



## réseaux domestiques CPL

### Courant Porteur en Ligne



<http://ufrima.m2gi.free.fr/srr/cpl.pdf>  
<http://ufrima.m2gi.free.fr/srr/cpl.sxi>



## Sommaire

---

- Contexte
- Installations & topologies
- Architecture
- Transport des données
- Modulations
- Solutions commerciales
- Pour & contre
- Pour finir
- Annexes



# Introduction

---

- Historique
- Ce qui existe
- Fracture numérique
- Déboires
- Supports
- Applications



## Contexe (1/6)

### Historique

---

- **1950** : à 10 Hz, 10 kW, unidirectionnel : activation des réverbères,...
- **Années 80** : de 5 – 500 kHz, 10kW, unidirectionnel, début des recherches
- **1997** : 50Hz, 200V, bidirectionnel : 1ers tests réussies, autres R&D : Ascom (Suisse) & Norweb (Angleterre)
- **2000** : 1ers tests par EDF R&D et Ascom



## Contexte (2/6)

### Ce qui existe

---

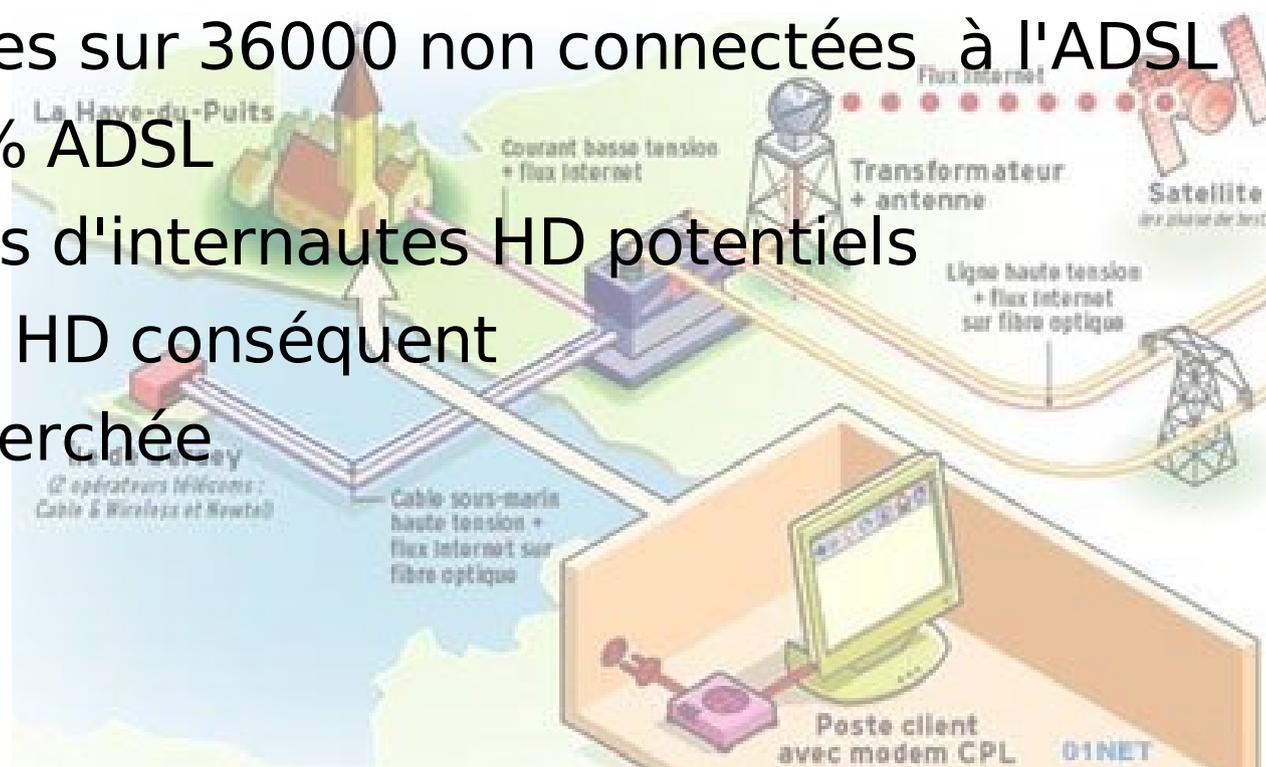
- 20 ans
- Compteur permuté par EDF
- Exemples
  - Volets électriques
  - Allumage / extinction des chaudières
  - Portails électriques
  - Domotique
- Ordres simples
- Technologies existantes insuffisantes
- Boosté par Internet HD



## Contexte (3/6)

### La fracture numérique

- Informatique démocratisée & vulgarisée
- Plusieurs postes par foyer à partager
- > 10 millions de connectés à Internet
- 27000 communes sur 36000 non connectées à l'ADSL
- 80% RTC vs 20% ADSL
- RTC ~15 millions d'internautes HD potentiels
- Marché Internet HD conséquent
- Alternative recherchée





## Contexte (4/6)

### Beaucoup de déboires

---

- Débits insuffisants
- Dispositions légales contraignantes
- Concurrent direct : Wifi
- Equipements encore chers
- Secteur d'application limité
- Abandons d'entreprises
  - Norweb
  - RWE
- 6 ans de maturation & fiabilité suffisante



## Contexte (5/6)

### Supports industriels

---

- Support de grands groupes industriels:
  - Belkin
  - EDF
  - France Télécom
  - Motorola
  - Netgear
  - Panasonic
  - Samsung
  - Olitec
  - Packard Bell
  - ....
- regroupés au sein du consortium ***Homeplug Powerline Alliance***
- Entreprises plus modestes:
  - Ascom (suisse)
  - DS2 (espagnol)
  - Devolo (allemand)
  - Itran (israélien)
  - Xeline (coréen)



## Contexte (6/6)

### Applications actuelles

---

- Domotique
- Accès Internet HD
- Téléphonie sur IP
- Vidéosurveillance via webcam
- LAN
- Exemples :
  - LAN d'Alterlane à Paris
  - des écoles (collège de Saint-Lô)
  - Société Générale
  - > 2000 parisiens
  - Conseil de la Manche équipe le département



## Installations & topologies

---

- Différents réseaux CPL
- 2 topologies de réseau CPL :
  - Une interne dite « indoor »
  - Une externe dite « outdoor »



## Installations

- 3 types d'installations :
  - instantanée
  - complémentaire
  - supplémentaire
- Réseau ad hoc
- Adapteurs branchés
- Raccordement USB ou RJ45
- PnP
- Débit :
  - 7 Mbits/s en moyenne (~ Wifi)
  - 14 Mbits en vitesse de pointe



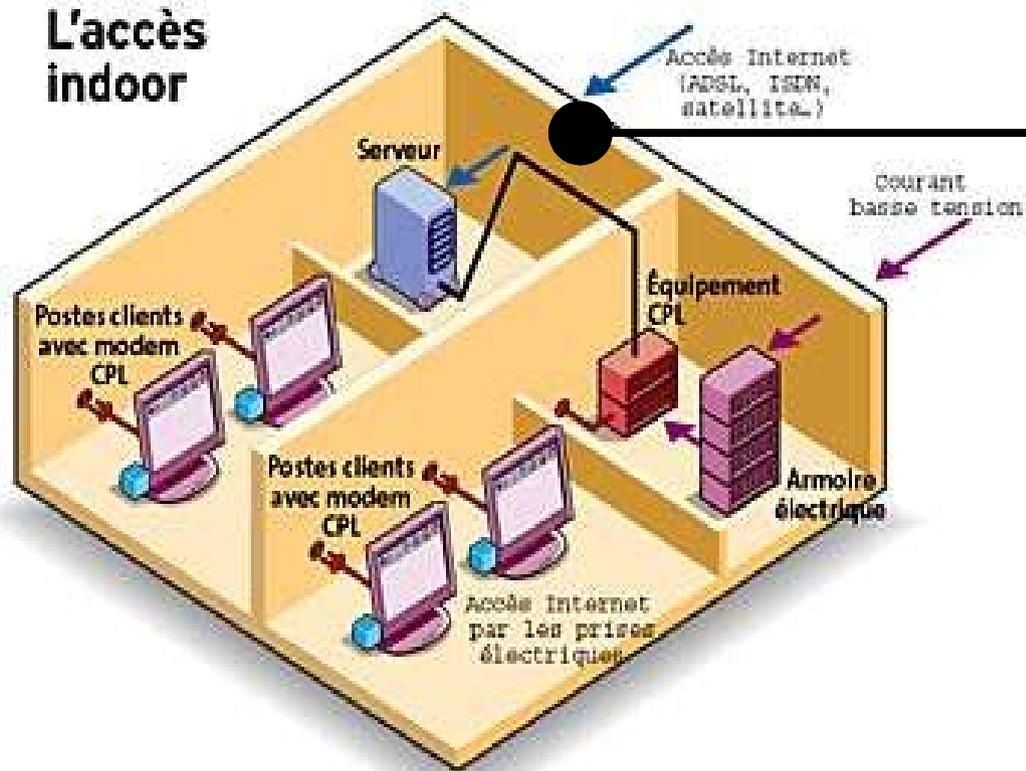


# Topologie (1/2)

## Indoor

- La plus répandue
- Passerelle adaptatrice
- Sécurité interne
- Domestique & PME/PMI seulement

### L'accès indoor



Passerelle: Internet extérieur vers réseau CPL local



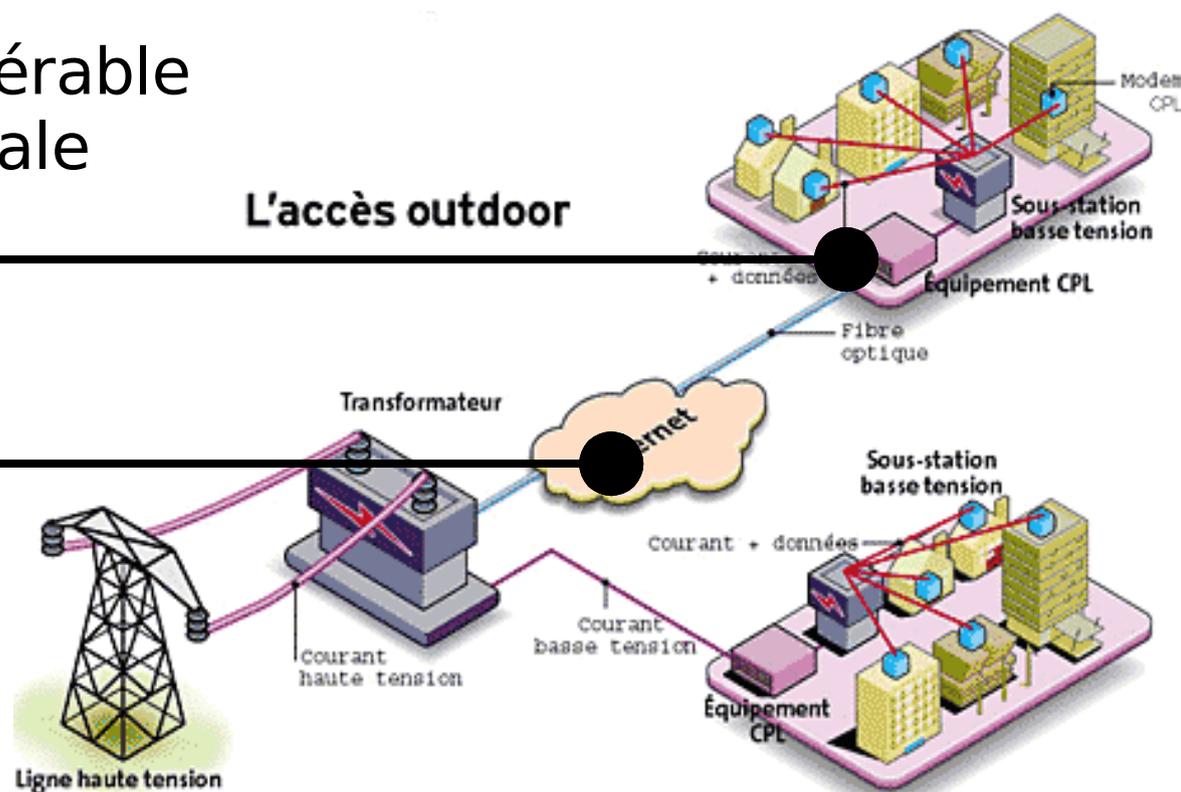
# Topologie (2/2)

## Outdoor

- Peu utilisée
- Boucle locale électrique
- Transformateur HTA/BT
- Gamme de fréquence différente que celle de l'indoor
- Homeplug non interopérable
- Aucune disposition légale

Transformateur

Boucle locale





# Architecture

---

- Architecture matérielle détaillée
- Exemple de fonctionnement
- Transport du signal



# CPL

## Architecture détaillée d'un adaptateur

### ■ Principaux composants :

#### ■ (1) transcepteur

décide quand émettre | (dé)chiffre | (en/de)code | définit les émissions des porteuses

#### ■ (2) convertisseur

déforme porteuses selon transcepteur (modulation) | transcription numérique (démodulation)

#### ■ (3) & (4) interfaces injectrices et réceptrices

injecte et réceptionne (filtre) les signaux modulés entre 4,3Mhz et 20,9Mhz

#### ■ (5) fréquenceur

à quartz rythmant la modulation haute fréquence

#### ■ (6) EPROM & témoins

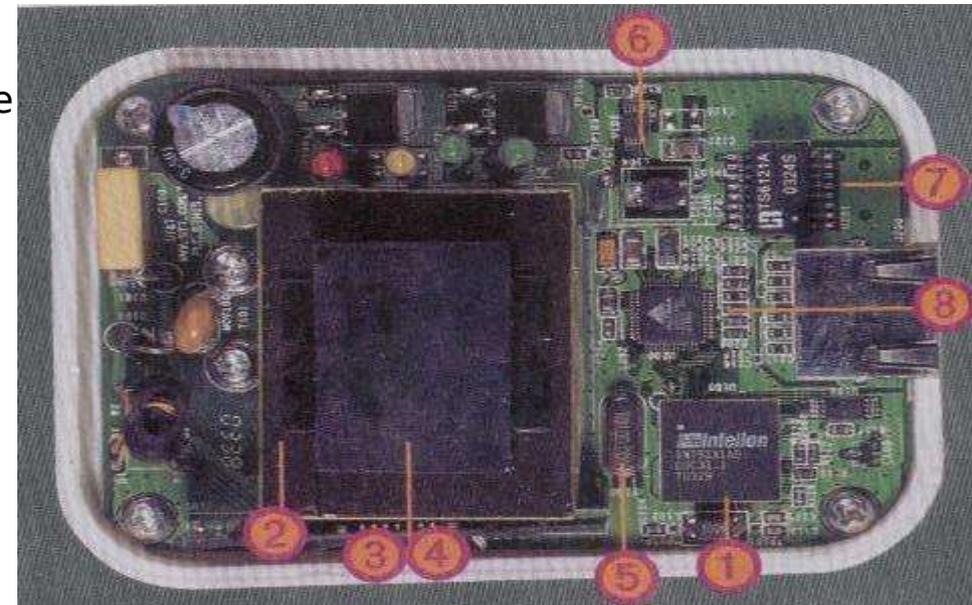
mémoire eprom avec paramètres | témoins

#### ■ (7) raccordements

connexions haut débit USB ou ethernet RJ45

#### ■ (8) alimentation

transformateur électrique

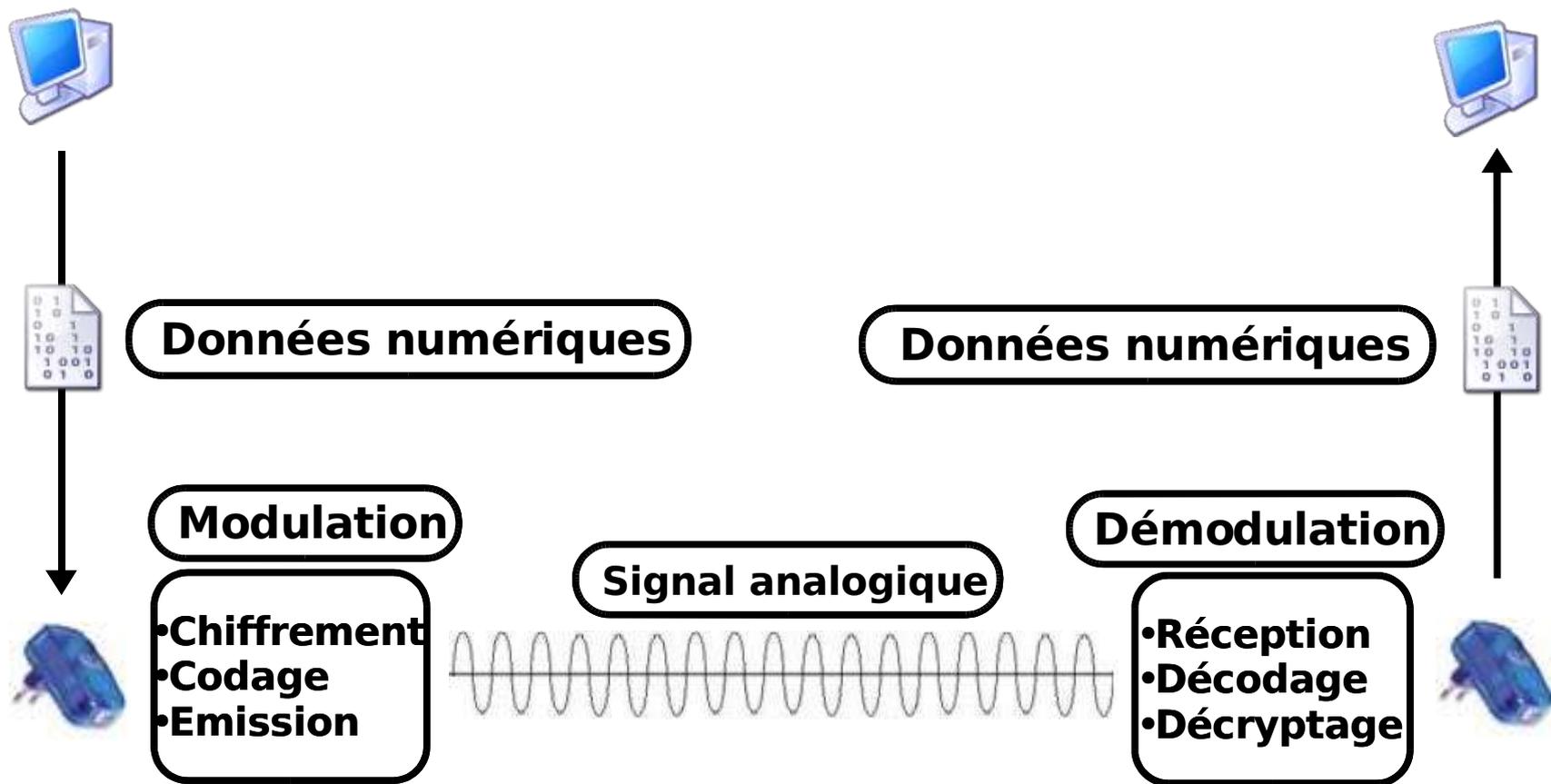




# CPL

## Exemple de fonctionnement

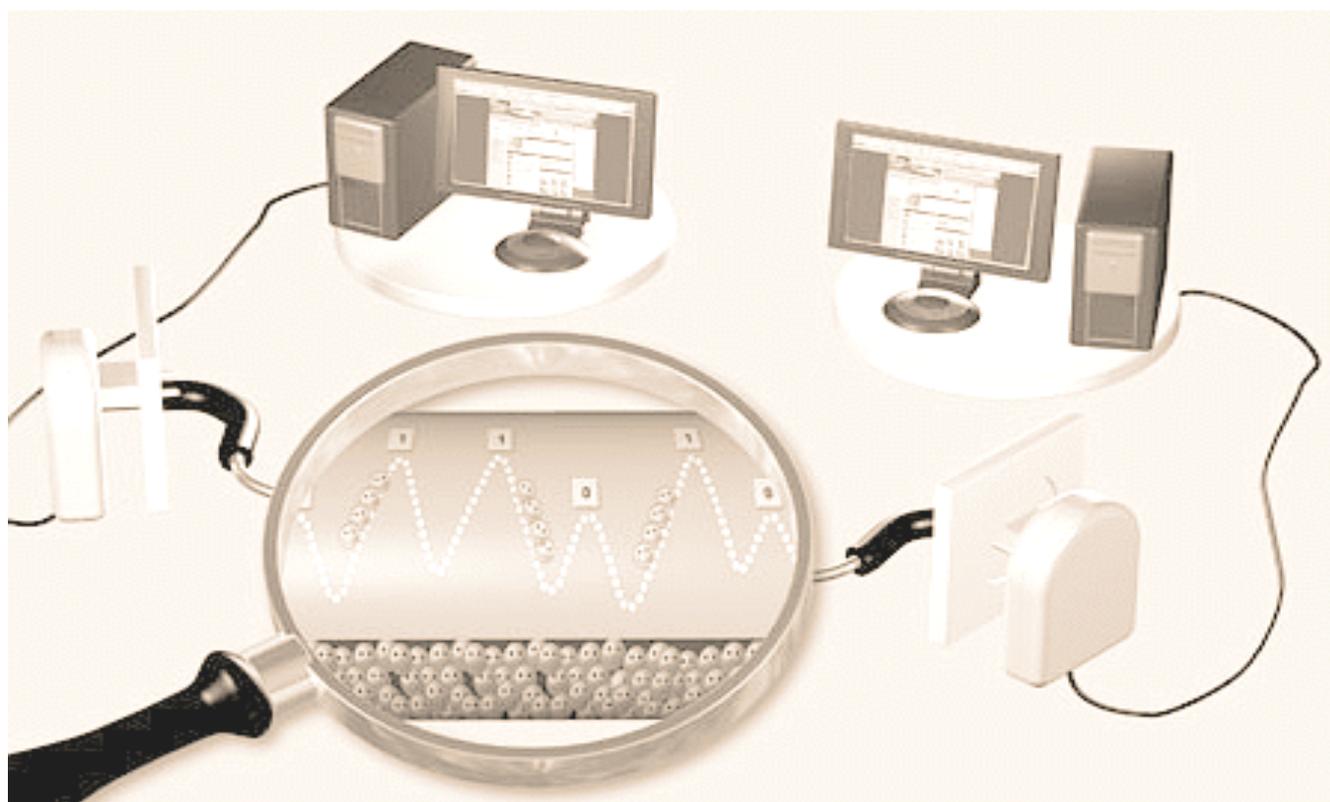
- Echange d'une trame entre 2 postes connectés par 2 adaptateurs :





## Transport de l'information

- Ligne électrique
- Modulations en fréquence du signal
- Basses fréquences contre hautes fréquences (+ tolérant)



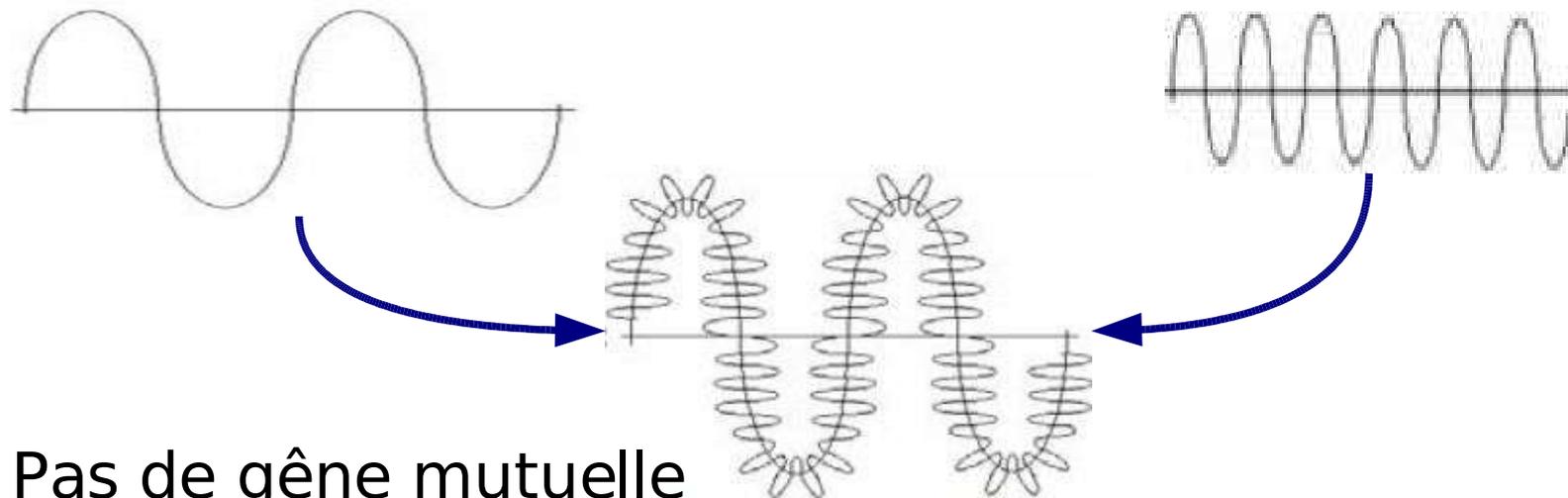


# Transport de l'information

## La ligne électrique

- Ligne électrique standard
  - Courant alternatif
  - Alimentation
  - 220V
  - 50Hz

- Ligne électrique avec CPL
  - Courant alternatif
  - Porteuse
  - 2V
  - 1,6 Mhz – 30 Mhz



- Pas de gêne mutuelle
- Modulation
  - 9K KHz – 148,5 KHz (basses fréquences) - WG10
  - 1,6 MHz – 30 Mhz (hautes fréquences) - ETSI EP-PLT.



## Modulations

---

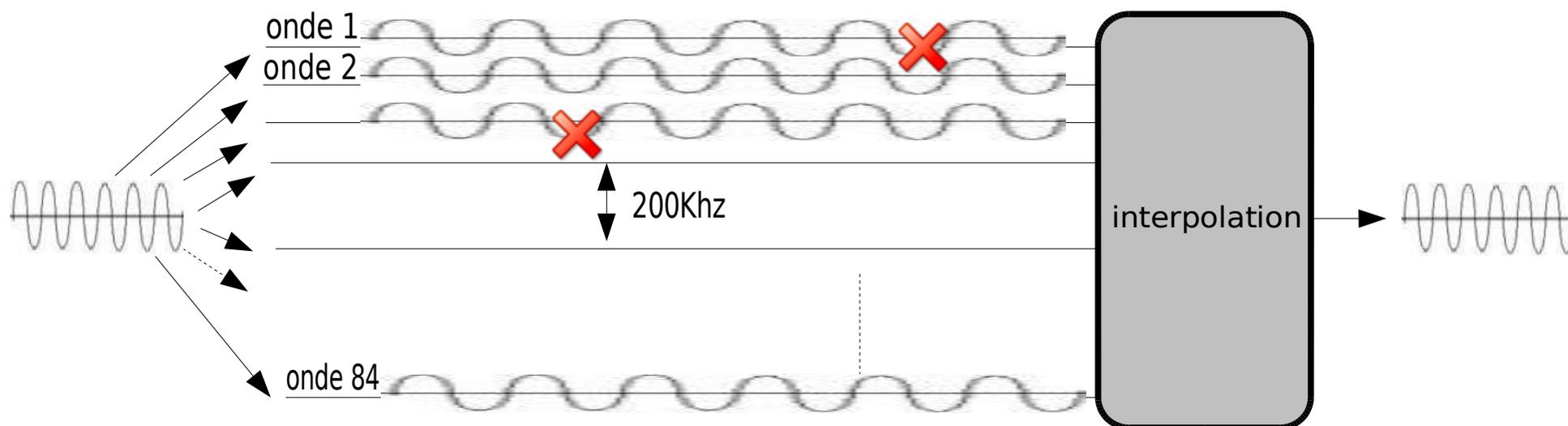
- **But** garantir un débit
- 2 modulations principales:
  - OFDM (haut débit)
  - Spread spectrum (bas débit)



# Modulations (1/2)

## OFDM

- **OFDM** Orthogonal Frequency Division Multiplexing
- « couplage capacitif en parallèle »
- Utilisée en indoor, Wifi 802.11a & 802.11g
- Transmission en // sur 84 ondes voisines
- Occupation optimale de la bande des fréquences
- Grande tolérance aux fautes (altération sur une fréquence donnée)





## Modulations (2/2)

### Spread spectrum (non abordé)

---

- **Spread Spectrum** modulation à étalement de spectre
- Utilisée en indoor & outdoor
- Information étalée
- Via code pseudo aléatoire
- Signal confondu avec le bruit
- Sécurité par un code d'étalement



## Solutions CPL

---

- 5 solutions pour un réseau CPL :
  - Easyplug
  - Homeplug
  - Smarthome
  - Lonworks
  - Konnex Association



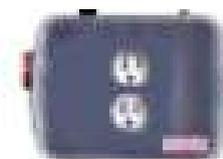
## Les différentes solutions (1/5)

### Easyplug

---



- filiale de Schneider Electric & Thomson Multimedia
- Anciennement à Grenoble
- Equipements DS2 (gamme EPA)
- Domotique
- Streaming audio & vidéo
- Téléphonie
- Hubs TV
- <http://www.easyplug.com>
- LAN
  - Écoles
  - Collectivités locales
  - Société Générale
- Débit: 2 à 45Mbits (DS2)
- Prix: 80€ à 250€





## Les différentes solutions (2/5)

### Homeplug

---

- Consortium Homeplug Powerline Alliance
- Norme Homeplug 1.01 (Intellon)
- Uniquement en indoor
- Fréquence: 4,3 Mhz – 20,9 Mhz
- Modulation OFDM
- Domotique
- Surtout LAN CPL
- <http://www.homeplug.com>
- Débit: 14 Mbit/s
- Homeplug AV (fin 2004) à 50 Mbit/s
- Prix: 100€ à 2000€





## Les différentes solutions (3/5)

### Smarthome

## SMARTHOME™

- Smarthome
- Anciennement X10
- <http://www.smarthome.com> | <http://www.x10.org>
- Communication intra-modulaire & identifiant
- Application élémentaire par ordre simple (éclairage, volets, ...)
- Eclairage/interrupteurs (X10)
- Detecteurs / capteurs météos
- Surveillance
- Prix: 100€ à 2000€
- Débit: de 0 à 10 Mbit/s





## Les différentes solutions (4/5)

### Lonworks (Echelon)

---



- Lonworks
- Protocole spécifique: Lontalk
- Communication par messages
- LAN & Internet
- Adaptateurs CPL
- Routeurs
- Serveurs
- > 1000 équipements connectables
- <http://www.echelon.com/> ou <http://www.lonworks.com>
- débits faibles (BP: 9 - 148,5 Khz) à très HD
- Prix: 100€ à > 2000€





## Les différentes solutions (5/5)

### Konnex Association

---



- Konnex Association
- <http://www.konnex.org>
- Tentative de standardisation
- Domotique principalement
- Eclairage
- Stores
- Chauffage / clim / ventilateurs
- Interrupteurs
- Capteurs
- ...
- Large échantillonnage
- Legrand
- Débit: très bas (domotique)
- Prix: à partir de 200€





## Pour & contre

---

- Avantages
- Inconvénients
- Problèmes
  - Interférences
  - Sécurité



## Pour & contre

### Avantages

---

#### ■ **Avantages**

- Adaptateur directement branché sur une prise
- Plusieurs points d'entrée (mobilité)
- Réutilisation du réseau
- Installation PnP et utilisation simples et rapides
- Facilité de déploiement
- Prise téléphonique libre (/RTC)
- Stabilité de fonctionnement (tolérance aux fautes)
- Complément aux solutions filaires et sans fils



## Pour et contre Inconvénients

---

### ■ Inconvénients

- Multiprise & rallonge à proscrire
- Débits tributaires de l'installation électrique
- Equipements restent encore chers
- Débits CPL < Débits ethernet
- Absence de standardisation
- Signal inexploitable au delà de 300m
- Limite de 16 adaptateurs par réseau
- Marché à développer



# Problèmes

---

- Interférences
- Sécurité



## Problèmes (1/2)

### Interférences

---

- Interférences du même type Wifi & ADSL
- Adaptateur CPL ~ modem ADSL
- Radios militaires affectés
- Gêne mutuelle entre voisin



## Problèmes (2/2)

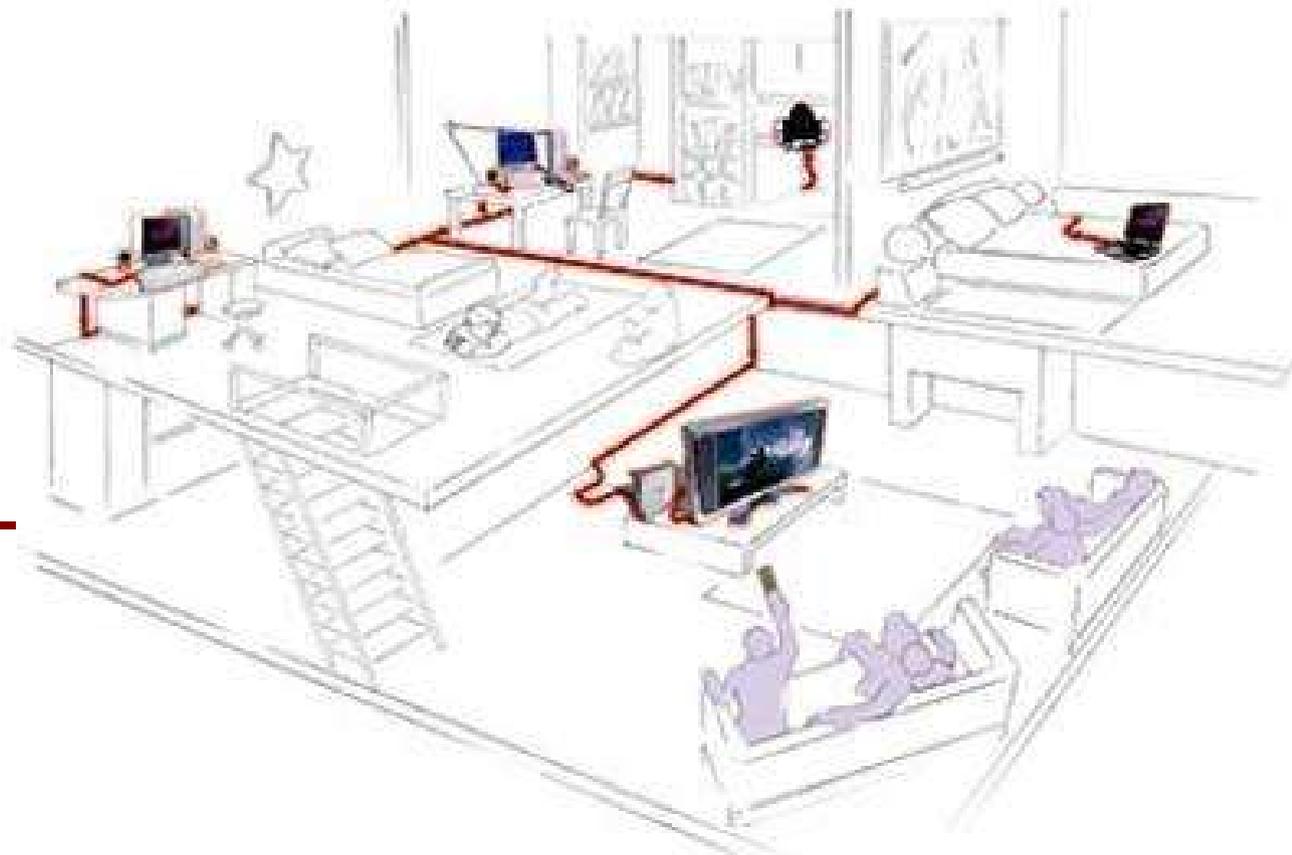
### Sécurité et confidentialité

- Problème de confidentialité
- Données sortantes
- Parade : DES (56 bits) , AES (128 bits) ou filtre compteur
- Filtrage par @ MAC

Transformateur  
de  
quartier



Compteur  
électrique





## Pour finir

---

- Améliorations courantes
- Innovations à venir
- Conclusion



## Améliorations (septembre 2004)

---

- Portée de 300m à 600m
- Service d'équilibrage de charge de la bande passante
- Service de gestion des flux baptisé Fairness
- Charge de 16 à 250 adaptateurs
- Déphaseur pour réseaux triphasés
- Puces transceptrices > 200Mbit/s
  - puce Speedcom Spid-chip (SPC) à 224 Mbit/s
- Support VPN et streaming



## Perspectives d'avenir

---

- Internet THD
- TnT
- Téléphonie IP
- Homeplug AV (début 2005)
- Puces à 400 Mbit/s en 2005
- Couplage satellite/CPL



## Conclusion

---

- Longue maturation et mise en oeuvre de la technologie
- Engouement par les industriels sur plusieurs secteurs
- Installation / utilisation / entretien simples, rapides et bon marché
- Intégrable
- Plusieurs technologies avec des apports différents
- Encore des problèmes (jeune technologie)



## Des questions ?

---



■ [Retour au sommaire](#)



## Références

---

- L'Ordinateur Individuel | Janvier 2004 (n°157)  
p°78 à 80 « Le réseau électrique par la prise électrique »
- CPL France | <http://www.cpl-france.org/>
- 01 Informatique | <http://www.01net.com>
- Comment ça marche |  
<http://www.commentcamarche.net/cpl>
- Lonworks | <http://www.echelon.com/>
- Easyplug | <http://www.easyplug.com>
- Homeplug Power Alliance | <http://www.homeplug.com>
- Smarthome (x10) | <http://www.smarthome.com/>
- Konnex Association | <http://www.konnex.org/>
- Alterlane | <http://www.alterlane.fr/>



## Remerciements

---

- Ma machine à café
- Mon ordinateur qui n'a pas trop souvent planté



## Annexes

---

- Dispositions légales
- Comparaison CPL & Wifi
- Aspects économiques
- Débits
- Exemple d'une entreprise française orientée CPL :  
Alterlane
- Normes
- Promesses / attentes CPL
- Les intervenants



## CPL

### Dispositions légales

---

- EDF ne veut pas être opérateur
- Edev: filiale d'EDF prépare le réseau électrique au CPL
- Technologie CPL ambiguë : réseau électrique ou réseau télécommunications : quel statut?
- PLC Forum et l'ETSI essaient de faire aboutir une réglementation française
- Réseau CPL légal si derrière un compteur privé & pas de nuisances
- En passant par la boucle locale, l'accès internet releverait des collectivités locales et plus de France Telecom et de la région



# Comparaison CPL & Wifi

	Industriels	Facilité	Débit	Sécurité	Portée	Intégrité	Contraintes	Coût	Bilan
<b>CPL</b> Schneider, Oxance, LEA		+	-	+	+	+	-	-	1
<b>Wifi</b> Cegetel		+	+	-	-	+	-	+	1

- CPL ~ Wifi
- CPL est un composant complémentaire à un réseau Wifi plutôt qu'une alternative



## CPL

### Aspects économiques

---

- Coût entre 3000€ et 7000€ (modems + passerelle)
- Technologie CPL estampillée sous plusieurs noms sur les produits:
  - CPL (Courants porteurs en ligne)
  - PLC (Powerline Communications)
  - PLT (Powerline Telecommunication)
  - PPC (Power Plus Communications)
- Produits CPL : 30% + chers que Wifi
- Adaptateurs Wifi: 70€
- Adaptateurs Cpl: 100€



# CPL

## Débits

Technologies / débit	Industriel	Débit théorique	Débit constaté	Débit pratique
<b>CPL « standard »</b>	Oxance			
	LEA West Modem	14 Mbit/s	4,5 -10 Mbit/s	32,00%
<b>CPL DS2</b>	Schneider Electric	45 Mbit/s	45 Mbit/s	56,00%
<b>Ethernet</b>		10 Mbit/s		
		100 Mbit/s		
		1 Gbit/s	80Mbit/s	70 à 90%
<b>Wifi</b>		11 Mbit/s		
		54 Mbit/s	8,5Mbits/s	70 à 90%

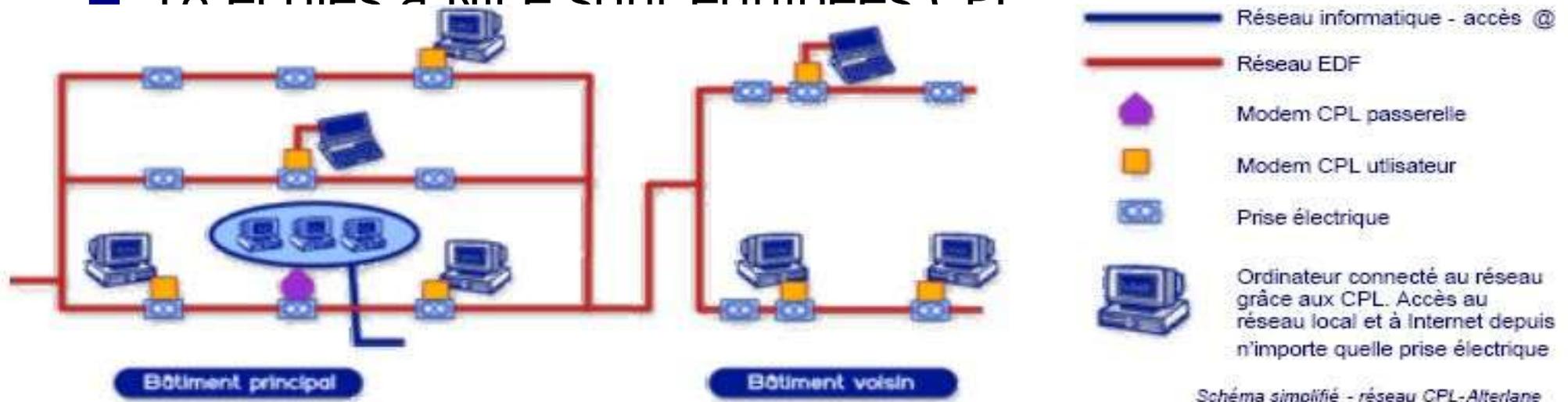
- CPL moins « rentable » que les standards
- Nouvelle norme DS2 permet de rivaliser contre réseaux standards (notamment débits exigés/contraints en entreprise)
- Réseau wifi : autres facteurs



# Intégrateurs de réseaux Alterlane



- Filiale de EDF-GDF
- N°1 des intégrateurs CPL en France
- Devise: « bâtiment électrifié = bâtiment communicant »
- > 230 clients (entreprises, écoles, musées, hopitaux, hotels)
- 18 écoles à Nice sont équipées CPL



*Schéma simplifié - réseau CPL-Alterlane*



# Problèmes

## Normes

---

- CPL, EDF vient de créer une filiale du nom de EDEV CPL Technologie pour régler et standardiser les fréquences au niveau EUR
- Existe pas encore une vraie « standardisation » française
- ART exige pr le moment 1 seul pt: éviter les interférences extérieures
- CPL « standard »
  - Oxance, LEA, West Modem
  - 14 Mbit/s
- CPL DS2
  - Schneider Electric
  - 45 Mbit/s
  - OFDM



## Contexte (4/4)

### Les promesses du CPL

---

- Simplicité d'installation et d'utilisation
- Mobilité des connexions
- Standard de connexion
- Coûts réduits
- Réduction de la « fracture numérique »
- Performance non tributaire de l'environnement
- Double utilisation du réseau électrique



## Contexte

### Les différents intervenants

---

- 4 types d'acteurs:
  - Fournisseurs des lignes (EDF)
  - Vendeurs d'équipements (Netgear, Schneider Electric)
  - Prestataires Internet (Wanadoo)
  - Intégrateurs CPL (Alterlane)