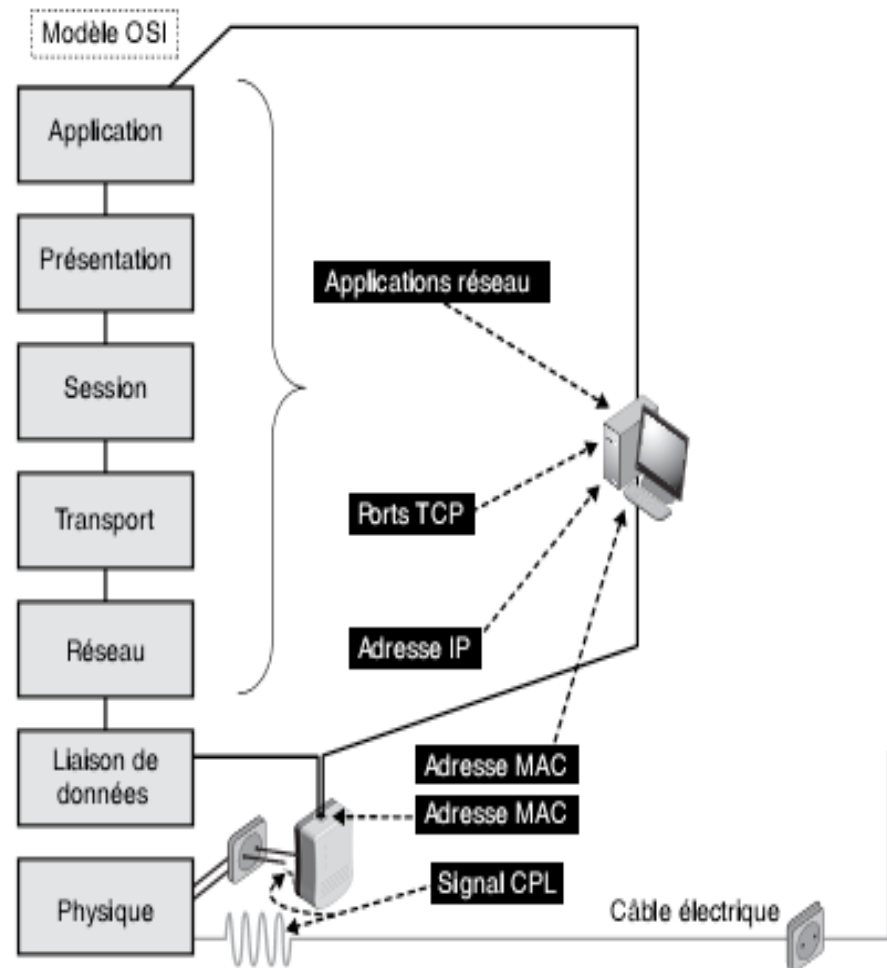
- Couche 1 – Physique
 - Constituée logiquement par le câble électrique sur lequel circule le signal CPL



Technologie du CPL

Le CPL dans le modèle OSI 2/2

- Couche 2 – Liaison de données
 - L'équipement CPL fournit à un terminal (classiquement un PC) un service de connexion Ethernet au niveau de la couche 2 (liaison de données) au moyen d'un adressage MAC et d'une connectique RJ-45. Le terminal utilise les services du réseau CPL pour accéder aux services des couches supérieures (IP, TCP, HTTP, etc.).



Technologie du CPL

La méthode d'accès - CSMA/CA

- Le protocole CSMA/CA utilise un mécanisme d'esquive de collision basé sur un principe d'accusé de réception réciproque entre l'émetteur et le récepteur
- Le mécanisme est le suivant :
 - Une station qui veut envoyer la trame regarde si elle le peut. Si la voie est libre, CSMA/CA attend un temps aléatoire appelé DIFS (Distributed Inter Frame Space) et alors il est possible d'émettre
 - Elle envoie donc un message RTS (Ready To Send) au récepteur qui contient des informations importantes sur le volume de données qu'elle veut transmettre et sur la vitesse de transmission
 - Le récepteur envoie alors un CTS (Clear To Send) ce qui permet à la station émettrice d'envoyer ses données
 - Dès lors que toutes les données ont été transmises, le récepteur peut envoyer un ACK (accusé de réception)

Technologie du CPL

Cryptage des données

- Les adaptateurs CPL embarque des cryptoprocresseurs pour chiffrer les communications
- Algorithme de cryptage type
 - DES (Data Encryption Standard) 56bits
 - AES (Advanced Encryption Standard) 128 pour HomePlug AV
 - 3DES pour DS2
- En utilisant plusieurs clés différentes, on peut réaliser plusieurs réseaux logiques sécurisés par cryptage, et indépendants les uns des autres.

HomePlug et Débit 1/2

- La "HomePlug Powerline Alliance" est un consortium qui regroupe près de 90 sociétés high-tech, dont :
 - Cisco Systems, Intel, Motorola, Hewlett-Packard et France Telecom
- Définit des spécifications d'interopérabilité précises
- Tous les produits provenant de différents constructeurs répondant à cette « norme » peuvent fonctionner ensemble

HomePlug et Débit 2/2

- Les débits
 - HomePlug 1.0
 - 14Mbits/s
 - 85Mbits/s
 - HomePlug AV
 - 200Mbits/s
 - Incompatible avec la la norme HomePlug 1.0
 - HomePlug AV2
 - 400Mbits/s

Avantages – Inconvénients

- Avantages
 - Support déjà existant (le câble électrique)
 - Offre des faibles temps de réponse nécessaires à certaines applications
 - Voix sur IP (VOIP)
 - Télévision haute définition (TVHD)
 - Qualité de service de bout en bout (QoS)
- Inconvénients
 - Perturbation électromagnétique
 - Débit partagé par tous les matériels connectés

Conclusion

- En pleine expansion
- Augmentation des débits
- Les FAI s'y intéressent de plus en plus
- Est-ce que le CPL remplacera un jour les réseaux locaux existants ?