



N° d'ordre : .....

**UNIVERSITE DE M'SILA**

**FACULTE DES MATHÉMATIQUES ET DE L'INFORMATIQUE**

**Département des Sciences des Technologies de l'information  
et de la Communication**

**MEMOIRE de fin d'étude**

**Présenté pour l'obtention du diplôme de MASTER**

**Domaine : Mathématiques et Informatique**

**Filière : Informatique**

**Spécialité : Technologies de l'information et de la communication**

**Par: MADJIDI Rechdi**

**SUJET**

**Conception d'un LAN multimédia sur CPL**

**Soutenu publiquement le : 16 /06/2015**

**devant le jury composé de :**

**M.DEBBI Imad**

**M. HEMMAK Allaoua**

**M.LEKHAL Meftah**

**Université de M'sila**

**Université de M'sila**

**Université de M'sila**

**Président**

**Rapporteur**

**Examineur**

**Promotion : 2014/2015**





N° d'ordre : .....

**UNIVERSITE DE M'SILA**

**FACULTE DES MATHÉMATIQUES ET DE L'INFORMATIQUE**

**Département des Sciences des Technologies de l'information  
et de la Communication**

**MEMOIRE de fin d'étude**

**Présenté pour l'obtention du diplôme de MASTER**

**Domaine : Mathématiques et Informatique**

**Filière : Informatique**

**Spécialité : Technologies de l'information et de la communication**

**Par: MADJIDI Rechdi**

**SUJET**

**Conception d'un LAN multimédia sur CPL**

**Soutenu publiquement le : 16/06/2015**

**devant le jury composé de :**

**M.DEBBI Imad**

**M. HEMMAK Allaoua**

**M.LEKHAL Meftah**

**Université de M'sila**

**Université de M'sila**

**Université de M'sila**

**Président**

**Rapporteur**

**Examineur**

**Promotion : 2014/2015**



*Je remercie Allah, d'abord, Je dédie tout ma gratitude et mes vertus à mes chers parents qui m'ont aidé et qui n'ont épargné aucun effort pour m'instruire par leur sacrifice qu'ils trouvent ici le témoignage de profond respect et ma reconnaissance infinie.*

*A mes très chers parents, qui sont toujours derrière moi à tout moment.*

*A tous les membres de ma grande famille ;*

*A tous mes amis ;*

*A toute personne qui a contribué, de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.*

*Rechdi* 

*Tout d'abord, grâce à mon Dieu pour tous les cas dans tout l'argent et Mon Chère mère et Mon Chère père pour son Support et assistance*

*et je tenon à remercier Monsieur HEMMAK Allaoua, pour l'intérêt qu'il je a porté pendant la durée du projet, pour ses remarques constructives, son aide et ses précisions lors du suivi.*

*Je remercie également Monsieur BRAHIMI Mahmoud, chef de département des technologies de l'information et de la communication, pour son aide et ses conseils.*

*De façon plus générale, Je remercie toutes les enseignants et les personnes qui ont contribué de près ou de loin dans notre projet.*

## Table des matières

INTRODUCTION GENERAL .....	1
<b>Chapitre 01: Les réseaux locaux (Lan)</b>	
1. Introduction .....	3
2. Définition d'un réseau.....	3
3. Définition d'un réseau local « LAN ».....	4
3.1. Fonctions du Réseau LAN .....	4
3.1. Constitution d'un Réseau LAN .....	5
3.2. Standards IEEE.....	5
3.3. L'adressage .....	6
3.4. Topologie d'un réseau local.....	7
3.4.1. Les réseaux locaux en bus.....	7
3.4.2. Les réseaux locaux en boucle (Ring) .....	8
3.4.3. Les réseaux locaux en étoile (star).....	9
4. Ethernet .....	10
4.1. L'Ethernet IEEE 802.3 de première génération .....	10
4.2. Organisation Physique D'un Réseau Ethernet .....	11
5. Réseaux locaux sans fil .....	11
5.1. Standards Des Réseaux Sans Fil .....	12
5.2. Architectures Des Réseaux Sans Fil.....	13
6. La transmission dans les réseaux locaux.....	14
6.1. La transmission en bande de base .....	14
6.2. La transmission large bande .....	15
7. Évolution des réseaux locaux.....	15
8. Conclusion.....	15
<b>Chapitre 02: Les réseaux CPL</b>	
1. Introduction .....	16
2. Contexte de l'étude .....	17
2.1. L'environnement EM domestique et CPL.....	17

2.2.	Les appareils électriques domestiques communicants et non communicants.....	18
3.	État de l'art.....	19
3.1.	Transmission par Courants Porteurs en Ligne .....	19
3.1.1.	Outdoor : accès extérieur.....	20
3.1.2.	Indoor : accès extérieur :.....	21
3.2.	Historique de la technologie CPL .....	21
3.3.	Principe de la technologie CPL .....	23
3.3.1.	La couche de convergence .....	25
3.3.2.	La couche MAC .....	25
3.3.3.	La couche physique.....	26
3.4.	Les techniques de modulation de signal.....	26
3.4.1.	OFDM .....	27
3.4.2.	La modulation à SS .....	27
4.	Le protocole réseau CSMA / CA .....	28
5.	Sécurité des réseaux CPL.....	30
6.	Avantages et inconvénients .....	30
6.1.	Avantages.....	30
6.2.	Inconvénients :.....	31
6.3.	Les Solution CPL .....	32
6.4.	Les adaptateurs CPL.....	32
7.	Evolutions : .....	33
7.1.	La nouvelle génération CPL : devolo dLAN® 1200+ .....	33
7.2.	Application devolo Cockpit.....	33
7.3.	dLAN-Le réseau à domicile très facile.....	33
7.4.	Recherche et développement chez les constructeurs .....	33
7.5.	Recherche et développement chez EDF.....	34
7.6.	Projet 6 Power : IPV6 et CPL .....	34
8.	Statut normatif actuel .....	34

9. Conclusion.....	37
--------------------	----

### **Chapitre 03: Les flux multimédia**

1. Introduction .....	38
2. La multimédia .....	38
2.1. Les caractéristiques des flux multimédias.....	38
3. L'Audio DIGITAL.....	39
3.1. La Compression.....	40
3.2. L'Audio SUR L'INTERNET .....	41
3.2.1. Streaming Audio.....	41
4. La vidéo.....	41
4.1. Analogue et vidéo de digital.....	42
4.2. La compression.....	43
4.3. Vidéo sur l'internet.....	43
4.4. Streaming vidéo.....	44
4.4.1. Le transport des données multimédias .....	45
4.4.2. Acteurs du streaming.....	46
5. La diffusion sur un réseau IP.....	47
5.1. Les Types de la diffusion :.....	47
6. Les domaines d'applications de streaming .....	47
6.1. Streaming vidéo à la demande.....	48
6.2. La vidéoconférence .....	48
6.3. Streaming pair-à-pair vidéo.....	48
7. Conclusions .....	48

### **Chapitre 04: Réalisation et Comparaison « CPL & Ethernet »**

1. Introduction .....	49
2. Le CPL, alternative aux réseaux WiFi et Ethernet.....	49
3. Comparaison Ethernet Wi-Fi et CPL .....	50
3.1. Installation .....	50
3.2. Portée .....	51

3.3.	Sécurité .....	51
3.4.	Performances .....	51
4.	La réalisation .....	55
4.1.	Environnement logiciel de développement .....	55
4.1.1.	Langage de programmation .....	55
4.1.2.	Les bibliothèques utilisées .....	55
5.	Les principales fonctionnalités du Système .....	56
5.1.	Coté Distributeur .....	56
5.1.1.	Diffusion un Vidéo .....	56
5.1.2.	Diffusion la Cam .....	56
5.2.	Coté Récepteur .....	56
5.2.1.	Réception de Vidéo .....	56
5.2.2.	Réception de Cam .....	56
6.	Test et conception de l'application .....	56
6.1.	La fenêtre principale .....	57
6.2.	La fenêtre de Diffusion Vidéo .....	57
6.3.	La fenêtre de Diffusion Cam .....	58
6.4.	La fenêtre Paramètre .....	58
6.5.	La fenêtre principale « Récepteur » .....	59
6.6.	La fenêtre de réception Vidéo .....	59
6.7.	La fenêtre de réception Cam .....	60
6.8.	La fenêtre Paramètre « Récepteur » .....	60
7.	Conclusion .....	61
	CONCLUSION GENERAL .....	62

## Liste des figures

<b>Figure 1</b> : Modèle IEEE des réseaux locaux .....	6
<b>Figure 2</b> : Format général des adresses MAC .....	6
<b>Figure 3</b> : Topologie en bus .....	8
<b>Figure 4</b> : Topologie en anneau .....	9
<b>Figure 5</b> : Topologie en étoile .....	10
<b>Figure 6</b> : Format de la trame Ethernet et IEEE 802.3 .....	11
<b>Figure 7</b> : Les différents réseaux sans fil .....	12
<b>Figure 8</b> : Réseaux outdoor .....	20
<b>Figure 9</b> : Réseaux Indoor .....	21
<b>Figure 10</b> : Coupleurs inductif et capacitif .....	23
<b>Figure 11</b> : Couplage des signaux .....	24
<b>Figure 12</b> : Modèle OSI .....	24
<b>Figure 13</b> : Modèle CPL HomePlug .....	25
<b>Figure 14</b> : Schéma synoptique de la couche physique .....	26
<b>Figure 15</b> : mécanisme de modulation SS .....	28
<b>Figure 16</b> : Mécanisme de transmissions du CSMA/CA .....	29
<b>Figure 17</b> : devolo 650triple .....	32
<b>Figure 18</b> : tp_link-tl-wpa .....	32
<b>Figure 19</b> : dLAN-500-AV .....	32
<b>Figure 20</b> : Connexion-Wifi .....	53
<b>Figure 21</b> : Connexion-Ethern .....	53
<b>Figure 22</b> : Connexion-CPL .....	54
<b>Figure 23</b> : Fenêtre « principale » .....	57
<b>Figure 24</b> : Fenêtre « diffusion vidéo » .....	57
<b>Figure 25</b> : Fenêtre « diffusion Cam » .....	58
<b>Figure 26</b> : Fenêtre « Paramètre » .....	58
<b>Figure 27</b> : Fenêtre « Principal Récepteur » .....	59
<b>Figure 28</b> : Fenêtre « Réception Vidéo » .....	60
<b>Figure 29</b> : Fenêtre « Réception Vidéo » .....	60
<b>Figure 30</b> : Fenêtre «Paramètre Récepteur » .....	61

## Liste des tableaux

<b>Tableau : 1</b>	Eléments du Réseau LAN .....	<b>5</b>
<b>Tableau : 2</b>	Normes WLAN .....	<b>13</b>
<b>Tableau : 3</b>	Normes WPAN .....	<b>13</b>
<b>Tableau : 4</b>	Classification des réseaux électriques .....	<b>19</b>
<b>Tableau : 5</b>	Évolution de la bande passante et des performances du CPL .....	<b>22</b>
<b>Tableau : 6</b>	Limitation des perturbations conduites, communication CPL désactivée .....	<b>36</b>
<b>Tableau : 7</b>	Limitation des perturbations conduites, communication CPL activée .....	<b>37</b>
<b>Tableau : 8</b>	Limitation des perturbations de classe Mesurées à 10 m .....	<b>37</b>
<b>Tableau : 9</b>	dégradations et les Limite des données multimédias .....	<b>45</b>
<b>Tableau : 10</b>	Application et les Bande passante des données multimédias .....	<b>45</b>
<b>Tableau : 11</b>	Tableau comparative .....	<b>52</b>
<b>Tableau : 12</b>	tableau croisé de compatibilité les normes et technologies de communication..	<b>55</b>

## INTRODUCTION GENERAL

La révolution technologique engagée depuis des siècles n'a cessé de donner naissance à une multitude de technologie. Depuis pas mal de temps, les réseaux informatiques occupent une place très importante dans notre société (que ça soit au niveau des entreprises ou des particuliers). Les réseaux informatiques sont nés du besoin de relier des terminaux distants à un site central puis des ordinateurs entre eux et enfin des machines terminales, telles que stations de travail ou serveurs. Dans un premier temps, ces communications étaient destinées au transport des données informatiques. Aujourd'hui, l'intégration de la parole téléphoniques de la vidéo est généralisée dans les réseaux informatiques, même si cela ne va pas sans difficulté. Du ce dernier nous mentionnons Les réseaux locaux, ou LAN (Local Area Network)

C'est pour cela que nous nous intéressons sur cette nouvelle technologie encore peu connu du public qui n'est autre que le courant porteur en ligne CPL(Courant porteur Ligne). En effet, la technologie des courants porteurs en ligne ou CPL transforme le réseau électrique en support pour le transport de données informatiques. Grâce aux techniques de modulation, les ingénieurs sont parvenus à faire cohabiter le courant électrique de basse fréquence (50 Hz) avec des données transmises sur une bande comprise entre 1 et 30 MHz (de 4,3 à 20,9 MHz en ce qui concerne le Home Plug, le standard le plus répandu, développé pour la domotique).

Plus largement, le réseau électrique constitue une infrastructure qui couvre presque tout le territoire, même les zones les moins denses en population. On comprend mieux les enjeux du CPL pour réduire la fameuse fracture numérique et permettre un accès généralisé à Internet et la meilleure utilisation est la diffusion d'un flux Multimédia. Dit également diffusion d'un flux audio ou vidéo à plusieurs destinataires, dans le cadre d'une conférence, par exemple. Un même film vidéo peut ainsi être dupliqué en autant de flux qu'il y a de destinataires, alors La démarche méthodologique adoptée est descriptive et analytique avec la technique de collecte d'information basée sur la recherche documentaire et la présentation de l'aspect pratique dans la manipulation des flux multimédia sur la qualité de cette transmission(Les réseaux CPL) par un petite réalisation de system qui permettant de diffuser la vidéo en streaming (multicast ou broadcast) à travers un réseau local LAN.

Pour atteindre mon objectif derrière ce travail, ce mémoire est organisé et structuré en quatre Chapitres comme suit :

- Le premier chapitre est décrit généralités sur les LAN
- le deuxième est axé sur l'étude de la technologie des courants porteurs en ligne(CPL)
- la troisième chapitre est définir le flux multimédia dans les réseaux
- la quatrième chapitre est la partie pratique.

# Chapitre 1

## Les réseaux locaux (LAN)

# CHAPITRE 1 : LES RESEAUX LOCAUX (LAN)

## 1. Introduction

Les notions couvertes par le Réseau Local d'Entreprise LAN (Local Area Network) sont vastes. En effet le terme LAN englobe un ensemble de plus en plus étendu de matériels et de logiciels composant ainsi un RL qui va du réseau « de bureau », constitué autour d'un micro - ordinateur serveur, comprenant quelques postes de travail, en passant par le réseau en grappe organisé autour de micro - ordinateur ou système départementaux, doté de nombreux postes de travail sur lesquels « tournent » des applications et on peut aller ainsi jusqu'au réseau « mondial » dans lequel des réseaux sont interconnectés entre eux en formant une gigantesque toile d'araignée internationale dont Internet et le Web sont exemple typique. Ce premier chapitre nous allons présenter les concepts et les principales caractéristiques du réseau LAN.

## 2. Définition d'un réseau

**Réseaux « informatique »** : ensemble d'ordinateurs et de terminaux interconnectés pour échanger des informations numériques.

Ensemble d'ordinateurs reliés entre eux grâce à des lignes physiques et échangeant des informations sous forme de données numériques (des valeurs binaires, c'est-à-dire codées sous forme de signaux pouvant prendre deux valeurs : 0 et 1).

Le présent ouvrage s'intéressera bien évidemment aux réseaux informatiques.

Il n'existe pas un seul type de réseaux, car historiquement il existe des types d'ordinateurs différents, communiquant selon des langages divers et variés. De plus, les supports physiques de transmission les reliant peuvent être très hétérogènes, que ce soit au niveau du transfert de données (circulation de données sous forme d'impulsions électriques, sous forme de lumière ou bien sous forme d'ondes électromagnétiques) ou bien au niveau du type de support (lignes en cuivres, en câble coaxial, en fibre optique ou électrique...).

Un réseau est un ensemble d'objets interconnectés les uns avec les autres. Il permet de faire circuler des éléments entre chacun de ces objets selon des règles bien définies. [2]

### **3. Définition d'un réseau local « LAN »**

Un réseau local est un ensemble d'éléments matériels et logiciels, qui mettent en relation physique et logique, des ordinateurs et leurs périphériques, à l'intérieur d'un site géographique limité. Son but est de permettre le partage de ressources communes entre plusieurs utilisateurs. Un réseau local se caractérise par des équipements géographiquement proches les uns des autres et qui coopèrent en utilisant le support de transmission pour diffuser les données. L'ensemble des autres équipements du réseau reçoit tout bit émis par un équipement du réseau local. Cette particularité est à la base des architectures spécifiques de réseaux locaux, standardisées dans les années 1980. [3]

De taille supérieure, s'étendant sur quelques dizaines à quelques centaines de mètres, le Local Area Network (LAN), en français réseau local d'entreprise (RLE), relie entre eux des ordinateurs, comme, des serveurs... Il est couramment utilisé pour le partage de ressources communes, comme des périphériques, des données ou des applications. [1]

#### **3.1. Fonctions du Réseau LAN**

Les fonctions suivantes sont réalisées par la majorité des réseaux locaux :

- Partage de fichiers, autorisant le travail à plusieurs utilisateurs, simultanément et sans dommage, sur une même base des données, sur les mêmes fichiers, ou avec le même logiciel (tableur, traitement de texte...)
- Partage d'applications bureautiques (suite office, Star Office,...) ou autres ;
- Attribution de droits d'accès aux fichiers, allant du non - accès, à la faculté de création et de mise à jour, en passant par la simple consultation.

### 3.1. Constitution d'un Réseau LAN

Un réseau local est généralement constitué des équipements ci -après :

- Les répéteurs : ils permettent de régénérer un signal,
- Les concentrateurs (hubs) : ils permettent la connexion entre plusieurs hôtes.
- Les ponts (bridges) : ils permettent de relier des réseaux locaux de même type.
- Les commutateurs (Switch) : ils permettent de relier divers éléments tout en le segmentant.
- Les câbles : est Les moyens matériel que permettent de transfert les l'information numérique à travers les réseaux

Type	Ressources	Carte réseau	Adaptateur réseau	Liens de connexion
Réseau filaire (Ethernet)	 PC Ordinateurs Imprimante Modem Graveur CD	 Carte réseau RJ45	 Le "HUB" ou le "SWITCH"	 Câble à "paire torsadée" (RJ45)
Réseau sans fil (WIFI)		 Carte PCI WIFI	 Routeur WIFI	 "Ondes radio" ou "ondes hertziennes".

**Tableau 1** Eléments du Réseau LAN

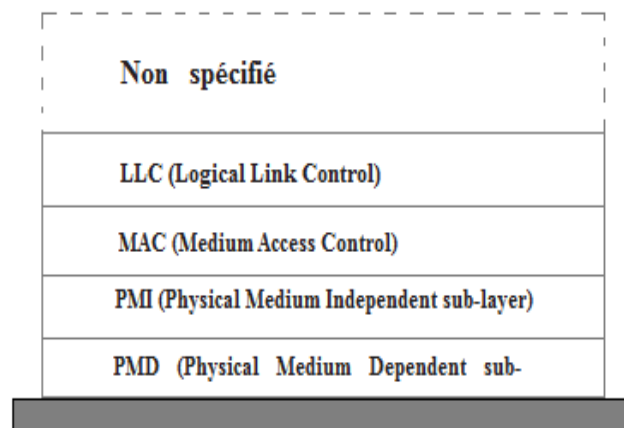
### 3.2. Standards IEEE

Le comité 802 de l'IEEE, essentiellement constitué de représentants des constructeurs américains, s'est occupé de l'architecture des réseaux locaux. Plusieurs documents définissent l'architecture proposée (voir figure 1) :

- Le standard 802.1 définit le contexte général des réseaux locaux informatiques.
- Le standard 802.2 définit la couche Liaison de données.
- Les standards 802.3, 802.4, 802.5 et 802.6 définissent différents protocoles d'accès au support, pour plusieurs types de supports physiques : paire métallique, câble coaxial ou fibre optique.
- Le standard 802.11 définit un protocole d'accès pour les réseaux locaux sans fil (WLAN, Wireless LAN).

D'autres standards ont vu le jour ultérieurement, au fur et à mesure de l'évolution technologique.

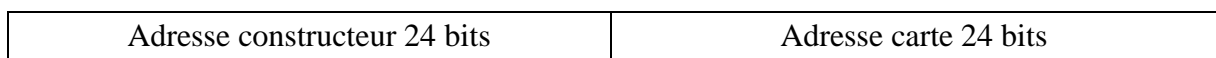
Par rapport au modèle OSI, l'architecture normalisée dans les réseaux locaux découpe la couche Liaison en deux sous-couches : MAC (Medium Access Control) et LLC (Logical Link Control). La première règle l'accès au support partagé. Elle filtre les trames reçues pour ne laisser passer que celles réellement destinées à l'équipement concerné. La seconde gère l'envoi des trames entre équipements, quelle que soit la technique d'accès au support. Les spécifications de l'IEEE ne concernent donc pas les couches situées au-dessus de LLC. [5]



**Figure 1** Modèle IEEE des réseaux locaux

### 3.3. L'adressage

Dans les réseaux locaux, l'adresse utilisée est une adresse physique qui se gère au niveau du matériel. Elle possède un format défini par l'IEEE sur 16 ou sur 48 bits. Ce dernier format constitue l'adressage universel des équipements : il correspond à un numéro de série dont un premier champ de 24 bits donne le constructeur de la carte (champ attribué par l'IEEE). Le second champ de 24 bits, librement choisi par le constructeur, est le numéro de la carte elle-même. De cette façon, toute carte réseau d'un ordinateur possède une adresse physique unique dans le monde. Le format universel sur 48 bits est le plus utilisé (voir figure2). Il est généralement baptisé adresse MAC, du nom de cette couche. Adresse universelle sur 48 bits[1]



**Figure 2** Format général des adresses MAC.

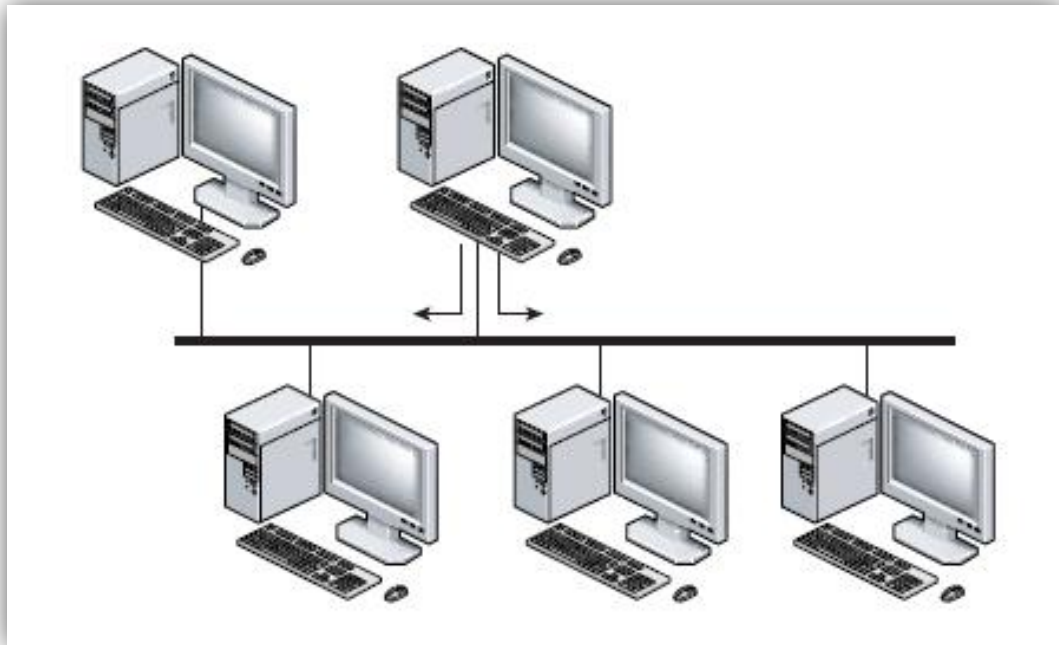
On peut également définir des adresses de groupe qui englobent plusieurs utilisateurs. Par exemple, dans le format universel, l'adresse de diffusion (ou broadcast) correspond à l'ensemble des équipements d'un réseau local. Dans cette adresse, tous les bits sont à 1. On l'écrit : FF:FF:FF:FF:FF:FF en hexadécimal.

### **3.4. Topologie d'un réseau local**

La topologie désigne la façon dont les diverses machines d'un réseau sont interconnectées, ce mot étant à prendre au sens large. Il faut distinguer la « topologie logique » ou réelle (celle que voit le réseau lorsqu'il regarde les machines) et le « topologie physique » ou apparente (celle que voit l'utilisateur lorsqu'il suit les chemins de câbles). Souvent la « topologie physique » et la « topologie logique » peuvent se trouver soit confondues, soit différents, soit combinées. Par exemple, certains systèmes appartiennent à une même topologie logique (celle qui est importante pour le réseau et pour comprendre comment circule l'information), alors qu'ils mettent en œuvre une topologie physique (celle qui est importante pour comprendre comment raccorder électriquement les machines) différentes. Les topologies les plus répandues dans les réseaux locaux sont le Bus, l'Etoile (star) et l'anneau (Ring). [3]

#### **3.4.1. Les réseaux locaux en bus**

La topologie en bus consiste à utiliser un long câble, sur lequel les différents équipements se raccordent en série, pour qu'il n'y ait qu'un seul chemin sans boucle entre deux équipements du réseau local. Chaque station peut accéder à tout moment au support commun pour émettre. Les données sont diffusées à toutes les stations. Le temps de propagation n'étant pas nul, il peut se produire des collisions lorsque différentes stations émettent au même moment. L'exemple type d'une topologie en bus est illustré figure 3. Cette topologie permet de faire des communications point à point et se prête naturellement à la diffusion. En revanche, toute coupure du bus entraîne une panne complète du réseau.



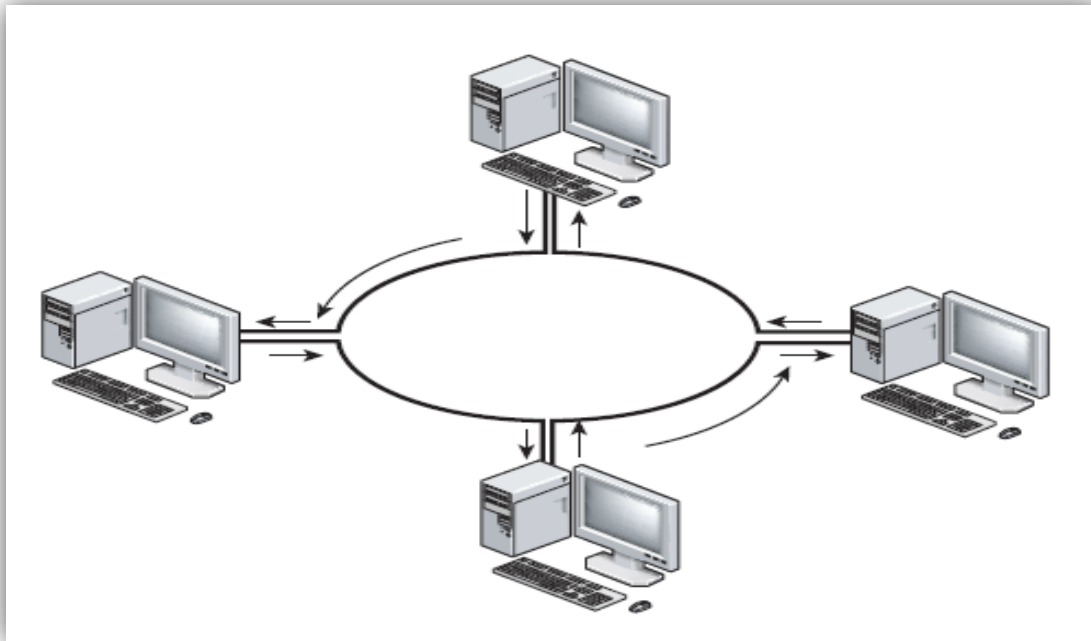
**Figure 3** Topologie en bus

### 3.4.2. Les réseaux locaux en boucle (Ring)

Les réseaux locaux en boucle ou anneau ont connu leur heure de gloire avec le Token-Ring d'IBM, à 16 puis 100 Mbit/s, et FDDI (Fiber Distributed Data Interface). Même s'il existe encore de telles structures dans les entreprises,

Les réseaux d'établissement en boucle présentent une difficulté. La régénération des signaux ne s'effectue que dans les cartes coupleurs ajoutées aux machines à connecter.

Or les seules machines à connecter dans un réseau d'établissement sont les ponts de connexion des réseaux départementaux. Les régénérations sont effectuées lorsque le signal passe par ces ponts. Si un pont tombe en panne, ou s'il est déconnecté, il faut aller jusqu'au local technique suivant pour que le signal soit régénéré. C'est la raison pour laquelle il est conseillé de doubler les équipements au niveau de l'établissement ou délimiter la distance entre deux répartiteurs d'étage. Cette dernière solution permet au signal de revenir au premier pont ou d'aller au pont suivant. Et la figure 4 suivante représente Topologie en anneau



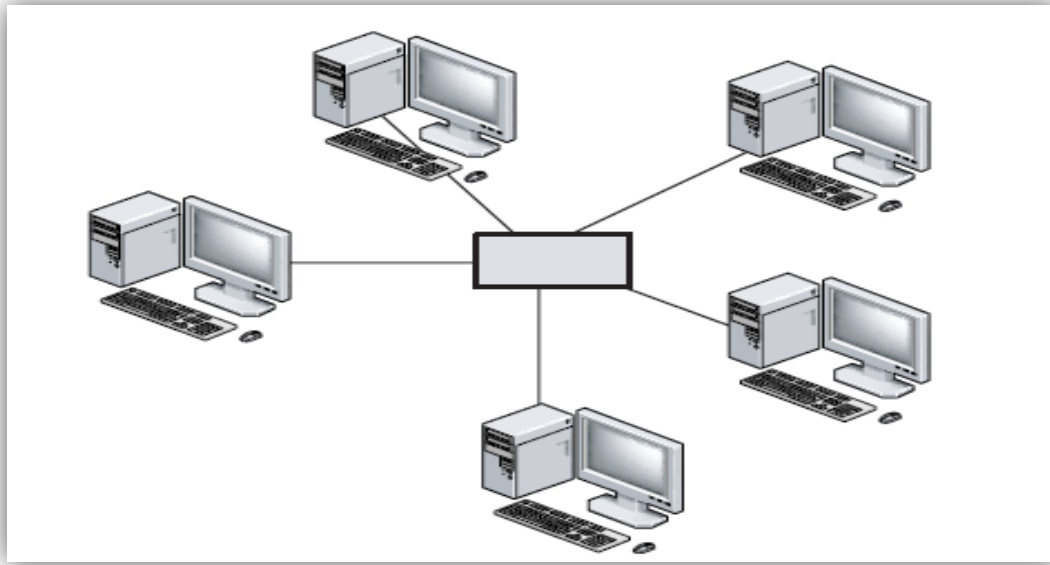
**Figure 4** Topologie en anneau.

### 3.4.3. Les réseaux locaux en étoile (star)

La topologie en étoile est, en fait, la généralisation des liaisons point à point : chaque équipement est relié par une liaison spécifique à un équipement central. La complexité de celui-ci dépend des modes de communication entre stations. Cette topologie présente un point faible : le réseau est inutilisable en cas de panne de l'équipement central, lequel peut constituer un goulet d'étranglement et entraîner la dégradation des performances du réseau s'il est mal dimensionné.

Dans la plupart des cas, l'étoile optique est un composant passif, générant une perte en ligne importante. Pour cette raison, il ne doit pas y avoir plus de 2 ou 3 étoiles optiques passives en série entre deux points de raccordement[3].

Une deuxième possibilité, beaucoup plus classique, consiste à raccorder les répartiteurs par des faisceaux de câbles qui se dirigent vers un point central. C'est la technique utilisée pour le raccordement des panneaux de distribution téléphonique à un autocommutateur privé (PABX) ou des panneaux de distribution banalisés à un PABX multiservice. Et la figure 5 suivant représente topologie en étoile.



**Figure 5** Topologie en étoile

## 4. Ethernet

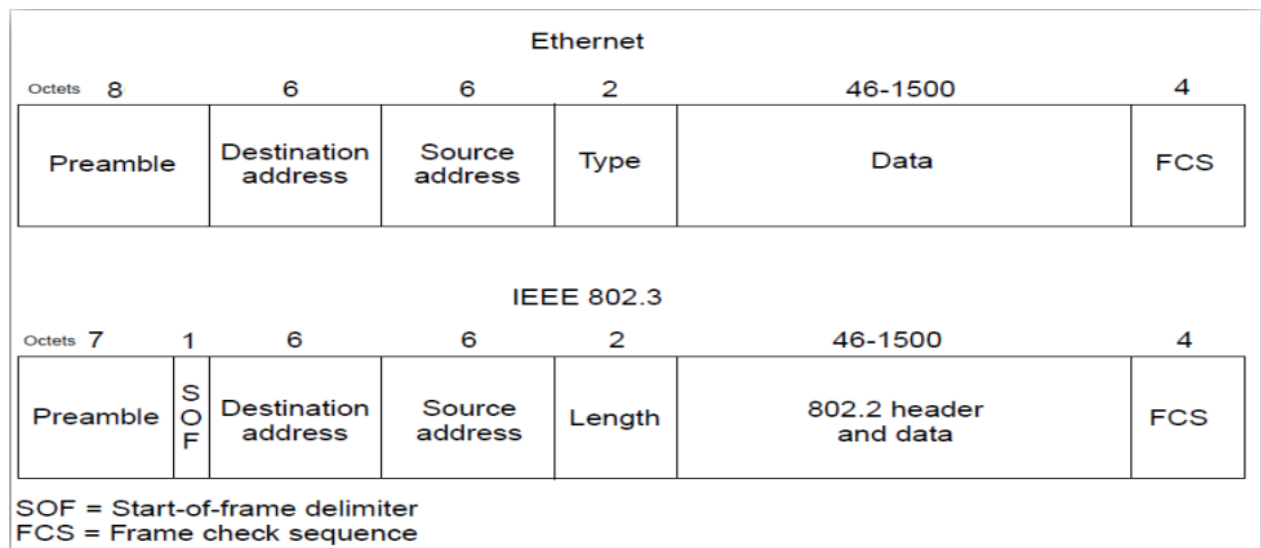
Est un protocole de réseau local à commutation de paquets. Bien qu'il implémente la couche physique (PHY) et la sous-couche Media Access Control (MAC) du modèle IEEE 802, le protocole Ethernet est classés dans la couche de liaison, car les formats de trames que le standard définit sont normalisés et peuvent être encapsulés dans des protocoles autres que ses propres couches physiques MAC et PHY. Ces couches physiques font l'objet de normes séparées en fonction des débits, du support de transmission, de la longueur des liaisons et des conditions environnementales[2].

### 4.1. L'Ethernet IEEE 802.3 de première génération

La société Xerox a développé Ethernet en 1976. Ce fut le premier produit de réseau local utilisant le mécanisme CSMA/CD sur un bus physique. Vu son grand succès, les sociétés Xerox, DEC et Intel ont décidé d'en faire un standard qui a servi de base au comité IEEE pour sa norme 802.3, même si Ethernet et le standard IEEE 802.3 diffèrent sur des points mineurs. La réussite d'Ethernet a été considérable : il est d'usage courant maintenant d'appeler Ethernet tout réseau local utilisant CSMA/CD, même s'il n'a plus grand-chose en commun avec le réseau initial [4].

## 4.2. Organisation Physique D'un Réseau Ethernet

Les réseaux IEEE 802.3 utilisent une transmission en bande de base avec un code Manchester, Le réseau est organisé en un ou plusieurs segments, reliés de façon à conserver la structure de bus (voir figure 6). Afin que tous les équipements reçoivent un signal de puissance suffisante, la longueur de chaque segment est limitée. Pour des longueurs supérieures, il faut utiliser des répéteurs, qui décodent et amplifient les signaux reçus sans les interpréter. Ils contribuent à augmenter légèrement le délai de propagation et relient différents segments de façon à former un seul bus logique et un seul domaine de collision (ensemble des stations susceptibles de provoquer des collisions en cas d'émissions simultanées). Pour limiter les risques de collision, le standard impose un délai de propagation aller et retour du signal strictement inférieur à 51,2 microsecondes

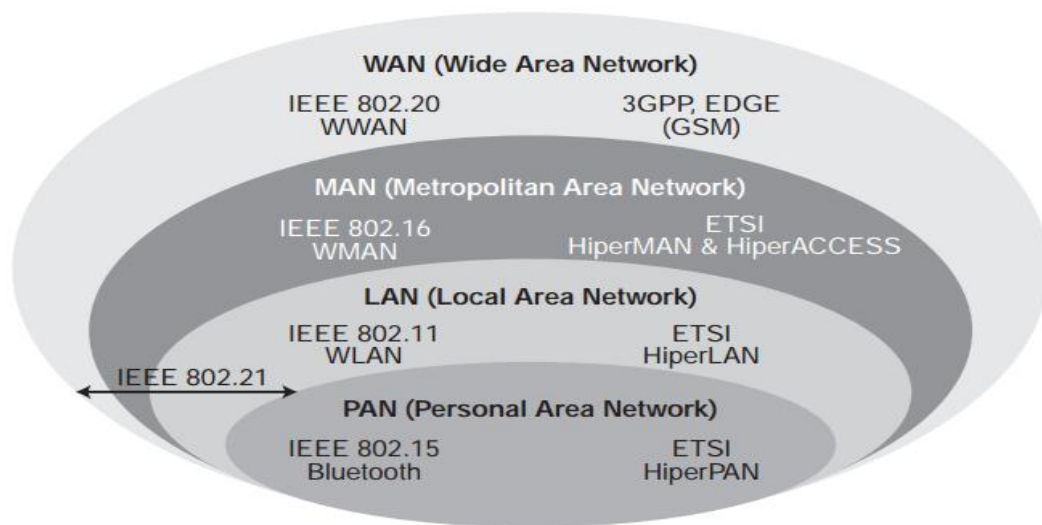


**Figure 6** Format de la trame Ethernet et IEEE 802.3

## 5. Réseaux locaux sans fil

Pour qu'une technologie puisse émerger, elle doit offrir, outre de nouvelles fonctionnalités, une certaine compatibilité avec des normes ou standards existants. Les contraintes qui ont guidé les concepteurs dans leurs choix techniques pour concevoir des réseaux sans fil étaient nombreuses : trouver une bande de fréquences disponible (de préférence mondiale) pour une grande diffusion des produits, tenir compte de la portée limitée des signaux radio, préserver la confidentialité des communications et de la durée de vie limitée des batteries des stations nomades, disposer d'une bande passante suffisante pour que le système soit viable

économiquement et assurer une compatibilité ascendante. Le standard 802.11 pour réseaux locaux sans fil (WLAN, Wireless LAN) a été conçu pour être compatible avec Ethernet. De ce fait, les protocoles situés au-dessus de la couche MAC sont utilisés sans aucune modification [3]. Les réseaux locaux sans fil sont en plein développement du fait de la flexibilité de leur interface, qui permet à un utilisateur de changer de place dans l'entreprise tout en restant connecté. Ces réseaux atteignent des débits de plusieurs mégabits par seconde, voire de plusieurs dizaines de mégabits par seconde. Bien que plusieurs de ces réseaux, tels Wi-Fi ou WiMax, ne soient pas directement des réseaux de la boucle locale, ils commencent à être utilisés pour recouvrir une ville ou une agglomération voir le figure 7. [4]



**Figure 7** Les différents réseaux sans fil

### 5.1. Standards Des Réseaux Sans Fil

On distingue deux grandes catégories de réseaux sans fil, selon leur usage et les performances attendues (voir tableaux 2 et 3) :

- réseaux sans fil (WLAN) compatibles Ethernet, standardisés par 802.11
- réseaux sans fil (WPAN, Wireless Personal Area Network), reliant des assistants personnels (PDA), téléphones, etc. Standardisés par 802.15, ils sont plus connus sous le nom de Bluetooth

<b>Normes WLAN Nom</b>	<b>Débit Pratique</b>	<b>Théorique en Mbit/s</b>	<b>Portée max</b>
<b>ETSI 300 652</b>	<b>Hiperlan1</b>	<b>20</b>	<b>-</b>
<b>ETSI (en cours)</b>	<b>Hiperlan2</b>	<b>54</b>	<b>30 m</b>
<b>802.11a</b>	<b>Wi-Fi</b>	<b>54</b>	<b>40 m</b>
<b>802.11b</b>	<b>Wi-Fi</b>	<b>11</b>	<b>90 m</b>
<b>802.11g</b>	<b>Wi-Fi</b>	<b>54</b>	<b>70 m</b>
<b>HomeRF 1.0</b>	<b>HomeRF</b>	<b>1,6</b>	<b>50 m</b>

Tableau 2 Normes WLAN

<b>Normes WPAN Nom</b>	<b>commercial Débit</b>	<b>théorique en Mbit/s</b>	<b>Portée max</b>
<b>IrDA</b>	<b>FIR (Fast IR)</b>	<b>4</b>	<b>1 m</b>
<b>802.15.1</b>	<b>Bluetooth</b>	<b>1</b>	<b>30 m</b>
<b>802.15.3</b>	<b>Bluetooth 2</b>	<b>12</b>	<b>10 m</b>
<b>802.15.4</b>	<b>Zigbee</b>	<b>0,250</b>	<b>75 m</b>

Tableau 3 Normes WPAN

## 5.2. Architectures Des Réseaux Sans Fil

Deux modèles d'architecture sont à considérer : les réseaux ad hoc et les réseaux à infrastructure. Dans les réseaux ad hoc, les communications s'effectuent en point à point entre les stations. C'est le modèle de fonctionnement des WPAN. Dans les réseaux à infrastructure, le réseau est géré par une ou plusieurs bases (ou bornes ou points d'accès). Lorsqu'un réseau comprend plusieurs bornes, celles-ci sont raccordées par un réseau Ethernet filaire. Chaque borne offre un ensemble de services appelés BSS (Basic Service Set). Les bases servent de ponts entre le réseau filaire et le réseau sans fil. Lorsqu'il existe plusieurs bornes, il faut mettre en place un service étendu afin

de permettre aux utilisateurs de se déplacer d'une base à l'autre. L'ensemble des bornes constitue le système de distribution. Outre l'acheminement des données, les services fournis par un système de distribution sont :

- L'authentification (pour ajouter une station dans le réseau). Elle se fait le plus souvent par l'adresse MAC. L'authentification est le service opposé au précédent qui gère correctement la sortie d'une station du WLAN.

- L'association. Elle permet à une station d'échanger des données via un point d'accès auprès duquel elle s'est identifiée. La réassociation permet d'aller d'une base à l'autre tandis que la désassociation permet de quitter une base ou le WLAN.

- La confidentialité. Cela consiste à utiliser une méthode de chiffrement.
- La distribution. C'est l'équivalent du routage dans un réseau classique

## **6. La transmission dans les réseaux locaux**

Avant de transmettre l'information sur un support de transmission, on doit la coder de façon adéquate. Les réseaux locaux présentent la particularité de demander de très hauts débits sur des distances courtes, de quelques mètres à quelques kilomètres. Dans ce contexte, deux approches sont possibles pour le codage des éléments binaires provenant des applications : [4]

- L'information est véhiculée directement en bande de base.
- Les signaux numériques sont modulés sur une porteuse, et chaque type d'information se voit allouer une bande passante en fonction de ses besoins. C'est l'approche dite large bande.

### **6.1. La transmission en bande de base**

La transmission en bande de base est la plus simple, puisque aucune modulation n'est nécessaire. La suite binaire représentant l'information est directement transmise sur le support par des changements introduits dans les signaux représentant l'information sous forme de transitions de tension, ou d'impulsions lumineuses si l'on utilise la fibre optique. Les signaux en bande de base sont sujets à une atténuation, dont l'importance dépend du support employé. Ils doivent donc être régénérés périodiquement sur une longue distance. Cette régénération s'effectue à l'aide de répéteurs, qui reçoivent les signaux et les mémorisent une fraction de seconde avant de les retransmettre sur la ligne sortante.

## 6.2. La transmission large bande

Cette méthode utilise le multiplexage en fréquence. Différents canaux sont créés, résultant de la division de la bande passante du support en plusieurs sous-bandes de fréquences. Cette technique a l'avantage d'autoriser des transmissions simultanées indépendantes. Chaque appareil sur le câble est équipé d'un modem particulier. Cela permet de choisir le mode de transmission, numérique ou analogique, le mieux adapté et le plus efficace pour le type d'information à transmettre. Par exemple, les données informatiques sont émises sur une bande numérique, et la voix et l'image sur une bande analogique. La transmission large bande augmente toutefois le coût de connexion par rapport à un réseau en bande de base, plus simple à installer et généralement moins cher

## 7. Évolution des réseaux locaux

Si Ethernet a été initialement conçu pour fonctionner sur des câbles coaxiaux à un débit de 10 Mbit/s, il est devenu le réseau local le plus répandu, dès qu'on a pu utiliser le câblage téléphonique et les paires métalliques. Deux évolutions majeures ont eu lieu simultanément l'utilisation de débits plus élevés et l'apparition des commutateurs. Enfin, l'avancée technologique a permis l'avènement des réseaux sans fil dont le développement est en plein essor, en raison du confort de raccordement qu'ils procurent.

## 8. Conclusion

L'utilisation d'un support unique partagé entre plusieurs utilisateurs d'un réseau local nécessite la mise en œuvre de méthodes d'accès spécifiques (accès aléatoire avec détection de porteuse ou mécanismes à jetons). Par ailleurs, les réseaux locaux permettent la diffusion de l'information dans tout le réseau. Grâce à sa simplicité et sa capacité d'adaptation, Ethernet est le réseau le plus répandu. Depuis les origines, il a su évoluer du réseau en bus à 10 Mbit/s jusqu'au réseau en étoile autour d'un commutateur pouvant gérer des réseaux locaux virtuels avec des débits dépassant le Gbit/s. Selon le niveau de l'interconnexion, les réseaux locaux se relient au monde extérieur par différentes équipements répéteurs, ponts, commutateurs, commutateurs-routeurs, routeurs et passerelles. En outre, nous avons présenté les particularités des réseaux locaux sans fil.

# **Chapitre 2**

## **Les Réseaux CPL**

## 1. Introduction

La technologie CPL est le facteur principal de la convergence numérique dans l'habitat. Elle représente l'extension des systèmes xDSL dans l'habitat car elle permet de récupérer les données à partir de n'importe quelle prise électrique. La transmission des données sur le réseau électrique n'est pas un nouveau concept. Il a été utilisé en 1950 pour la commande des relais à distance en utilisant des signaux basses fréquences. Actuellement ce type de transmission utilise des fréquences allant de quelques kHz à des dizaines de MHz. Cependant, le réseau électrique n'est pas conçu pour supporter des signaux situés dans cette gamme de fréquences. Son rôle principal est de transporter l'énergie électrique afin d'alimenter les dispositifs électriques généralement rencontrés dans l'environnement domestique.

L'objectif de ce chapitre est triple, il permettra tout d'abord de décrire la diversité de l'environnement domestique, de présenter le réseau de distribution électrique et de décrire la situation normative de la technologie CPL.

Dans un premier temps nous, présenterons l'état de l'art relatif à l'environnement électromagnétique de l'habitat, à la coexistence des systèmes CPL et aux sources de perturbation électromagnétique. L'historique de la technologie CPL sera également exposé.

Dans un second temps, nous décrirons le principe de fonctionnement des modems CPL HomePlug AV... et nous nous focaliserons sur l'évolution de la technologie CPL et de celle des normes CEM. Le statut normatif de cette technologie sera aussi exposé. Nous présenterons enfin les standards CPL et les différentes spécifications issues des alliances formées par les acteurs mondiaux de cette technologie.

## 2. Contexte de l'étude

### 2.1. L'environnement EM domestique et CPL

Les technologies xDSL sont les solutions actuelles pour l'accès au haut débit ainsi qu'aux services proposés à ce jour (données-vidéo-VoIP) pour tout abonné à la téléphonie classique en Europe. Leur particularité réside dans l'utilisation d'un réseau cuivre existant Dédié à la transmission de la parole pour véhiculer des données numériques dans la bande 44kHz-2,2MHz [12]. En complément, la technologie CPL est le moyen le plus utilisé ces dernières années pour rendre possible l'accès aux services hauts débits dans l'ensemble de l'habitat. L'originalité de cette technologie réside dans l'utilisation d'un support de transmission installé par défaut dans l'habitat qui est le réseau de distribution de l'énergie électrique domestique, appelé aussi réseau «Indoor». Sa bande passante est située entre 1,8MHz et 30MHz. La technologie CPL est actuellement considérée comme le facteur majeur du développement de la convergence numérique dans l'habitat. Le déploiement massif des systèmes de communication dans un environnement domestique associé à l'utilisation des fréquences de plus en plus élevées, laisse apparaître de nouveaux problèmes de compatibilité électromagnétique (CEM) [16]. Ces perturbations ont une relation étroite avec l'environnement électromagnétique domestique et le support de transmission. Plus la bande passante est importante, plus le support physique est susceptible de rayonner. Les systèmes DSL sont principalement sensibles aux interférences électromagnétiques et aux bruits d'origine naturelle (bruits cosmique et atmosphérique) [16]. Ils sont également vulnérables aux bruits générés par les différents éléments rencontrés par le câble téléphonique jusqu'à son arrivée dans l'habitat. Nous citons comme exemple les interférences émises par un ascenseur dans un immeuble et couplées sur le câble téléphonique passé dans les colonnes montantes. Les systèmes CPL sont impactés par la topologie du réseau domestique, par l'impédance des appareils domestiques communicants et non communicants et par les différents types de bruits observés sur le réseau électrique domestique. Ces réseaux sont envahis par les appareils électroménagers qui peuvent être de véritables sources de perturbations électromagnétiques. Ces sources génèrent des bruits de différentes natures notamment

le bruit impulsif apériodique émis lors de la mise en route d'un ordinateur ou d'une lampe basse consommation [3]. Cela provoque dans certains cas la détérioration de la qualité des services vidéo et plus généralement des services « temps réel » [13]. Cette dégradation est aussi induite par la variation temporelle rapide du caractère fréquentiel du réseau électrique, elle-même engendrée par la variation de l'impédance des appareils électriques domestiques. Toutefois, les modems CPL ont la capacité de réagir à certaines perturbations lentes ou rapides et de s'adapter à leur support de transmission afin d'assurer le débit nécessaire pour une qualité de service donnée.

## **2.2. Les appareils électriques domestiques communicants et non communicants**

Les équipements et systèmes électriques prévus pour fonctionner dans un environnement résidentiel doivent respecter les normes imposées par la directive européenne, à titre d'exemple la norme EN55022 pour la susceptibilité des appareils de traitement de l'information « ATI » [14]. Ceci devrait permettre à ces systèmes de cohabiter et coexister dans le même environnement. Cependant les moyens de communication filaire et sans fil ne cessent de se développer. La bande de fréquence utilisée par ces différentes technologies est en constante extension, provoquant parfois un chevauchement spectral, par exemple entre les bandes radioamateur et la transmission par courants porteurs et le VDSL (1MHz-30MHz). Même si le support de transmission n'est pas le même, ceci n'empêche pas les systèmes d'interagir mutuellement en provoquant des dysfonctionnements. Les appareils domestiques non communicants provoquent des perturbations non désirées, se propageant sur le réseau électrique, en mode conduit ou en mode rayonné. Les limites de niveau de perturbations imposées par les normes CEM applicables sur les produits électriques déployés au sein de l'habitat n'impliquent pas le bon fonctionnement de l'ensemble de ces équipements dans leur environnement. Les équipements CPL haut débit sont apparus récemment, les normes CEM existantes ne sont pas forcément adaptées à cette nouvelle technologie tant sur l'aspect émission que sur l'aspect immunité. De plus, le comportement du milieu de propagation joue un rôle important vis-à-vis des mécanismes de couplage électromagnétique issus de la transmission CPL ou des équipements électriques en fonctionnement. En effet l'habitat peut être vu comme un milieu hostile aux communications et vis-à-vis des systèmes électriques qui y sont déployés.

### 3. État de l'art

#### 3.1. Transmission par Courants Porteurs en Ligne

La technologie des courants porteurs en ligne (CPL, PLC outre atlantique) permet de transmettre des informations numériques sur le réseau électrique existant. Son architecture s'apparente très fortement aux réseaux filaires RJ45 et sans-fil Wifi. Ici au lieu d'utiliser un câble réseau ou les ondes radio pour transmettre les informations, c'est le réseau électrique existant qui fait office de support de communication. [18]

Le CPL consiste à utiliser un support de transmission existant sans recourir à un câblage supplémentaire. Ce support de transmission est le réseau de transport de l'énergie électrique qui fait office de support de transmission pour la couche physique selon le modèle OSI (Open System Interconnection). Dès lors, il convient de bien comprendre la structure du Réseau électrique qui se distingue par un maillage dense et une topologie complexe. Les réseaux électriques sont partitionnés en plusieurs catégories selon leur niveau de tension comme indiqué dans le Tableau 4. Cette classification des réseaux électriques permet de définir et de distinguer les rôles et les responsabilités des acteurs du réseau électrique (RTE, ERDF, EDF). [10].

Catégorie de réseau électrique	Niveau de tension (France)
THT-Très haute tension	225kV-400kV
HT-Haute tension	65kV-90kV
MT-Moyenne tension	20Kv
BT-Basse tension	380V triphasé et 230V monophasé

**Tableau 4** Classification des réseaux électriques

Le réseau électrique se distingue par son omniprésence et son maillage très dense. Il représente une alternative potentielle au déploiement des câbles téléphoniques, notamment dans les zones rurales. De point de vue de sa structure arborescente, le réseau électrique peut être comparé au réseau commuté de Sonelgaz, même si ce dernier n'est pas présent dans tous les foyers Alegria . Le transformateur HT/MT/BT est le point de concentration de toutes les lignes qui alimentent les bâtiments, les maisons ou les appartements. Le réseau électrique offre la possibilité de réaliser la

couverture du dernier kilomètre d'un réseau de télécommunication [10] Le réseau d'accès internet est connecté aux transformateurs MT/BT à l'aide d'un coupleur, une station de base est installée au pied du transformateur. Son rôle est d'encapsuler les paquets IP issus du réseau internet sous une forme adéquate pour leur transmission sur les câbles électriques. Parallèlement, la station de base collecte les signaux issus des différents terminaux pour les transmettre au réseau d'accès internet. Nous parlons dans ce cas d'une offre « Quadruple Play » : internet, vidéo, VoIP et fourniture d'énergie. Le réseau électrique est décomposé en deux parties vis-à-vis de la transmission CPL. La première partie, nommée « Outdoor » est localisée entre le point de concentration et les compteurs électriques. La deuxième appelée « Indoor » représente le réseau électrique domestique.

### 3.1.1. Outdoor : accès extérieur

Lorsqu'on parle d'OUTDOOR pour les CPL, on est dans la logique dit « Accès dernier kilomètre » pour un accès Internet à Haut Débit à partir du transformateur jusqu'au domicile. figure 8 Il s'agit ici d'un couplage à réaliser au niveau du transformateur (Moyenne Tension/Basse Tension) couplage entre l'accès Internet Haut débit (fibre optique, ligne spécialisée...) et le réseau de distribution Basse Tension Cette mise en œuvre doit donc se faire alors avec la coopération du distributeur d'électricité et d'un fournisseur d'accès Internet De cette manière toute la zone desservie par le transformateur (habitations ou entreprises) peut bénéficier de cet accès distribué via le réseau électrique.[14]

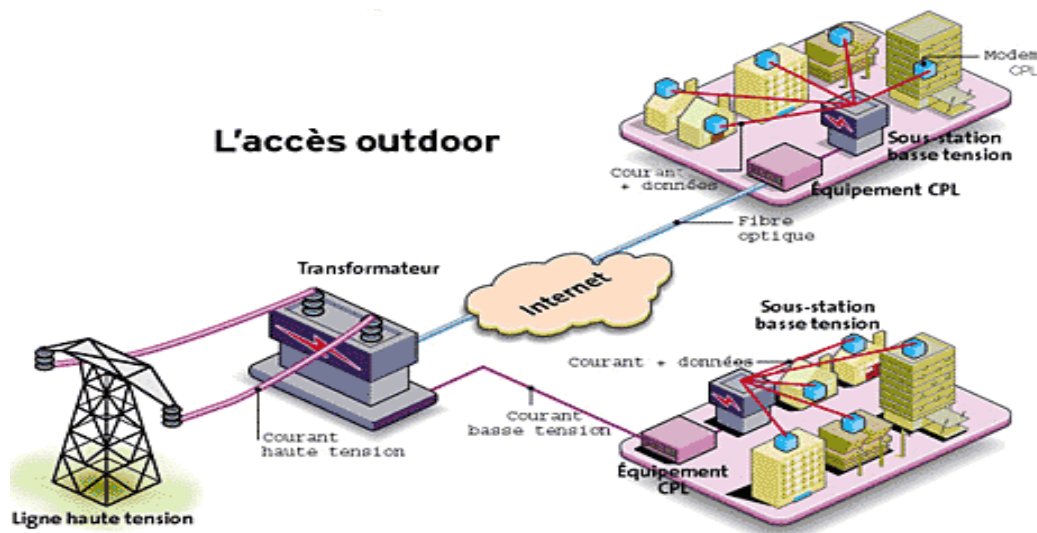


Figure 8 Réseaux outdoor

### 3.1.2. Indoor : accès extérieur :

Le CPL Indoor, par définition, part du fait qu'une connexion Internet est déjà disponible dans l'habitation, elle peut avoir été amenée au domicile par l'ADSL, le câble ou même le PLC outdoor. La mise en œuvre d'une solution CPL en intérieur pour un appartement ou une maison est assez simple puisqu'il suffit généralement de connecter des adaptateurs clients aux ordinateurs, ainsi qu'au réseau électrique. Les produits CPL ont une vocation Plug & Play et sont par définition facilement installables et configurables. Quelques connaissances en réseau ne sont pas de trop pour étudier l'architecture à mettre en place. Par exemple que vous disposiez d'un routeur ou non, la configuration sera différente. Il faut ensuite paramétrer correctement la configuration IP des ordinateurs pour que ceux-ci puissent se joindre. Ce type de paramétrage est identique à un réseau de type câble. [14]

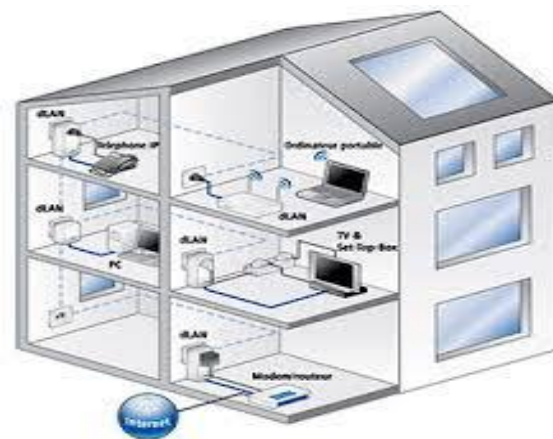


Figure 9 Réseaux Indoor

## 3.2. Historique de la technologie CPL

L'idée d'utiliser le réseau électrique moyenne et basse tension comme medium de communication n'est pas nouvelle. La technologie sur courants porteurs existe depuis longtemps à bas débit, pour des applications de contrôle à distance ou de supervision par exemple. Le haut débit sur CPL est lui plus récent et n'a commencé qu'en fin des années 1990.

La technologie PLC ou CPL est basée sur la transmission de données de type IP au travers des câbles électriques de basse tension (220 - 380 volts). Les premiers problèmes qui ont dû être résolus sont les perturbations et les atténuations au niveau du réseau électrique. Sachant que

ceux-ci n'ont pas été conçus à l'origine pour transporter ce type de média, il a fallu plusieurs années avant que des recherches permettent d'obtenir des résultats satisfaisants et de transmettre des données sur des fréquences hautes (en dessus du MHz) sans perturbations.

Bref historique de l'évolution de la technologie : [16]

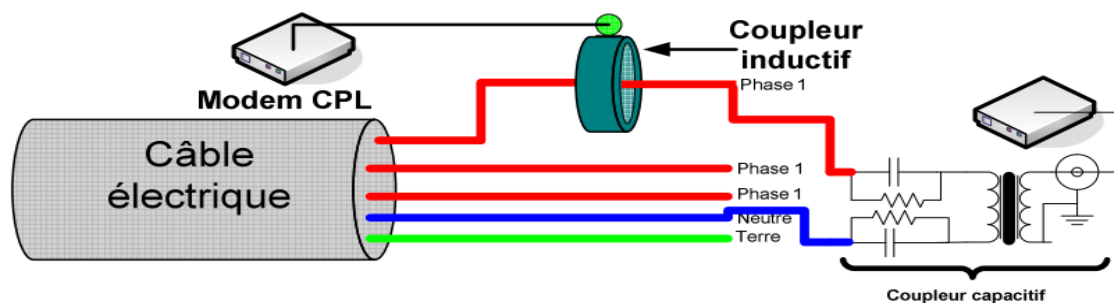
- 1950 : Sur fréquence de 100 Hz à 1kHz , puissance 10 kW, unidirectionnel  
Application : allumages des lumières en ville, télécommande de relais, changement des horaires jour/nuit. Pulsadis (1960).
- Milieu des années 80 : début des recherches pour utiliser l'électricité comme support de transport de données, sur la bande 1 – 148 kHz, toujours en unidirectionnel. (X10)
- 1997 : Premiers tests de transmission de signaux de données sur réseau électrique en bidirectionnel, et début des recherches pour Ascom (Suisse) et Norweb (UK).
- 2000 : Premières expérimentations outdoor en France par EDF R&D et Ascom et premiers déploiement indoor .
- 2002 : Arrivée sur le marché des produits à la norme Homeplug 1.01 14 Mbits
- 2005 : Arrivée sur le marché des produits à la norme Homeplug 1.1 (Turbo) 85 Mbits Et commercialisation du « chipster DS2 » à 200 Mbits Encadrement législatif français et européen du CPL (ART)
- 2007 : Arrivée sur le marché des produits à la norme Homeplug AV 200 Mbits Ajout de nouvelles fonctionnalités (QoS, VLAN...)

<b>Modem</b>	<b>HomePlug 1.0</b>	<b>HomePlug 1.0 Turbo</b>	<b>HomePlug HP AV 1.1</b>	<b>UPA</b>	<b>HD-PLC</b>
<b>Bande passante</b>	4,5MHz-20MHz	4,5MHz-28MHz	1,8MHz-30MHz	0-30MHz	2MHz-28MHz
<b>Débit physique</b>	14Mbits/s	85Mbits/s	200Mbits/s	200Mbits/s	190Mbits/s

**Tableau 5** Évolution de la bande passante et des performances du CPL

### 3.3. Principe de la technologie CPL

On appelle système CPL, tout équipement électrique et électronique qui utilise le réseau électrique comme support de transmission. Le principe de la transmission par courants porteurs en ligne est de superposer au signal d'alimentation électrique 50Hz ou 60Hz selon les pays, des signaux hautes fréquences (porteurs de l'information) de faible puissance. L'injection de ces signaux sur le réseau électrique est réalisée à l'aide de coupleurs de type inductif ou capacitif (voir Figure 10). Ces dispositifs assurent le filtrage de la composante basse fréquence (50Hz) et l'isolation galvanique entre les équipements de communication et les lignes de puissance. [11]



**Figure 10** Coupleurs inductif et capacitif

Les modems CPL disposent de deux ports. Un port généralement de type Ethernet et un port d'alimentation qui a un double rôle, l'alimentation du modem et la transmission du signal dit CPL sur le réseau électrique. Le principe de cette transmission est de récupérer les trames Ethernet issues d'un terminal (ordinateur ou autre) connecté au port Ethernet en utilisant les adresses MAC et de les encapsuler dans des trames spécifiques. Ces trames sont 35 par la suite adaptées à leur transmission à travers le réseau électrique. Le principe de fonctionnement est généralement représenté par des modèles définis sous forme de couches. Le modèle OSI (voir Figure 11) comporte sept couches. Dans ce modèle chaque couche utilise un protocole différent des autres. Cependant, elle doit fournir un service à la couche supérieure et en demande un autre à la couche inférieure. Les modems CPL sont situés au niveau des deux premières couches (couche physique et couche de liaison).



Figure 11 Couplage des signaux

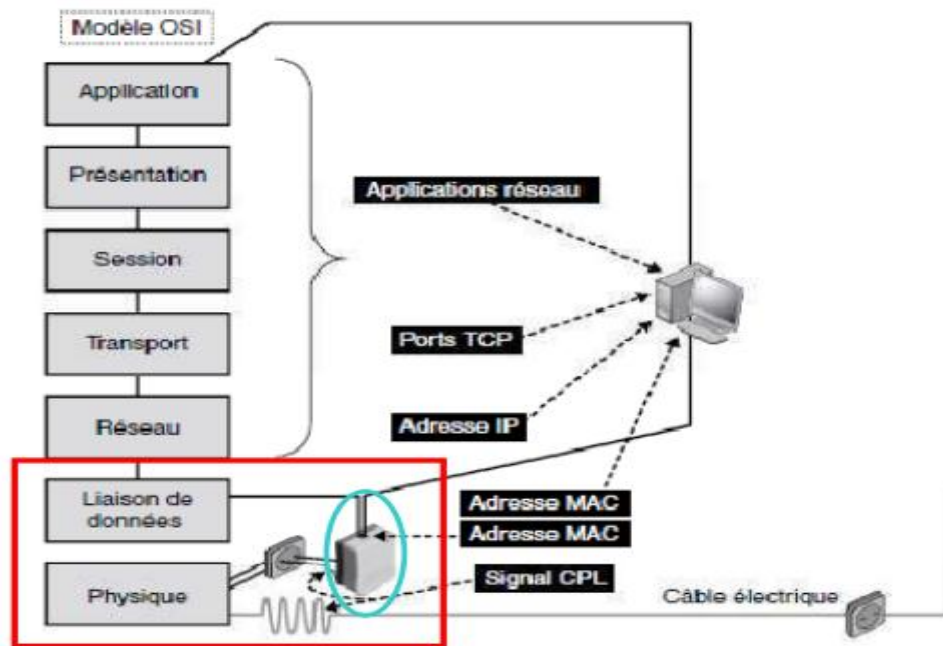
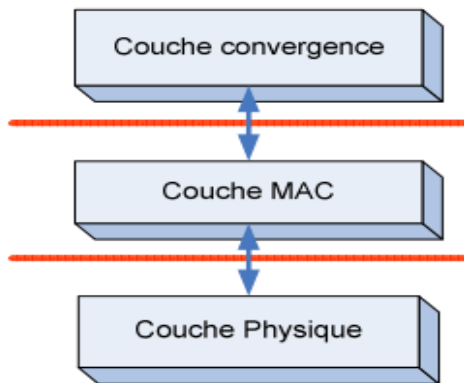


Figure 12 Modèle OSI

La Figure 12 représente le schéma fonctionnel simplifié d'un système HomePlug [17].

Il est décomposé en trois couches:

- la couche CL (convergence layer)
- la couche MAC
- la couche physique



**Figure 13** Modèle CPL HomePlug

### 3.3.1. La couche de convergence

La couche CL ou couche de convergence joue le rôle d'interface entre une couche supérieure et la couche MAC. Elle se charge de la classification des flux de données. Elle associe à chaque flux la connexion correspondante avec la couche MAC. Elle se charge aussi de l'encapsulation des trames Ethernet dans des paquets CPL avant de les transmettre à la couche MAC. La classification des flux de données est réalisée selon des règles définies par le standard HPAV :

- Adresse Ethernet destination
- Adresse Ethernet source
- VLAN,
- IPV4 adresse source
- IPV4 adresse destination
- Port TCP source
- Port TCP destination.

### 3.3.2. La couche MAC

La couche MAC se charge de la bonne transmission des paquets issus de la couche de convergence. Ces paquets sont d'abord numérotés et groupés pour former des salves qui sont par

la suite envoyées à la couche physique sous forme de trames binaires. Elle les retransmet en cas de perte incorrigible. Le mécanisme utilisé est appelé ARQ (Automatic Repeat Request) [17]. Il consiste à garder une copie de la trame envoyée qui n'est supprimée qu'après l'acquittement de bonne réception de la couche MAC du récepteur. La couche MAC est aussi responsable de la gestion de l'accès au support de transmission afin d'éviter les collisions et d'optimiser la transmission sur le réseau électrique. Elle garantit ainsi un niveau de qualité de service (QoS) notamment exigé par les services temps réel tels que les flux vidéo HD. Ceci est possible en utilisant les techniques d'accès au support de transmission, nommées CSMA/CA (Carrier Sens Multiple Access/Collision Avoidance) et TDMA (Time Division Multiple Access). De plus, un codage de type CRC32 est utilisé au niveau de cette couche pour vérifier la bonne réception des données binaires.

### 3.3.3. La couche physique

La couche physique reprend les trames issues de la couche MAC, formées de 1 et de 0 et les convertit sous forme d'un signal analogique défini par la spécification HomePlug AV 1.1. La Figure 14 illustre le principe de fonctionnement de cette couche en mode transmission.

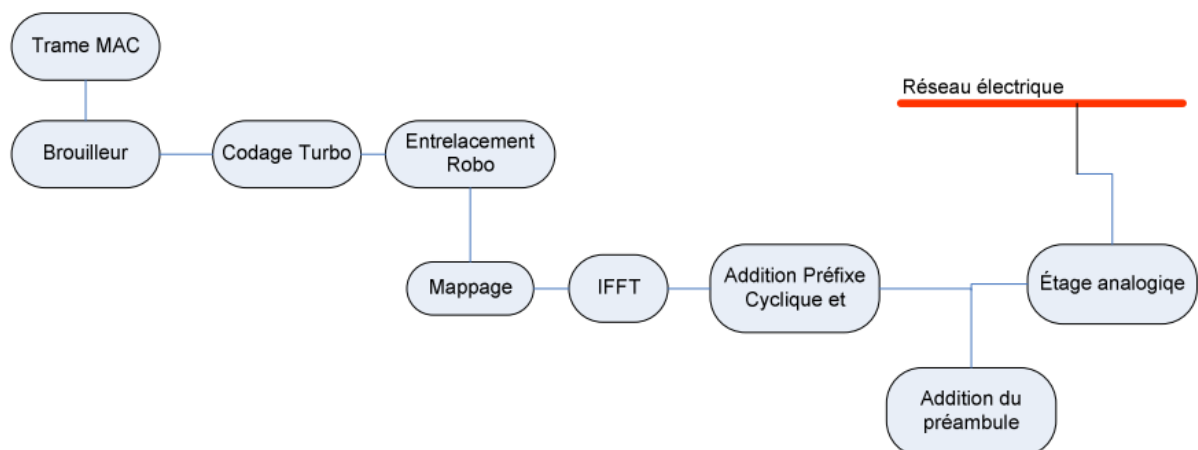


Figure 14 Schéma synoptique de la couche physique

## 3.4. Les techniques de modulation de signal

Comme nous avons pu le voir précédemment avec le canal de transmission, le but de la transmission par courant porteur en ligne est d'allier un débit important à un niveau d'émission le plus faible possible. Pour cela, deux solutions sont possibles : soit on effectue une limitation de la

puissance de fonctionnement des courants porteurs en ligne, soit on fait un traitement le plus performant possible du signal afin d'atténuer la contrainte du niveau d'émission. Sur les solutions actuelles, deux techniques de modulation sont plus particulièrement utilisées. Ces types de modulation sont tous les deux basés sur l'étalement de spectre :[11].

- OFDM - *Orthogonal Frequency Division Multiplexing*
- SS - *Spread Spectrum*

### 3.4.1. OFDM

Le principe de la modulation OFDM, ou *Orthogonal Frequency Division Multiplexing*, pourrait être défini uniquement par ces 4 mots. En effet, les mots *Division* et *Multiplexing* nous indiquent que l'idée principale de la modulation réside dans le fait de répartir un train binaire haut débit en une multitude de trains (ou canaux), lesquels étant modulés à bas débits.

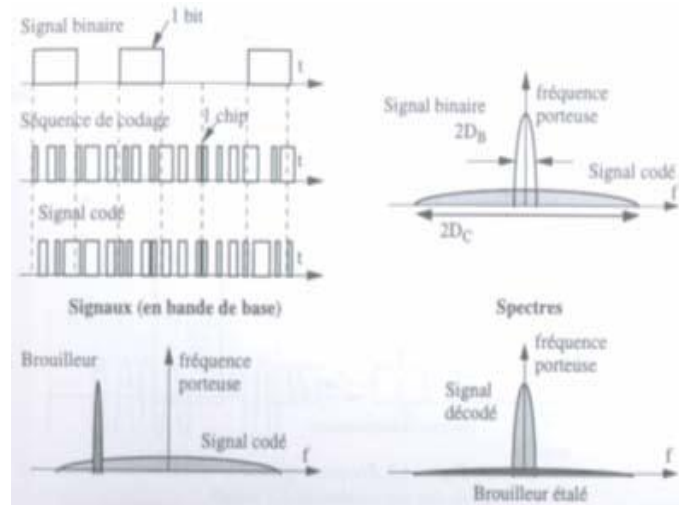
Les deux premiers mots, *Orthogonal* et *Frequency*, eux nous disent que chacun de ces sous canaux est modulé par une fréquence différente, l'espacement entre chaque fréquence restant constant. Le signal est donc injecté sur plusieurs fréquences à la fois, si l'une d'elles est atténuée le signal passera quand même grâce à l'émission simultanée. Ces fréquences constituent une base orthogonale : le spectre du signal OFDM présentera une occupation optimale de la bande allouée. OFDM résout également les problèmes de distorsion des signaux transmis en apportant une solution au problème des échos multiples que l'on rencontre quand on monte en débit.

Cette modulation a été choisie par le comité Homeplug, donc tous les équipements qui respectent la norme Homeplug sont en modulation OFDM. Cette modulation est également utilisée pour le Wireless : 802.11a. Avec cette modulation, il y a possibilité d'éteindre logiquement certaines porteuses suivant l'état du réseau ou les fréquences interdites en émission[11].

### 3.4.2. La modulation à SS

La modulation avec étalement de spectre est optimisée pour lutter contre le bruit, dont elle limite mieux les effets. Elle consiste à « étaler » l'information sur une bande de fréquences beaucoup plus large que la bande nécessaire, dans le but de combattre les signaux interférents et les distorsions liées à la propagation : le signal se confond avec le bruit (voir Figure 15).

Le signal est codé au départ, un code est assigné à chacun des usagers afin de permettre le décodage à l'arrivée. L'étalement est assuré par un signal pseudo aléatoire appelé code d'étalement. A la réception, le signal est perçu comme du bruit si le récepteur n'a pas le code



**Figure15** mécanisme de modulation SS

Ces deux techniques de modulation, très différentes dans leur principe, s'attaquent à deux effets différents : le bruit pour SS, et la distorsion pour OFDM. Elles sont donc toutes deux très intéressantes. Cependant, seules les solutions qui utilisent l'OFDM peuvent monter en débit, car elles permettent de choisir les fréquences d'émission, les autres porteuses pouvant être éteintes logicielle ment, alors qu'avec SS on reste à bas débit, puisque cette solution consiste à émettre le signal à faible débit pour ne pas perturber les fréquences déjà utilisées l'idéal serait une solution combinant SS et OFDM : une solution permettant de monter en débit, en s'attaquant aux effets de bruit et de distorsion. Cette solution est actuellement à l'étude avec le projet « IDILE » du Réseau National de Recherches en Télécommunications (RNRT). Les solutions DS2 actuelles pour l'outdoor utilisent une modulation OFDM sur 4 bandes, réparties sur la bande de fréquences allouées aux CPL, où la bande de travail est choisie suivant les conditions de qualité du réseau électrique, permettant ainsi une meilleure adaptabilité pour des performances maximales[11].

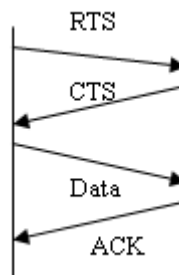
#### 4. Le protocole réseau CSMA / CA

Le réseau CPL est un réseau de type Ethernet 802.3, il est compatible avec toutes les technologies d'accès à Internet, Numéris, Câble, ADSL. Dans la majorité des réseaux CPL, c'est le protocole CSMA/CA qui a été choisi. Ce protocole est celui utilisé par les réseaux

Wi-Fi (norme 802.11).

Dans un réseau local Ethernet classique, la méthode d'accès utilisée par les machines est le *CSMA/CD* (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Detect*), pour lequel chaque machine est libre de communiquer à n'importe quel moment. Chaque machine envoyant un message vérifie qu'aucun autre message n'a été envoyé en même temps par une autre machine. Si c'est le cas, les deux machines patientent pendant un temps aléatoire avant de recommencer à émettre. Dans un environnement sans fil ce procédé n'est pas possible dans la mesure où deux stations communiquant avec un récepteur ne s'entendent pas forcément mutuellement en raison de leur rayon de portée. Ainsi la norme 802.11 propose un protocole similaire appelé **CSMA/CA** (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance*).

Le protocole *CSMA/CA* utilise un mécanisme d'esquive de collision basé sur un principe d'accusés de réception réciproques entre l'émetteur et le récepteur(voir Figure 16).[11]



**Figure 16** : Mécanisme de transmissions du CSMA/CA

La station voulant émettre écoute le réseau. Si le réseau est encombré, la transmission est différée. Dans le cas contraire, si le média est libre pendant un temps donné (appelé *DIFS* pour *Distributed Inter Frame Space*), alors la station peut émettre. La station transmet un message appelé *Ready To Send* (noté *RTS* signifiant *prêt à émettre*) contenant des informations sur le volume des données qu'elle souhaite émettre et sa vitesse de transmission. Le récepteur (généralement un point d'accès) répond un *Clear To Send* (*CTS*, signifiant *Le champ est libre pour émettre*), puis la station commence l'émission des données.

A réception de toutes les données émises par la station, le récepteur envoie un accusé de réception (*ACK*). Toutes les stations avoisinantes patientent alors pendant un temps qu'elles

considèrent être celui nécessaire à la transmission du volume d'information à émettre à la vitesse annoncée.

## 5. Sécurité des réseaux CPL

La frontière entre les réseaux CPL indoor et outdoor est représentée par le compteur électrique, et on pourrait donc penser qu'il s'agit là d'une barrière hermétique pour le signal CPL indoor. Or il n'en est rien : le signal CPL franchit le compteur sans problème, avec tout au plus une légère dégradation du signal. Le compteur ne protège donc en rien un réseau CPL indoor. Cependant, ce cas ne s'applique pas aux compteurs numériques. Pour les autres compteurs, il est conseillé de placer un filtre en aval du compteur. De plus, il ne faut en aucun cas compter sur la différenciation de phase pour sécuriser le réseau, car le couplage dû à la diaphonie existe bel et bien, avec un signal dégradé mais qui passe quand même. Dans les architectures triphasées lorsqu'on veut au contraire avoir un signal de même qualité sur toutes les phases il faut réaliser un couplage cohérent du réseau CPL au réseau électrique. Pour sécuriser un réseau CPL indoor, il convient donc d'utiliser plusieurs protections :

- Comme pour les réseaux Wi-Fi, un cryptage des données s'avère nécessaire : cryptage DES56 ou DES128 avec une clé, à configurer sur chaque adaptateur du réseau local. Il est possible de faire cohabiter plusieurs réseaux CPL sur la même installation électrique il suffit d'utiliser plusieurs clés de cryptage (une par réseau), et de configurer chaque adaptateur CPL.
- Comme tout réseau possédant un accès à Internet, un réseau local CPL se doit de posséder un Antivirus et un Firewall pour assurer sa sécurité.
- La possibilité de création de réseau séparé sur un même circuit électrique avec deux clés de cryptage différentes, configurables via un utilitaire généralement fourni avec l'Equipment[2].

## 6. Avantages et inconvénients

### 6.1. Avantages

- Simplicité de mise en œuvre de la solution en indoor : il suffit de brancher le boîtier sur une prise électrique, de le configurer avec la clé de cryptage et c'est tout.

- Progressivité et souplesse : on achète les boîtiers au fur et à mesure des besoins, et il n'y a pas de câblage à prévoir.
- Complémentarité vis-à-vis des réseaux filaires et sans fils. Par exemple : relier deux bornes Wi-Fi entre elles pour augmenter la zone de couverture, étendre un réseau local filaire sans refaire de câblage.
- Mobilité grâce à la présence de nombreuses prises d'électricité : c'est dans ce domaine que le CPL surpasse le VDSL, qui utilise les prises téléphoniques, mais le VDSL est lui validé techniquement.
- Economies de câblage : aucun ajout de câble à réaliser, les prises électriques étant assez nombreuses pour réaliser un réseau complet.
- Outdoor : possibilité d'amener des accès Internet Haut Débit pour les communes privées d'ADSL grâce à des couplages CPL/SAT par exemple.
- Débit non affecté par la distance.

## 6.2. Inconvénients :

- Très sensible aux perturbations électrique, donc tributaire de l'état et de l'architecture du câblage électrique, autant pour la mise en œuvre que pour le bon fonctionnement.
- Portée du système : 200 à 300 mètres maximum.
- Bande passante partagée : le nombre de machines sur le réseau doit être limité si on veut garder un débit correct, ce qui pose surtout des problèmes pour les réseaux outdoor.
- Absence de standard européen, problèmes d'interopérabilité des solutions indoor/outdoor, et indoor/indoor : pour le moment seuls les produits Homeplug sont commercialisés pour le grand public.
- Prix des équipements en indoor : de 100 à 140 euros l'adaptateur simple, suivant modèle USB ou Ethernet. (2 fois plus cher que des équipements Wi-Fi). Actuellement, une solution complète soit 10 adaptateurs et un routeur coûte entre 700 € et 2000 €.
- Coût de l'installation Outdoor, prix des équipements, coût dépendant de la distance à couvrir et de la qualité du réseau électrique.
- Mise en œuvre Outdoor souvent complexe: manque de méthodes de mise en œuvre, surtout au niveau des couplages au réseau électrique.

### 6.3. Les Solution CPL

Les solutions CPL peuvent être vues comme des solutions complémentaires ou alternatives aux réseaux filaires traditionnels, aux réseaux sans fil et au VDSL.

Suivent les architecteur des réseaux existants des bâtiments ou des contraintes techniques l'une ou l'autre des solutions peut être choisie, mais l'on peut également envisager une solution en complément d'une autre

Les débits des solutions CPL sont amenés à augmenter le standard Homeplug AV est à étude pour diffuser des canaux de télénumérique.

De nombreux projets de recherche portent sur ces solutions et leurs évolutions tout est à venir, il faut donc suivre de près les informations sur sujet. [2]

### 6.4. Les adaptateurs CPL

Les adaptateurs CPL utilisent l'installation électrique pour connecter toute les périphériques a un réseau, vous branchez les adaptateurs sur une multiprise ou sur une prise électrique murale, puis vous reliez à l'aide d'un câble réseau classique chaque adaptateur à l'élément qui doit communiquer ordinateur, box ADSL, boîtier multimédia réseau ou même console de jeux... La communication s'établit immédiatement, sans aucune configuration des boîtiers. Il existe Trois groupes d'adaptateurs CPL se partagent le marché, ceux affichant un débit théorique de 200 Mb/s, ceux à 500 Mb/s et ceux à 650 Mbps, toujours théoriques. Les trois sont compatibles entre eux et, en cas de mixité, le débit se calera sur le plus faible. [19]



Figure 17 devolo 650triple



Figure 18 tp\_link-tl-wpa



Figure 19 dLAN-500-AV

## **7. Evolutions :**

De nombreux projets sont en cours, qui démontrent que cette solution est vraiment en émergence et suscite de nombreux intérêts différents les uns des autres :

### **7.1. La nouvelle génération CPL : devolo dLAN® 1200+**

Ce nouvel adaptateur vous permet de déployer très facilement le réseau à domicile le plus performant via les câbles électriques : connectez vos appareils réseau avec jusqu'à 1.200 Mbits/s pour la transmission de données lourdes et un accès Internet ultrarapide. Le port Gigabit Ethernet de l'adaptateur sert à relier un PC, une TV, une console de jeu ou d'autres terminaux à Internet avec une facilité enfantine. La technologie range+ intégrée assure la connexion Internet la plus stable avec une portée nettement supérieure. Mettez maintenant sur la nouvelle génération dLAN® de devolo, le leader mondial du marché CPL. [20]

### **7.2. Application devolo Cockpit**

L'application dLAN Cockpit est un outil particulièrement intuitif et convivial servant à configurer et à surveiller tous les adaptateurs et les LiveCam du réseau à domicile CPL dLAN®. La surveillance du réseau à domicile et le paramétrage des réglages de sécurité individuels n'ont jamais été plus faciles ! En outre, l'image vidéo de la dLAN® LiveCam est disponible en flux continu en temps réel. Dès lors, le domicile est sous surveillance continue [20]

### **7.3. dLAN-Le réseau à domicile très facile**

La maison du futur se visite dès aujourd'hui, chez-vous ! Avec les CPL dLAN® (direct Local Area Network), devolo vous permet de réaliser un réseau à domicile rapide et sécurisé. Particulièrement simple à installer et évolutif à souhait. Tous les appareils réseau sont connectés entre eux grâce aux câbles électriques déjà installés et votre accès Internet est prolongé dans chaque pièce tout en étant sécurisé. De l'informatique à l'électronique multimédia moderne. Comme vous l'appréciez, sans câbles gênants. Dans toute la maison, dans tout l'appartement. Préparer l'avenir de votre maison avec Internet. Simple et rapide.

### **7.4. Recherche et développement chez les constructeurs**

La Recherche & Développement dans ce domaine s'attelle notamment à monter en débit tout en augmentant la protection aux contraintes du support de transmission Les matériels sont aussi

amenés à évoluer : couplage modem ADSL/CPL au même titre que le Wi-Fi, set up boxes, cartes PC [4].

### **7.5. Recherche et développement chez EDF**

EDF est évidemment très impliquée dans le développement des solutions CPL au sein de sa division Recherche & Développement Liste non exhaustive des travaux de la division R&D :

- Etude de faisabilité des CPL sur les réseaux MT (Moyenne Tension) et BT(Basse Tension)
- Test des nouveaux adaptateurs arrivant sur le marché.
- Travaux conjoints avec des fabricants de coupleurs.
- Mise en place d'architectures visant à optimiser les débits obtenus.
- Contribution aux projets en cours (tel RNRT par exemple, caractérisation des canaux de transmission outdoor).

### **7.6. Projet 6 Power : IPV6 et CPL**

Lors du sommet IPV6 de Madrid en 2003, il a été démontré que l'Internet par les lignes électriques pouvait faire synergie avec le déploiement d'IPV6 et être un outil majeur dans le développement de l'Internet pour tous. Le projet européen 6Power expérimente cette synergie entre les deux technologies. [11]

## **8. Statut normatif actuel**

Le mode rayonné. Les niveaux de perturbation applicables sont résumés dans le Tableau 5. Cette proposition a été rejetée et un autre projet de standardisation est en cours de discussion. Plusieurs alliances, groupes nationaux et internationaux se penchent actuellement sur l'aspect de la standardisation des systèmes CPL aux niveaux des différentes couches (couches de convergence, MAC et physique) afin d'assurer une bonne coexistence et une bonne interopérabilité entre les différents produits CPL, et aussi établir des règles efficaces pour assurer la compatibilité EM des équipements CPL et des appareils connectés au réseau électrique. Les cinq principaux organismes sont IEEE, OPERA, HomePlug Powerline Alliance, ETSI-PLT et CISPR.

**L'IEEE Standards Association** (Institute of Electrical and Electronics Engineers, INC) définit des standards dans les domaines industriels de l'aérospatial, l'informatique et des télécommunications. Un groupe d'étude IEEE BPL (Broadband Power Line IEEE Study group) a été créé le 20 juillet 2004 et divisé en trois groupes de travail :

**Le groupe IEEE-°1675** se charge des problématiques de sécurité et de matériel utilisé lors de l'installation des équipements CPL sur le réseau électrique BT, MT et HT.

**Le groupe IEEE-°1775** se charge de mettre en place des règles CEM ainsi que les méthodes et les équipements de mesure nécessaires.

**Le groupe IEEE-P1901** développe une spécification pour le haut débit (>100Mbps débit physique) pour les équipements utilisant le réseau électrique comme support de transmission. Ce standard utilise les fréquences inférieures à 100MHz. L'objectif principal est de définir une spécification des couches MAC et physique communes à tous les équipements CPL. L'IEEE P1901 a été favorable à la proposition du consortium HomePlug/Panasonic qui regroupe le plus grand nombre d'industriels « grand public ». Cette proposition devrait assurer la coexistence et l'interopérabilité entre les équipements IEEE P1901 qui seront déployés dans le futur. Cependant la proposition d'UPA et de DS2 (leaders européens du CPL) a été refusée. Toutefois, le standard intégrera à terme les fonctionnalités avancées, requises dans le domaine de l'accès (802.1q et 801.1p). 52

**L'alliance OPERA** (Open PLC European Research Alliance) est une alliance européenne de recherche et de développement financée par l'UE (Union Européenne) afin d'accompagner le développement de la technologie CPL en Europe et de mettre en place un nouveau standard européen. Elle traite l'ensemble des problématiques CPL : couche MAC, couche physique, CEM, Routage, matériel et sécurité. L'alliance OPERA soutient la spécification européenne DS2 pour faire face à l'alliance américaine HomePlug Powerline.

**L'alliance HomePlug Poweline** est l'alliance internationale la plus connue. Elle a été formée par les leaders du CPL en mars 2000. Sa vocation est de promouvoir la technologie CPL dans différents domaines tel que le déploiement à haut débit des trois services (Donnés-Vidéo-VoIP) dans l'habitat et la gestion de l'énergie avec la contribution de l'alliance ZIGBEE+. L'objectif de l'alliance Homeplug Powerline est de s'assurer que les produits CPL commercialisés par les membres de l'alliance sont interopérables en mettant en place la spécification Homeplug 1.0 pour les modems 14Mbps puis les NetPlug et la Homeplug 1.1 avant l'apparition du standard IEEE P1901.

**Le groupe ETSI-PLT** est un groupe de travail au sein de l'ETSI (Telecommunication Standards Institute) connu par son succès de standardisation du système GSM (Global System Mobile). L'objectif du groupe de travail ETSI-PLT est l'harmonisation des spécifications existantes et la

conformité des technologies CPL avec les directives européennes en étudiant les différentes techniques permettant d'éviter les interférences avec les services de la radio diffusion telle que la CEM cognitive [18]. Par ailleurs ce groupe s'intéresse à l'étude de la coexistence des technologies CPL et VDSL via les événements de test (Plugtest), réalisés avec la contribution de plusieurs industries.

L'organisme CISPR a mené des travaux au niveau international, précisément au sein du groupe de travail CISPR/I/PT-PLT dont le but est d'élaborer un amendement de la norme CISPR 22 applicable aux équipements PLT (Power Line Transmission). Un premier jet a été élaboré au sein de ce groupe limitant le niveau de perturbations émises en mode conduit et proposant une méthode de mesure à suivre. Cette proposition n'est autre qu'une adaptation de la publication CISPR 22 afin de rendre possible son application sur les équipements CPL. La mesure doit être réalisée selon deux états de l'équipement sous test ; communication CPL activée et désactivée. Le Tableau 3 et le Tableau 4 résument cette proposition et stipulent le type de détection à 53 utilisé pour la mesure et la limitation du niveau des perturbations. Cependant, aucune proposition n'est d'actualité concernant plusieurs techniques proposées sont en cours de discussion dans le but de protéger les services radios [16]. Ces techniques imposent aux systèmes CPL d'éteindre ou d'atténuer les porteuses associées d'une manière statique ou dynamique. Dans ce cas, une gestion dynamique de la puissance d'émission est nécessaire.

Bande de fréquences en MHz	Limites dB ( $\mu$ V)	
	Quasi-peak	Average
0,15 à 0,50	66 à 56	56 à 46
0,50 à 5	56	46
5 à 30	60	50

**Tableau 6** Limitation des perturbations conduites, communication CPL désactivée

Bande de fréquences en MHz	Limites dB ( $\mu\text{V}$ )	
	Quasi-peak	Average
1,605 à 5	56	46
5 à 30	60	50

**Tableau 7** Limitation des perturbations conduites, communication CPL activée

Bande de fréquences en MHz	Limites- Quasi-peak dB ( $\mu\text{V}/\text{m}$ )
30 à 230	30
230 à 1 000	37

**Tableau 8** Limitation des perturbations de classe Mesurées à 10 m

## 9. Conclusion

Nous avons pu voir dans ce chapitre le concept des systèmes CPL et leur principe de fonctionnement en se basant sur la technologie HomePlug AV. Il faut noter que d'autres technologies existent aussi. Nous citerons à titre d'exemple l'HD-PLC et l'UPA comme 54 systèmes CPL équivalent à l'HomePlug AV. Nous avons présenté les différents mécanismes de couplage électromagnétique qui existent au sein du réseau électrique et qui peuvent apparaître en même temps. Nous avons aussi mis l'accent sur le statut normatif de la technologie CPL haut débit. Actuellement la norme EN55022 semble être la seule norme applicable au CPL.

Cependant, son interprétation vis-à-vis des systèmes CPL haut débit ne semble pas très claire aux seins des organismes de standardisation. De plus, cette norme ne traite en aucun cas le niveau de champ EM émis lors d'une transmission entre deux modems CPL dans la bande 150kHz-30MHz. Du point de vue CEM, les systèmes CPL haut débit se situent dans un contexte très complexe et Les Avantages, les conventions, la sécurité, l'évolution du réseau CPL.

La technologie CPL, grâce à son bas coût d'installation et la disponibilité de nombreux points d'accès dans l'habitat, est une technologie compétitive face aux autres technologies filaires ou sans fil. Le canal de transmission CPL est constitué par le réseau électrique. Nous avons vu que l'état du réseau électrique est dépendant des appareils branchés sur le réseau ou des caractéristiques des fils constituant le câble électrique. Le déséquilibre du réseau électrique provoque la conversion de signal de mode différentiel en mode commun. Le mode commun à son tour est générateur d'émissions rayonnées. Ceci est important lors de la transmission de signaux à haute fréquence sur le réseau électrique.

# Chapitre 3

## Les Flux Multimédia

## 1. Introduction

L'objectif de ce chapitre est de présenter les caractéristiques des flux multimédias (essentiellement la voix et la vidéo), afin de montrer comment leurs particularités influent sur un réseau de paquets tel que TCP/IP. Il n'a pas pour objet de faire de vous des experts en audiovisuel, mais plutôt de vous donner les informations essentielles vous permettant de savoir de quoi on parle, ce que l'on manipule et de comprendre l'impact de ces flux audio et vidéo sur votre réseau.

## 2. La multimédia

Le mot **multimédia** est apparu vers la fin des années 1980, lorsque les cd-rom se sont développés. Un environnement multimédia est un ensemble de matériels et de logiciels permettant:

- ✓ De créer
- ✓ De stocker et d'organiser
- ✓ De consulter et modifier en temps réel
- ✓ De transmettre

Des documents structurés de façon homogène comportant des informations textuelles, de la voix, des images fixes ou animées codées numériquement.

### 2.1. Les caractéristiques des flux multimédias

Initialement, un réseau IP, tel que l'Internet, était conçu pour véhiculer des données entre deux machines : transfert de fichiers, connexion Web, messagerie, etc. Depuis, la voix et l'image ont fait et ont étendu le champ d'utilisations du réseau : téléphonie, leur apparition diffusion de films à la demande et conférences à plusieurs. Dans ce dernier domaine, on distingue l'audioconférence (voix uniquement), la visioconférence (voix + vidéo) et, d'une manière générale, la téléconférence (voix + vidéo + données). Ces flux multimédias induisent un certain nombre de contraintes nouvelles:[6]

- Les signaux audio et vidéo doivent être numérisés, ce qui veut dire convertir les signaux analogiques en bits numériques.
- La voix nécessite une bonne synchronisation entre l'émetteur et le récepteur.
- La vidéo engendre une augmentation du volume des données transférées.

- La téléconférence nécessite de diffuser un flux entre un émetteur et plusieurs récepteurs qui peuvent devenir, à leur tour, émetteurs.
- L'échantillonnage consiste à prélever des échantillons du signal à intervalles réguliers, à l'instar du cinéma qui utilise 24 images par seconde pour traduire le mouvement. Ainsi, plus la fréquence d'échantillonnage sera élevée, plus le nombre de bits utilisés pour représenter un échantillon sera grand et plus la forme numérique sera fidèle au signal original. En contrepartie, le débit réseau généré sera plus important. La plupart du temps, l'échantillon porte sur 8 bits, alors que, pour la haute-fidélité (requis, par exemple, pour un Compact Disc), l'échantillon porte sur 16 bits.
- La quantification fait correspondre une valeur à l'amplitude d'un échantillon par rapport à des valeurs-étalons appelées niveaux de quantification. L'amplitude des échantillons prélevés peut varier de façon illimitée, mais doit pouvoir être représentée par un nombre fini de valeurs binaires. La valeur résultant, généralement codée sur un octet, sera égale au niveau de quantification le plus proche de celui mesuré
- Le codage consiste à transmettre un flux d'informations binaires correspondant à l'échantillon représenté par un octet.
- De plus en plus souvent, le codage est associé à un algorithme de compression. Par exemple, la voix génère des signaux à une fréquence oscillant entre 300 Hz et 3 300 Hz, valeur arrondie à 4 000 Hz par les équipements numériques. Un chercheur, appelé Shannon, a montré que la fréquence d'échantillonnage devait être égale au double de la fréquence du signal à numériser. Un signal analogique de 4 000 Hz nécessite donc 8 000 échantillons par seconde, qui sont représentés sur 8 bits, soit un débit de 64 Kbit/s pour coder la voix. Cette unité, appelée DS0 (Digital Signaling 0), a longtemps été la référence et continue encore de l'être pour les liaisons d'accès E1/T1 proposées par les opérateurs, aussi bien pour la voix que pour les données.

### 3. L'Audio DIGITAL

Le bruit entendu par l'oreille (également appelée l'acoustique) est analogue en nature et est une forme d'onde continue. Les instruments acoustiques produisent les bruits analogues. Un ordinateur doit transférer l'onde sonore analogue dans sa représentation numérique, se composant des nombres discrets. nous essayerons de comprendre les principes de base de l'acoustique numérique qui sont critiques en comprenant le stockage, la transmission, et les applications des données audio. Avec l'Internet fournissant un milieu sans restriction pour la

transmission audio, un grand nombre de recherche est concentré sur des techniques de compression, la vitesse de la transmission, et la qualité audio. Un microphone convertit les ondes sonores en signaux électriques. Ce signal est alors amplifié, filtré, et envoyé à un convertisseur analogique-numérique. Cette information peut alors être recherchée et éditée utilisation un ordinateur. Si vous voulez produire ces données comme bruit, le jet des données est envoyé aux haut-parleurs par l'intermédiaire d'un convertisseur numérique-analogique, un filtre de reconstruction, et l'acoustique est amplifiée. Ceci produit l'onde sonore analogue que nous entendons. [8]

### 3.1. La Compression

Un aspect important de communication est transfert des données à partir du créateur au destinataire. Le transfert des données dans l'âge d'Internet est très dépendant du temps. Prendre par exemple le discours, qui n'est rien mais les changements de l'intensité du bruit au-dessus d'un à période fixe. Ce discours est transféré à travers des réseaux sous forme de dossiers sains. Si la taille des dossiers sains est trop grande, le temps pris pour transférer les dossiers augmente. Cette augmentation du temps de transfert détériore la qualité du bruit à l'extrémité du récepteur. Le temps pris pour transférer un dossier peut être diminué utiliser la compression. La compression en termes d'ordinateur signifie réduire la taille physique des données tels qu'il occupe moins d'espace mémoire. Il est, donc, plus facile transférer les dossiers comprimés parce qu'il y a une quantité considérable de réduction de la taille des données à transférer. Ceci a comme conséquence une réduction du moment nécessaire pour le transfert de fichier aussi bien qu'une réduction de l'utilisation de largeur de bande fournissant de ce fait la bonne qualité de son même au-dessus d'un réseau lent.

Les exemples suivants des médias numériques montrent la quantité d'espace mémoire exigée pour une seconde de playback d'un dossier audio : [8]

- Un signal audio non comprimé de qualité de téléphone (à 8 bits prélevé à 8 kilohertz) mène à une condition de largeur de bande de 64 Kbps et à la condition de stockage de 8 Kbps de stocker un en second lieu du playback.
- Un signal audio stéréo non comprimé de qualité CD (de 16 bits prélevé à 44.1 kilohertz) mène à une condition de largeur de bande de  $44.1 \text{ kilohertz} \times 16 \text{ bits} = 705.6 \text{ Kbps}$  et condition de stockage de 88.2 Kbps pour une seconde de playback

## **3.2. L'Audio SUR L'INTERNET**

### **3.2.1. Streaming Audio**

Avant que la technologie coulante audio se soit perfectionnée, s'en a dû être téléchargé à une unité de disque dur avant qu'elle pourrait être jouée, qui a signifié une longue attente dans beaucoup de cas. Les dossiers audio sont énormément grands. Au-dessus des raccordements commutés, le rapport moyen de transfert est 1:5 minutes c'est-à-dire, vous devez attendre 5 minutes pour chaque minute de temps de playback audio. Le terme « coulant l'acoustique » se compose de deux mots. Le mot « coulant » signifie que vous ne devez pas télécharger un dossier audio entier avant que vous écoutiez réellement l'acoustique. L'acoustique sans interruption coulée élimine le temps de téléchargement, grâce aux outils de compression utilisés. Le dossier commence habituellement à jouer dans quelques secondes de cliquer sur le lien. Un autre avantage est que la longueur d'agrafe est illimitée. Quelque chose d'une chanson de bruit à une convention politique peut être enregistré et rendu disponible sur un site Web, même dossiers sains numériques, tels que des dossiers de .wav (Windows) ou de .au (Macintosh), peut être aussi bien codé pour le playback Pour écouter couler l'acoustique, Vous devez équiper votre ordinateur d'une carte saine et orateurs. Alors vous avez besoin des connexions audio pour votre web browser. Ce sont disponibles pour libre et peuvent être téléchargés du Web. [8]

## **4. La vidéo**

La vidéo est un milieu de communication qui fournit plus d'information par seconde que n'importe quel autre élément des multimédia que nous avons considérés. Nous sommes habitués à voir la vidéo analogue à la TV et allons bien avertis de son impact notre vie. De nos jours, beaucoup de vidéo que nous voyons à la TV et dans les films ont un composant numérique. Par exemple, plusieurs des effets spéciaux que vous voyez dans les films sont digitalement produits utilisation l'ordinateur. Le DVD (le disque visuel de Digital ou le disque visuel dynamique) permet pour distribuer de grandes vidéos sous une forme compacte, beaucoup comme le disque compact a entrepris la démarche à partir du bruit analogue à numérique sembler facile. La vidéo de Digital a une contribution substantielle dans non seulement le film faisant, mais également dans le jeu et industrie des TI. Par exemple utilisation les techniques de la vidéo numérique, la vidéo réelle est mélangée aux effets générés par ordinateur pour l'impact maximum, nous apprendrons d'abord l'utilisation de la vidéo numérique quant à la vidéo analogue. Puisque la vidéo est un milieu si à usage intensif

de données. Les techniques de codec (compression) sont très importantes, et il est donc nécessaire de gagner une vue d'ensemble de ces algorithmes. Associés à de divers algorithmes de compression sont les formats de fichier utilisés pour la vidéo numérique. En conclusion, nous regardons quelques issues concernant la vidéo sur le World Wide Web. D'abord, contrastons les deux mondes de l'analogique et de la vidéo numérique[8].

#### **4.1. Analogique et vidéo de digital**

Actuellement seulement la vidéo analogique est utilisée comme milieu d'émission. La vidéo que vous voyez à la TV, sur TV par câble, ou un magnétoscope est émise dans le format analogique, quoique les films spécifiques que vous voyez puissent être dans le format numérique avant la radiodiffusion. Il y a trois normes dans le monde entier pour la vidéo d'analogique de radiodiffusion. Elles sont NTSC, pal, et SECAM. NTSC est une norme conçue par le Comité national de système de télévision et est employé aux Etats-Unis et au Japon. Cette norme montre 30 (29.97 à être exacts) images par seconde. Chaque armature peut contenir 16 millions de couleurs différentes. Chaque armature pleine page est composée de 525 lignes. Pal représente l'alternance de phase à côté de Line et est employé en Europe et Inde. Il montre 25 images par seconde. Chaque armature pleine page se compose de 625 lignes. SECAM représente Couleur séquentiel Avec Mémoire et est employé en France. Ceci la norme montre 25 images par seconde. Chaque armature pleine page se compose de 625 lignes. De temps en temps, un expert visuel doit convertir la vidéo entre les formats pour la rendre compatible avec les magnétoscopes respectifs. Tandis que ces systèmes sont actuellement dans l'utilisation large, il y a une tendance distincte vers la vidéo numérique, même dans le cas d'électronique grand public. Par exemple, des TV numériques sont vendues maintenant par beaucoup de grands fabricants de TV. Les avantages principaux du milieu numérique sont[8] :

- À accès sélectif permis par le format numérique nous permet de sauter rapidement à n'importe quel point dans un film. Dans le format analogique, nous devons enrayer la bande vers l'arrière et l'expédier pour atteindre un point dans le film.
- Le format de Digital nous permet également rapidement de couper, coller, ou éditer la vidéo d'autres manières. Il permet également l'addition facile des effets spéciaux.
- Il est facile de reproduire la vidéo numérique sans perte de qualité. Dans les bandes analogues, les producteurs visuels perdent une certaine qualité ensuite la première fois qu'ils éditent la vidéo. Cette perte de qualité est connue comme perte de génération. Maintenant les

producteurs visuels peuvent convertir la vidéo réelle qu'ils ont le projectile dans le format numérique et l'éditer sans perdre la qualité originale du film.

- En conclusion, la vidéo numérique tient compte de l'interactivité. Actuellement ce n'est pas largement - disponible, mais une fois que nous obtenons les TV numériques il devrait être possible que nous aient la TV interactive.

#### **4.2. La compression**

La compression est le processus d'enlever ou de restructurer des données pour réduire la taille de fichier de fichier. Puisque les dossiers visuels numériques sont extrêmement grands, ceux-ci prennent non seulement un grand nombre d'espace disque, mais exigent également des débits élevés (à partir du disque dur à examiner) pour le playback. Il est, donc, recommandé que pendant la capture visuelle, une certaine technique de compression sans perte soit employée. Pendant qu'un dossier visuel comprimé est joué, il est décomprimé. La compression et la décompression est bien plus importante si le film est de jouer au loin de une commande de CD-ROM, puisque la lecture des données est comparativement plus lente d'un CD que de l'unité de disque dur. Plusieurs les algorithmes de compression/décompression (codec) sont disponibles pour la compression vidéo numérique. Les codecs peuvent être articulés autour d'un logiciel, réalisés par matériel, ou tous deux. Réalisé par matériel la compression est sensiblement plus rapide que la compression de logiciel, parce que le matériel est consacré à la compression. Le codec vous choisissez des affects la qualité visuelle du film aussi bien que la vitesse avec laquelle il joue sur le moniteur. Un dispositif important des codecs et s'ils sont asymétriques ou symétriques. Le codec symétrique prend approximativement le même temps de se comprimer qu'il prend pour décompresser des données. D'une part, un codec asymétrique prend habituellement plus longtemps pour coder la vidéo qu'il fait pour décoder. Un codec asymétrique fournit généralement une exécution sensiblement meilleure de playback qu'un codec symétrique. [8]

#### **4.3. Vidéo sur l'internet**

Un site Web de phase d'appareil-photo annonce la vidéo capturée en temps réel d'une source de phase. Il prend l'acoustique/entrée-vidéo d'une TV ou d'une caméra vidéo et la permet pour l'Internet en le comprimant à une taille qui peut être fournie au-dessus de l'Internet. Beaucoup d'emplacements offrent au webnaute le service pour incliner et filtrer l'appareil-photo. Comme la capture et la compression est faite simultanément l'intensité de

couleur et le nombre d'armatures capturées par seconde est réduite pour maximiser la vitesse de codage pour assortir le taux de capture. Par exemple, le schéma 1 montre l'émission d'une chirurgie de cœur de phase sur l'Internet. La caméra vidéo de phase sur l'Internet est un outil peu coûteux et puissant de surveillance. Ceci a pu être installé dans les hôpitaux pour surveiller des patients. Imaginer pouvoir regarder aimé dans un lit d'hôpital par la lecture rapide sur l'Internet, reposant des milliers de milles loin. Les parents travaillants pourraient vérifier leurs enfants laissés aux soins de jour avec un tel système installés. Un directeur de sécurité à un établissement sensible pourrait garder un œil sur n'importe quelle infraction même tout en étant parti physiquement. Voulez-vous éviter des embouteillages ? Choisir un itinéraire clair en passant par l'emplacement de la police de la circulation ayant de tels appareils-photo placés aux points stratégiques sur tous les itinéraires de circulation dense. La liste d'applications possibles est sans fin. La technologie qui rend la vidéo sur l'Internet possible est le concept de couler la vidéo. Un autre concept utile est vidéo de bordure. Nous discuterons maintenant couler la vidéo.

#### **4.4. Streaming vidéo**

Couler la vidéo est un terme appliqué à la compression et l'amortissement des techniques qui te permettent de transmettre la vidéo en temps réel par l'intermédiaire de l'Internet, permettant à un utilisateur d'observer la vidéo en tant que lui télécharge. Au cas où la transmission ralentirait pour un instant, une réservation de vidéo est à la disposition de l'utilisateur de client de mémorisation par ordinateur pour permettre le visionnement ininterrompu. Ceci est fait en donnant au dossier quelques secondes pour charger avant de commencer l'image. Au cas où la vitesse de transmission n'améliorerait pas l'amortisseur obtient épuisée et la vidéo semble saccadée. Beaucoup de produits sont disponibles pour mettre en application couler la vidéo. Certains des produits populaires sont : VDOLive, RealVideo, théâtre de Web, et travaux de jet. La qualité visuelle au-dessus de l'Internet dépend principalement des facteurs suivants : largeur de bande disponible, intensité saine/fréquence, et différence dans l'information entre deux images vidéo successives. Supposer que nous devons mettre une agrafe d'un film d'action sur l'Internet. Dans le codage il, le débit binaire visuel doit être considérablement haut puisqu'il y a beaucoup de changements de la scène. Par exemple, pour approvisionner à une connexion internet de 64-Kbps le RNIS, l'audio-vidéo suggérée de débit binaire a pu être de 8.5 Kbps pour l'acoustique et de 36.5 Kbps pour la vidéo, avec un taux d'armature d'environ 10 fps. D'une part, dans le cas d'une vidéo de quelqu'un le discours comme armature principale, la différence d'armature de delta est assez bas, la combinaison de débit binaire

pourrait être de 8.5 Kbps pour l'acoustique avec 12.5 Kbps pour la vidéo. Par conséquent selon la largeur de bande disponible et l'entrée le contenu visuel, une combinaison de débit binaire audio et visuel doit être appliqué pour obtenir le rendement idéal.[8]

#### 4.4.1. Le transport des données multimédias

À la différence des données applicatives, la voix et la vidéo ainsi que, dans une moindre mesure, la télécopie acceptent l'altération des données. Il en résulte une dégradation de la qualité du son, de l'image ou de la page, qui peut toutefois être tolérée par les personnes qui les reçoivent. En plus du délai de transit et de sa variation, des paquets peuvent donc être perdus, mais bien sûr dans une certaine limite.[7]

Qualité	Voix	Fax	Vidéo
<b>Bonne (dégradations non perceptibles)</b>	Délai < 200 ms Gigue < 15 ms Perte < 5 %	< 200 ms Gigue < 100 ms Perte < 2 %	< 200 ms Gigue < 15 ms Perte < 5 %
<b>Limite de l'acceptable</b>	Délai = 400 ms Gigue = 30 ms Perte = 10 %	Délai = 300 ms Gigue < 1 000 ms Perte = 4 %	Délai = 400 ms Gigue = 20 ms Perte = 10 %

**Tableau 9** dégradations et les Limite des données multimédias

En outre, les liens réseau doivent être correctement dimensionnés, afin de supporter les débits générés par les flux multimédias. Ces derniers sont variables, car ils dépendent de la qualité voulue pour le son et l'image.

Application	Bande passante requise
Audio (voix qualité téléphone)	64 Kbit/s sans compression ( <i>toll quality</i> )
Vidéoconférence	384 à 768 Kbit/s (qualité Visio professionnelle) 10 Mbit/s (qualité DVD)
Tableau partagé	De 10 à 64 Kbit/s

**Tableau 10** Application et les Bande passante des données multimédias

Sur le réseau téléphonique à commutation de circuit (RTC, RNIS), la voix occupe un débit fixe réservé entre l'appelant et l'appelé pendant toute la durée de la communication. Sur un réseau à commutation de paquets, tel qu'IP, aucun débit n'est réservé, et celui-ci peut varier dans le temps (par exemple, les silences ne sont pas transmis, etc.).La voix peut ainsi être

transmise sur IP on parle alors des produits VoIP (*Voice Over Internet Protocol*) directement sur Frame Relay (VoFR) ou sur ATM (VoATM). Dans tous les cas, le transport de la voix et de la vidéo requiert des mécanismes spécifiques, afin d'assurer la **qualité de service** requise (débit, délai de transit, variation du délai de transit, perte de paquets tolérée). Un autre problème, qui cette fois n'est pas nouveau, est de dimensionner les liens réseau en fonction du nombre d'utilisateurs. On parlera ici de canaux, un canal correspondant à une session voix ou vidéo. Une règle simple, mais peu économique, est de prévoir autant de canaux que d'utilisateurs le débit total est alors égal au débit d'un canal VoIP multiplié par le nombre d'utilisateurs. Une règle plus complexe, mais plus rationnelle, consiste à s'appuyer sur le nombre de communications simultanées et à utiliser des modèles statistiques permettant de prévoir le nombre de canaux nécessaires en fonction de différents paramètres, tels que le nombre d'utilisateurs, la durée moyenne des communications, le taux de débordement acceptable, etc. Les modèles standards s'appuient sur des distributions de Poisson qui permettent de convertir la nature aléatoire des appels en probabilité, sur une unité de mesure appelée Erlang ou CCS (*Centum Call Seconds*). En définitive, un travail d'ingénierie important est nécessaire pour préparer son réseau IP au multimédia.

#### 4.4.2. Acteurs du streaming

Le streaming fonctionne selon le système client/serveur. Il se compose de plusieurs acteurs :

##### - **Serveurs :**

Le serveur de diffusion de flux (streaming) audio et vidéo permet à partir d'un ordinateur sous Windows, Linux, Mac OS X ou autre de diffuser de la musique et des vidéos aux clients, sur Internet ou sur intranet (réseau local). Il existe plusieurs serveurs de streaming comme : Real Server, Windows Media, QTSS (QuickTime Streaming Server), SHOUTcast, Flash Media Server (fms), Darwin, Helix....

##### - **Clients / Utilisateurs :**

Le client souhaitant accéder au contenu, envoie une requête au serveur pour récupérer une petite partie de ce contenu et en réponse, ce contenu est placé dans une mémoire tampon.64-

**Navigateurs :**

Le client utilise un navigateur (Mozilla, Google chrome,...) pour trouver les contenus (Audio, vidéo) ou aller directement aux sites de streaming comme le célèbre site Youtube. Enfin le contenu (vidéo, audio) est transféré à la page web pour le lire.

**- Lecteurs (players) :**

Les lecteurs sont soit des logiciels qui décodent et affichent le contenu multimédia comme RealPlayer, Quick Time player, VLC player... , ou des plug-in installés dans un navigateur comme le flash Player.

**5. La diffusion sur un réseau IP**

Un participant à une audioconférence parle à tous les autres participants : sa voix est numérisée, puis découpée en paquets IP qui sont ensuite envoyés sur le réseau. Au premier abord, il est possible de transmettre ces paquets sur un réseau IP classique : une copie de ce paquet est alors transmise à chaque destinataire. Chacun d'eux est, en effet identifié par une adresse IP unique qui est insérée dans le champ destination du paquet. Les routeurs se servent de cette adresse pour acheminer le paquet jusqu'au destinataire.[6]

**5.1. Les Types de la diffusion :**

**Unicast** : le cas à une adresse est associée une machine cible. Par extension, les paquets sont dits unicast

**Multicast** : transmise les paquets à une groupes spécifique car elles désignent un groupe de machines. Il ne s'agit pas d'une adresse de broadcast, car seules les machines qui sont configurées pour accepter une adresse multicast prendront en compte le paquet

**Broadcast** : transmise les paquets à chaque destinataire dans le réseau

**6. Les domaines d'applications de streaming**

Partout où la communication électronique est employée, les demandes de streaming sont sans fin. Streaming peut être délivré comme paquet complet de vidéo de la programmation linéaire, comme service d'abonnement, ou comme par-per-view (PPV). Il peut faire partie d'un site Web interactif [5]. Parmi ces applications on trouve :

### **6.1. Streaming vidéo à la demande**

Le streaming vidéo à la demande (VoD- Video on Demande) permet la distribution des streams audio et vidéo à travers des LANs, intranet et internet après une demande du client. Le client entre en contact avec le serveur vidéo et demande le stream approprié. Beaucoup d'applications de VoD sont disponibles comme Microsoft Netshow, RealVideo pour les réseaux de transmission en temps réel [5].

### **6.2. La vidéoconférence**

La vidéoconférence est une application qui utilise la vidéo pour faire des réunions interactives entre groupe d'individus distants. La vidéo est fournie à tous les participants en temps réel. La vidéoconférence exige des installations chères et des coûts de transmission élevés en termes de la consommation de la bande passante [5].

### **6.3. Streaming pair-à-pair vidéo**

Le concept principal du calcul pair-à-pair est que chaque pair est un client et serveur en même temps. Dans ce contexte, le contenu multimédia joué par l'utilisateur est mis en commun entre des pairs. Le partage pair-à-pair emploie le mode ouvrir après le téléchargement, mais dans le cas du streaming pair-à-pair vidéo; on lit les données pendant le téléchargement. Un des avantages de streaming pair-à-pair de vidéo est que les pairs ont la liaison directe à d'autres pairs évitant la communication par l'intermédiaire des serveurs de médiation [5].

## **7. Conclusions**

Dans ce chapitre, on a présenté l'environnement multimédia et le concept du flux multimédia Et nous n'avons fait qu'effleurer les différents domaines liés à la diffusion de contenu vidéo sur internet. le flux multimédia est devenu l'un des concepts clés dans le domaine des médias et de l'information automatisée et des technologies de la communication En termes d'aide à transfert et traitement les différents types de données, et la meilleure vue pur l'affichage et la distribution (la diffusion) du l'information.

# Chapitre 4

**Réalisation et Comparaison  
« CPL & Ethernet »**

## 1. Introduction

Depuis l'essor d'Internet, les pratiques de consommation et de communication évoluent. Les nouveaux usages liés à une plus grande interactivité vont très certainement générer une autre façon de regarder la télévision, et donc d'utiliser les médias. Ainsi, le média du XXe siècle (la télévision) et celui du XXIe (le multimédia) se lient afin de créer un nouveau média convergent, mêlant l'interactivité du Web avec la force de conviction et de diffusion de la télévision. On voit déjà des prémices de ces médias dans les DVD interactifs, dans les Web TV ou dans le *riche media*. L'interactivité est un mot de plus en plus usité, mais il est très vaste dans ses définitions et dans ses usages, il est donc nécessaire de le définir pour autant, nous n'en et de la communication.

Dans ce chapitre, nous allons proposer un et comparaison entre le réseau Ethernet et réseau CPL D'où de cout ,efficacité ,et la vulnérabilité puis à la fine essayer de développer, en utilisant le langage C#, un applications de diffusion les vidéo en streaming sur les réseaux locaux ou les réseaux CPL comme partie pratique qui consister à une création une lecture de vidéo permettant de diffuser et Accueillir la vidéo en streaming (multicast ou broadcast) à travers un réseau LAN.

## 2. Le CPL, alternative aux réseaux WiFi et Ethernet

Avec le développement des appareils disposant d'un accès à Internet, comme les lecteurs multimédia, les consoles de jeu ou les lecteurs Blu-ray intégrant la fonction BD-Live, le réseau domestique est devenu une composante intégrale du divertissement multimédia domestique. A moins de bénéficier d'un réseau Ethernet intégré à domicile, le Wi-Fi constitue la solution plébiscitée pour ne pas avoir à cohabiter avec des câbles disgracieux courant dans toute la maison, ou bien impliquant une installation fastidieuse. Cependant, rares sont les produits à bénéficier d'une connexion Wi-Fi, nécessitant ainsi de faire appel à un d'ongle optionnel (lorsqu'il existe). Une alternative simple et performante au réseau Ethernet existe avec les adaptateurs CPL, tels les « Netgear XAVB2001 ».

La technologie du Courant Porteur en Ligne permet le transfert de données numériques en utilisant le réseau électrique existant d'un bâtiment. On crée ainsi un réseau local sans tirer de câble supplémentaire. Pour mettre des appareils en liaison, il suffit de relier chacun des appareils à un adaptateur CPL branché sur une prise de courant. Chaque adaptateur se charge alors de transmettre et de recevoir les données via le circuit électrique. Vous pouvez ainsi

accéder à Internet et à d'autres ordinateurs ou à des serveurs multimédia depuis n'importe quelle prise de votre réseau électrique domestique. Avec un débit de données pouvant atteindre 500 à 1200 Mbits/sec, comme le kit « Netgear XAVB5001 » et « NETGEAR CPL 1200 », ces kits peuvent transmettre un flux vidéo HD, ils constituent ainsi une solution idéale pour toutes les applications multimédia. Notez toutefois que les performances des adaptateurs CPL sont tributaires de la qualité de votre réseau de câbles, et qu'ils fonctionnent souvent mal connectés à des multiprises protégées.

Les adaptateurs CPL bénéficient d'une conception élaborée qui leur permet de s'adapter à toutes les configurations et répondre à tous les besoins. Ainsi, le kit « Netgear XAVB1004 » offre un Switch 4 ports qui permettra de connecter plusieurs appareils. Les adaptateurs « Netgear XAVB2501 » disposent pour leur part d'une prise secteur filtrée qui permettra de brancher des appareils électriques sensibles, à l'instar d'un ordinateur.[22]

Les adaptateurs CPL disposent de fonctionnalités qui permettront d'en optimiser l'usage, tels un système de cryptage qui garantira la confidentialité des données, ou un système de mise en veille automatique afin de limiter la consommation électrique. D'autres adaptateurs, tel le « Netgear XAVN2001 » permettent de bénéficier d'un point d'accès Wi-Fi, une caractéristique qui finit de faire des adaptateurs CPL une solution performante et modulable.

### **3. Comparaison Ethernet Wi-Fi et CPL**

Chacune d'entre elles a ses avantages et ses inconvénients qu'il faudra considérer pour bénéficier d'une infrastructure réseau convenant le mieux possible à vos usages et/ou vos attentes en terme de coût, de simplicité d'installation, d'accessibilité et de performances.

#### **3.1. Installation**

Si l'on considère un réseau domestique d'appareils situés dans différentes pièces (salon, chambre, bureau...), les technologies Wi-Fi et CPL sont de loin les moins contraignantes à mettre en place. La première ne nécessite aucun câblage tandis que la seconde s'appuie sur le courant porteur (l'électricité) pour interconnecter les appareils situés dans une pièce à ceux localisés dans les autres pièces. Bien que les boîtiers CPL branchés sur les prises secteur doivent être câblés en Ethernet aux périphériques réseau (ordinateur ou téléviseur d'un côté, Switch ou box Internet de l'autre), on considère que le CPL est une technologie sans fil, comme le Wi-Fi. A l'inverse, l'Ethernet utilise des liaisons câblées qui posent comme vous pouvez l'imaginer de gros problèmes d'interconnexion entre les pièces de votre appartement

ou les étages de votre maison. À moins de concevoir le schéma de câblage Ethernet à la construction ou rénovation de votre logement, vous serez contraint de percer les murs pour relier informatiquement toutes vos pièces.

### **3.2. Portée**

En ce qui concerne la portée et la stabilité des signaux réseau, c'est l'Ethernet qui tire largement son épingle du jeu. En effet, il est possible d'utiliser des câbles jusqu'à 90 mètres de long sans aucune perte d'informations. Le Wi-Fi propose quant à lui une portée théorique d'environ 100 mètres, mais qui sera considérablement réduite en pratique par des obstacles suffisamment denses (comme les murs) ou des interférences (lié au matériel électronique ou à l'environnement) qui atténuent les signaux. Le CPL pour sa part est une norme de communication fiable, mais la portée des signaux dépend essentiellement de la vétusté de l'installation électrique.

### **3.3. Sécurité**

L'Ethernet et le CPL fonctionnent sur des réseaux filaires "fermés" et ne posent donc pas de problèmes de sécurité majeurs. Le Wi-Fi en revanche expose votre réseau domestique à vos voisins les plus proches. Il existe des solutions de cryptage des données et d'accès au réseau par mot de passe, qui garantissent lorsqu'elles sont employées, la sécurité de votre réseau domestique et de votre connexion à Internet.

### **3.4. Performances**

Outre la notion importante d'accessibilité du réseau et d'Internet par les appareils domestiques, certaines personnes recherchent avant tout la performance. Exprimée en Mb/s, elle se manifeste par le débit de la connexion qui influera sur la vitesse de transfert des données. Même si aucune de ces technologies ne bride la vitesse de connexion à Internet, il est très important de prendre en compte les débits pratiques des technologies pour le transfert de fichiers volumineux, comme les vidéos par exemple qui pèsent la plupart du temps plusieurs centaines de Méga-octets, voire quelques Giga-octets[22].

Interface	Débit théorique maximum	Débit réel moyen	Temps de sauvegarde d'un fichier de 1Go	Remarques
<b>WiFi G</b> 54 Mb/s	7 Mo/s	2 Mo/s	8 min 32 sec	Connexion sans fil utilisée par les box Internet et la majorité des ordinateurs portables.
<b>CPL (courant porteur)</b> 200 Mb/s	25 Mo/s	4 Mo/s	4min 16 sec	Connexion "sans fil" via des adaptateurs (vendus par 2) qui se branchent sur les prises secteurs.
<b>WiFi II</b> 300 Mb/s	38 Mo/s	5 Mo/s	3 min 24 sec	Connexion sans fil à haut débit. Nécessite l'achat d'un routeur ADSL compatible WiFi N
<b>Fast Ethernet</b> 100 Mb/s	12 Mo/s	9 Mo/s	1 min 53 sec	Connexion filaire proposée sur les box Internet et la majorité des appareils dits "connecté".
<b>Ethernet Gigabit</b> 1000 Mb/s	120 Mo/s	20 Mo/s	51 sec	Connexion filaire à haut débit, nécessite des câbles RJ45 de catégorie 6, ainsi que des périphériques compatibles (switch, routeur, carte réseau...)
<b>CPL (courant porteur)</b> 1200 Mb/s	425 Mo/s	120Mo/s	20 sec	Connexion filaire via des adaptateurs (vendus par 2) qui se branchent sur les prises secteurs.

**Tableau 11 :** Tableau comparative

Les débits réels suscités sont des débits moyens, qui peuvent varier selon le matériel utilisé, la distance qui sépare les appareils et la vétusté de votre installation électrique (seulement dans le cas du CPL). Dernier point important, la vitesse de transfert sera toujours bridée par l'appareil le plus lent de la chaîne (câble, Switch, carte réseau des PC, appareils électroniques...). Dans le cas d'un réseau domestique articulé autour d'une box Internet, les débits seront automatiquement bridés à ceux du Fast Ethernet et du Wi-Fi G, technologies qu'elles implémentent. Pour outrepasser ces limites, il faudra s'assurer, dans un premier temps, que vos périphériques supportent les normes plus rapides comme l'Ethernet Gigabit ou le Wi-Fi N, mais également investir dans des passerelles compatibles (routeurs, Switch points d'accès) et des câbles de type RJ45 catégorie 6 pour l'Ethernet Gigabit. D'ailleurs, l'Ethernet Gigabit est la seule liaison qui garantit le transfert des vidéos les plus lourdes disponibles actuellement (celle des disques Blu-ray). Mais avec la convergence numérique, la démocratisation de la haute définition et l'apparition de la 3D, il y a fort à parier que l'Ethernet Gigabit sera indispensable pour véhiculer sans limitation les flux vidéos de demain[20].

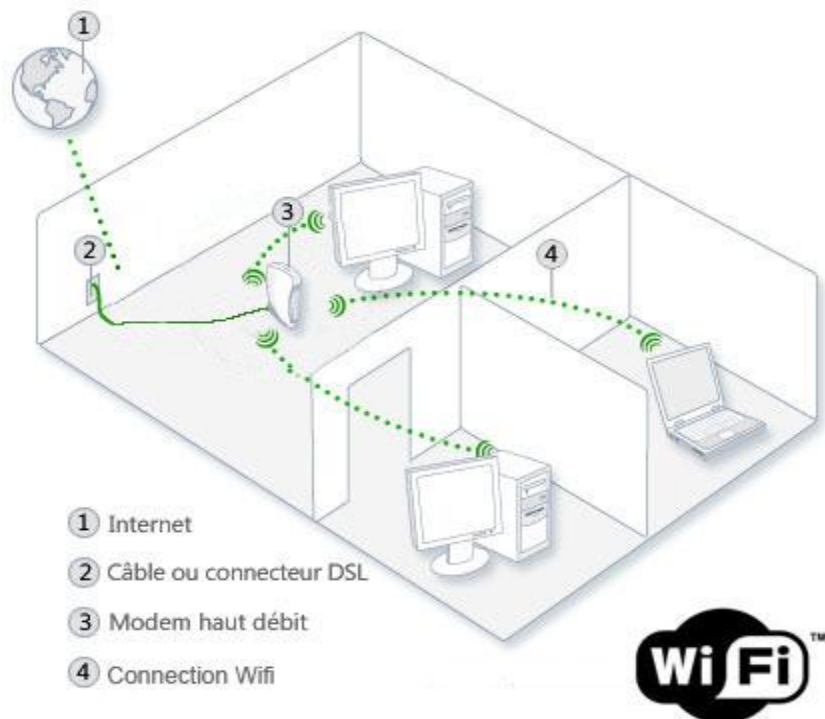


Figure 20 Connexion-Wifi

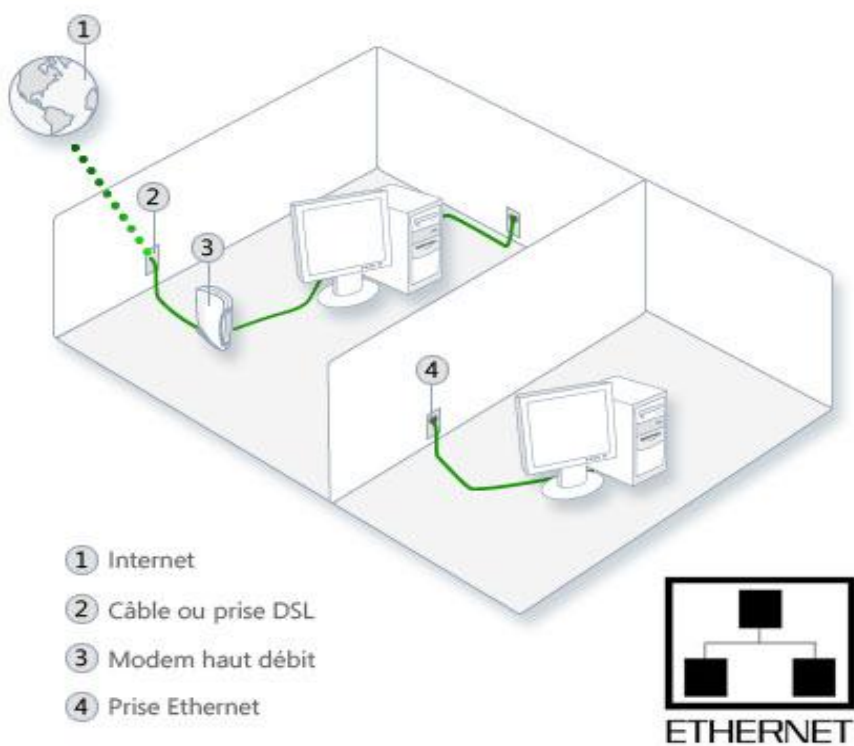


Figure 21 : Connexion-Ethernet

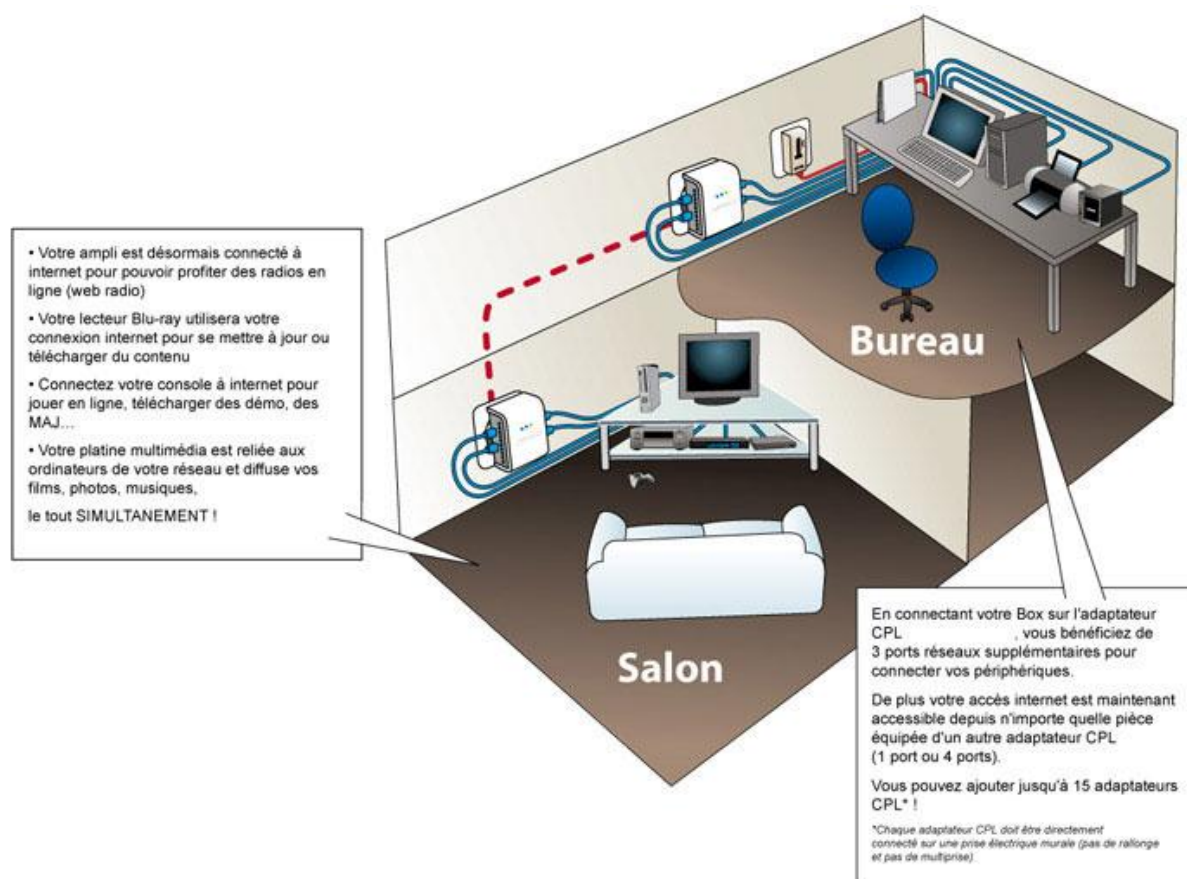


Figure 22 : Connexion-CPL

Dans un réseau informatique, WIFI, Ethernet ou CPL cohabitent avec une jungle de normes et protocoles. Relier en WIFI un appareil ayant une sortie HDMI à un appareil ayant une entrée VGA peut s'avérer un vrai casse-tête. Pour vous aider, vous trouverez ci-dessous un tableau croisé de compatibilité sur les différentes normes et technologies de communication les plus utilisées, dans les domaines du réseau (Ethernet, CPL), du multimédia (HDMI, VGA, Péritel, S/PDIF, RCA, UPnP), du sans-fil (Wi-Fi, Infrarouge, Radiofréquence, Bluetooth) ou de la domotique (X10)[21].

	Data			Audio & Vidéo					Protocoles					
	Ethernet	WiFi	CPL	HDMI	VGA	YUV Périitel	SPDIF	RCA	Bluetooth	IR	USB	X10	RF	UPnP
Ethernet														
WiFi	✓	✓	✓											
CPL	✓	✓	✓											✓
HDMI	✓	✓		✓	✓	✓							✓	
VGA		✓		✓	✓	✓				✓			✓	
YUV Périitel														
SPDIF														
RCA									✓					
Bluetooth								✓						
IR														
USB														
X10														
RF														
UPnP														

Tableau 12 : tableau croisé de compatibilité les normes et technologies de communication

## 4. La réalisation

### 4.1. Environnement logiciel de développement

#### 4.1.1. Langage de programmation

Nous avons utilisé le C# comme langage de programmation orienté objet (Microsoft Visual Studio 2012). Nous avons choisi l'orienté objet pour la facilité de développement, de maintien et de la réutilisation des différents modules de l'application.

#### 4.1.2. Les bibliothèques utilisées

Nous avons utilisé deux bibliothèques qui sont :

- **AxInterop.WMPLib.dll** : Cette bibliothèque contient toutes les classes nécessaires pour la création interface graphique pour Afficher les Vidéos.( Windows Media Player),
- **DirectX.Capture.dll**: Cette bibliothèque regroupe toutes les classes nécessaires pour capteur et l'utilisation du ressources Matériel, la Cam et le microphone etc.
- **DShowNET.dll** : Cette bibliothèque contient toutes les classes nécessaires pour la manipulation des matériel et les interfaces des périphériques.

## 5. Les principales fonctionnalités du Système

### 5.1. Coté Distributeur

#### 5.1.1. Diffusion un Vidéo

Cette phase l'utilisateur parcourir et ouvrir un fichier vidéo et ou même tempe démarrer la diffusion de streaming de cette vidéo ver le réseau local (Broadcast ou multicast) on adresse réseau spécifique

#### 5.1.2. Diffusion la Cam

Dans cette étape l'utilisateur ouvrir la fenêtre de diffusion la streaming du la Cam , qui démarrer la capteur de Cam et démarrer la diffusion sur le réseau par des adresses de diffusion comme '224.0.1.100'(multicast) ou Broadcast envoyer à tout.

### 5.2. Coté Récepteur

#### 5.2.1. Réception de Vidéo

Le récepteur créer et initialiser un Socket pour écouter sur un port spécifique et l'emport quelle adresse IP , puis obtenir un flux en entrée sous forme d'octet et convertir l'octet en objet (fichier vidéo) puis ouvrir la vidéo dans un licteur multimédia (Windows Media Player).

#### 5.2.2. Réception de Cam

Le récepteur aussi créer et initialiser un Socket pour écouter sur un port spécifique et l'emport quelle adresse IP , puis obtenir un flux en entrée sous forme d'octet La lecture de elle par l'utilisation du 'Binary Reade' et de sa conversion en objet (format originale) pour l'affichage dans un 'Controls' ou un conteneur (pictureBox). Cette opération effectuer chaque 300 milli seconde pur obtenir un séquence vidéo.

## 6. Test et conception du l'application

Le Distributeur qui nous avons conçu est un outil de Diffusion des streaming du vidéo installer dans un microordinateur centrale (server) connectés à un réseau local (TCP/IP,UDP). Mon Application utilise le protocole de UDP et TCP pour la diffusion, Notre application est de type TabControl c'est-à-dire qu'elle est composée d'une fenêtre mère et des fenêtres filles adjacent

## 6.1. La fenêtre principale

c'est la fenêtre de démarrage qui contient les fenêtre filles

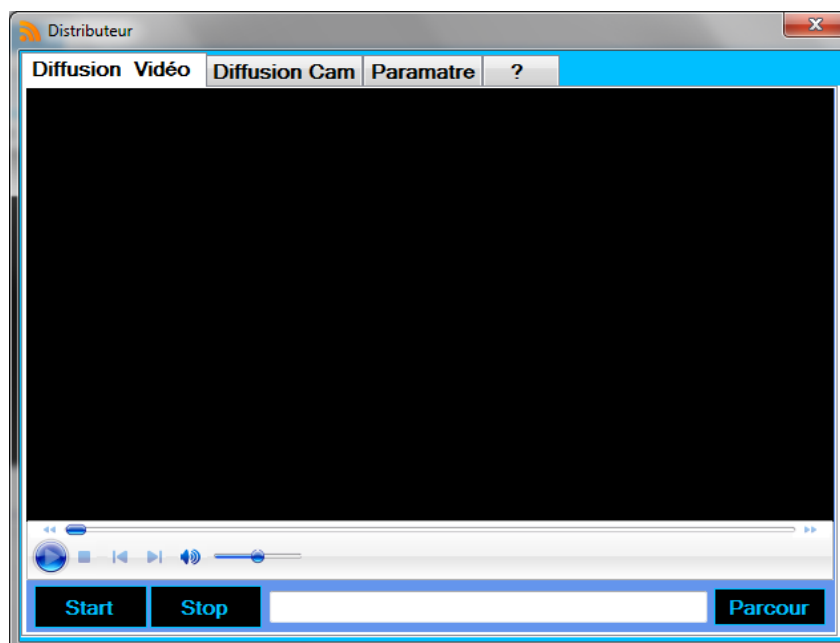


Figure 23 : Fenêtre « principale »

## 6.2. La fenêtre de Diffusion Vidéo

C'est la fenêtre de diffusion la vidéo qui Parcoure et ouvrir la fichier de vidéo et click sur le bouton « Start » pour démarrer la diffusion.



Figure 24 : Fenêtre « diffusion vidéo »

### 6.3. La fenêtre de Diffusion Cam

C'est la fenêtre de diffusion et partage la Cam qui click sur le bouton « Démarrer » pour démarrer la diffusion du Cam.

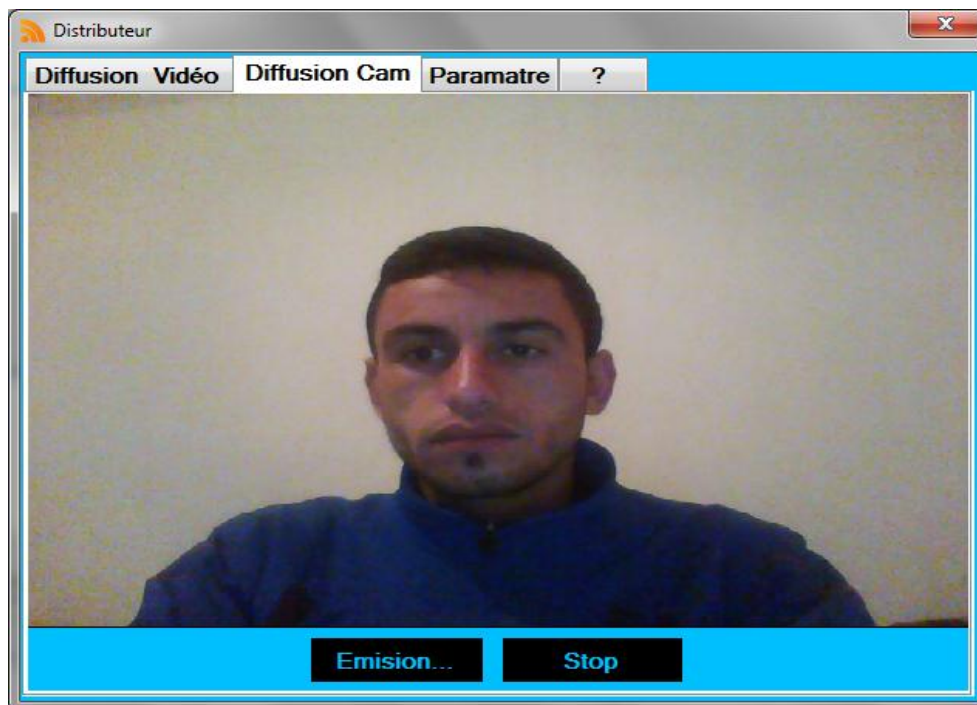


Figure 25 : Fenêtre « diffusion Cam »

### 6.4. La fenêtre Paramètre

Ce fenêtre est la fenêtre de paramètre qui configurer les propriétés de connections comme le port et l'adresse de réseau et la taille du Transfer de streaming

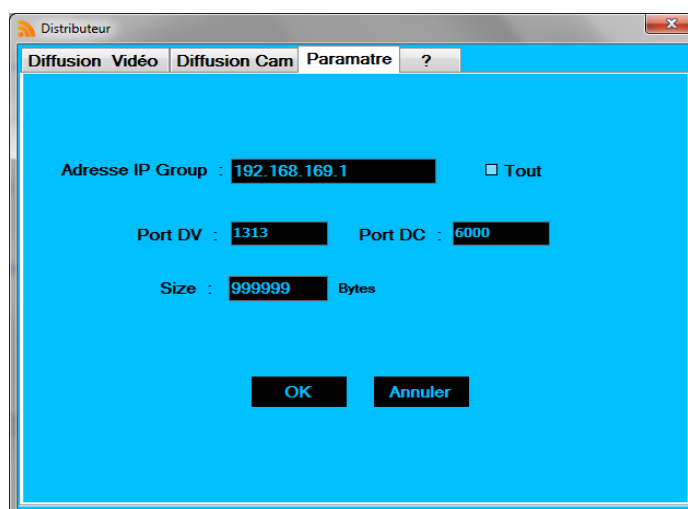


Figure 26 : Fenêtre « Paramètre »

La partie Récepteur est un outil de réception des streaming du vidéo et la partage de la Cam qui installer dans les éléments(microordinateur ,smartTV,.. ) de réseau local.

### 6.5. La fenêtre principale « Récepteur »

c'est la fenêtre de démarrage de réception qui contient les fenêtre filles

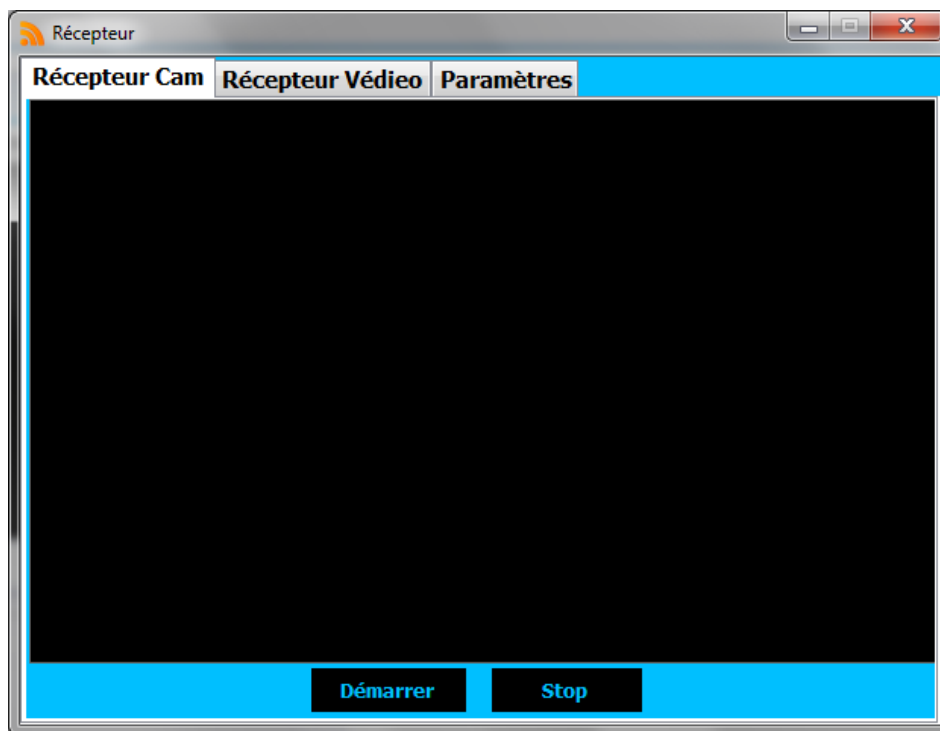


Figure 27 : Fenêtre « Principal Récepteur »

### 6.6. La fenêtre de réception Vidéo

C'est la fenêtre de réception de vidéo qui click sur le bouton démarrer pour commencer la réception de streaming de vidéo .



Figure 28 : Fenêtre « Réception Vidéo »

### 6.7. La fenêtre de réception Cam

Ce fenêtre est la fenêtre du réception de streaming et partage de la Cam .

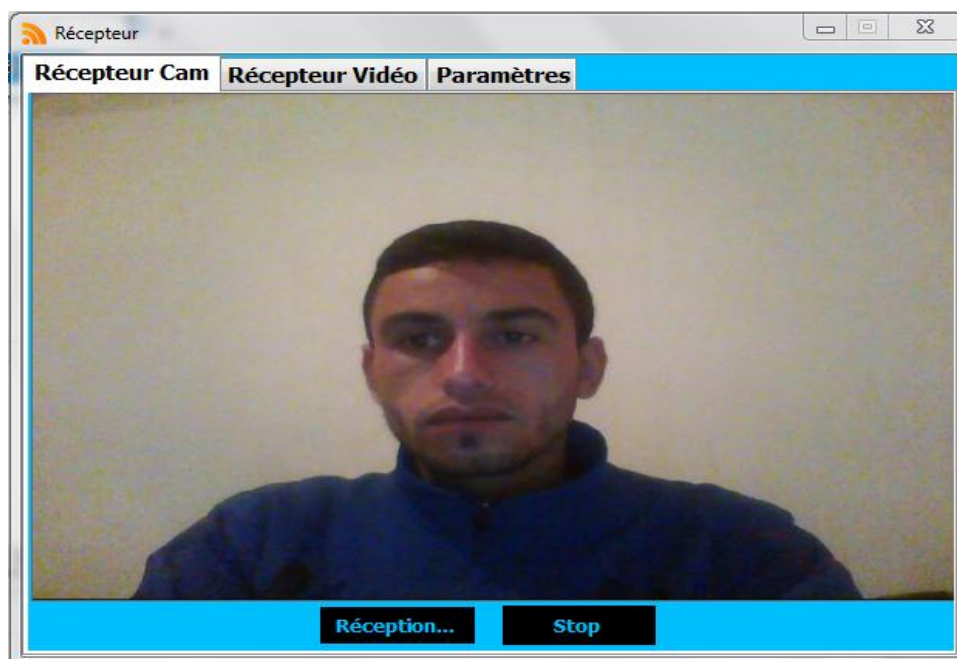


Figure 29 : Fenêtre « Réception Vidéo »

### 6.8. La fenêtre Paramètre « Récepteur »

La fenêtre de paramètre qui configurer les propriétés de connections comme le port et l'adresse de réseau et l'emplacement de l'enregistrement de streaming reçu.

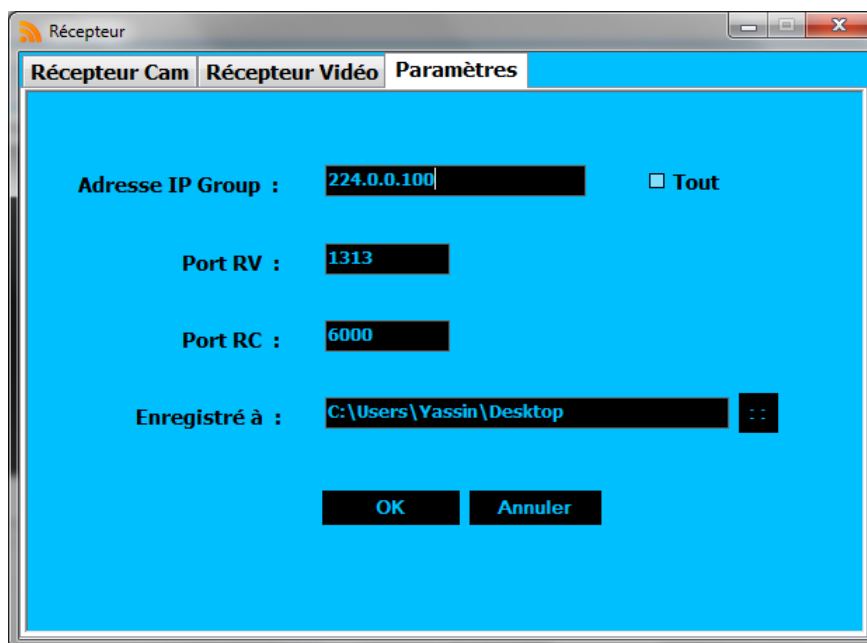


Figure 30 : Fenêtre «Paramètre Récepteur »

## 7. Conclusion

Dans ce chapitre comme partie pratique Je essayé de fournir une application multimédia quoi l'écoulement vidéo CAM diffusée à travers un réseau local sur la base du CPL, qui a caractérisé sa récente à ce sujet de la vitesse et de l'efficacité dans l'échange de données à travers la technique domaine des réseaux de transfert local où il Ya un grand nombre de ces applications techniques, et appliqué qui est basé sur la transmission croisée des données réseau local travaille sur la technologie CPL par le protocole UDP où prend en charge le transport et l'envoyer au groupe, contrairement à TCP et je protocole de faiblesse qui ne garantit pas l'accès réussi à paquets sur le réseau, mais les contraintes de temps et de la difficulté de la programmation avec d'autres protocoles tels que H.323 et RTP protocole que vous travaillez en utilisant le protocole UDP pour offre la facilité d'utilisation et la vitesse dans le transport n'a pas vider le cours de certaines des difficultés et des problèmes donc conseillé d'utiliser RTP à aimer les applications du protocole de sujet parce qu'elle implique les caractéristiques en termes de vitesse et d'assurer un accès adéquat aux données et cela vient comme les aspirations de continuer à travailler comme ça sujet des programmes et de continuer à la recherche scientifique à l'avenir.

## CONCLUSION GENERAL

Le travail présenté dans cette mémoire a permis d'étudier et de proposer différents aspects de CPL (Courant Porteur Ligne) comme une nouvelle technologie des réseaux Informatique et qui est aujourd'hui un domaine d'actualité et accessible au grand public. Cette technologie est prometteuse, beaucoup de développements sont en cours. Beaucoup de systèmes sont proposés sur le marché, quand est-il de son débit, de son efficacité et de sa facilité d'utilisation, et la conception et la réalisation d'un système de diffusion et réception des vidéos en streaming et sur la qualité de cette transmission (CPL).

La structure générale de mon travail est organisée et réalisée comme suit :

Le premier Chapitre est une généralité sur les réseaux locaux comme définitions générales et les concepts des aspects les plus importants d'où principe du travail et les fonctionnalités de base et les exigences d'installation et la composition des matériels physiques, et les systèmes logiciels et divers types de topologies de réseaux locaux (bus, boucle, étoile ...).

Le deuxième Chapitre contient une étude approfondie sur le réseau CPL (Courant Porteur Ligne) comme une nouvelle technologie dans les réseaux informatiques et de la situation actuelle dans ce domaine.

Le troisième chapitre est une introduction et définition de la notion de flux multimédia dans les réseaux et les réseaux locaux, en particulier en ce qui concerne les méthodes de traitement et le transfert et l'échange de données multimédias, et les domaines d'application et l'importance de ce domaine.

Dans le dernier chapitre qui contient du côté de l'application pratique, vous développez une application complète de vidéo diffusée via réseau local basée sur la technologie de la CPL. Nous fournissons une comparaison statistique entre la technique Ethernet et CPL en termes de performances, de rapidité et l'efficacité du transport à travers les réseaux locaux basés sur les résultats expérimentaux des laboratoires fabriqués pour les institutions en raison du coût élevé et l'indisponibilité des matériels CPL. Et comme une évaluation générale, que j'ai été en mesure de couvrir les points plus fondamentaux qui visent à travers ce travail sous le nom « Conception d'un LAN multimédia sur CPL » aussi bien que dans la poursuite des travaux et le développement dans le domaine de la recherche scientifique à l'avenir, nous devons ajouter quelques fonctionnalités et de nouveaux outils en ce qui concerne les aspects

programmatisées et mettre en évidence certains aspects importants des technologies de réseau en général et les réseaux locaux, en particulier, comme la technologie CPL pour ses fonctionnalités et les solutions au niveau des réseaux locaux, le pourcentage de travail est estimé à 80 % Environ.

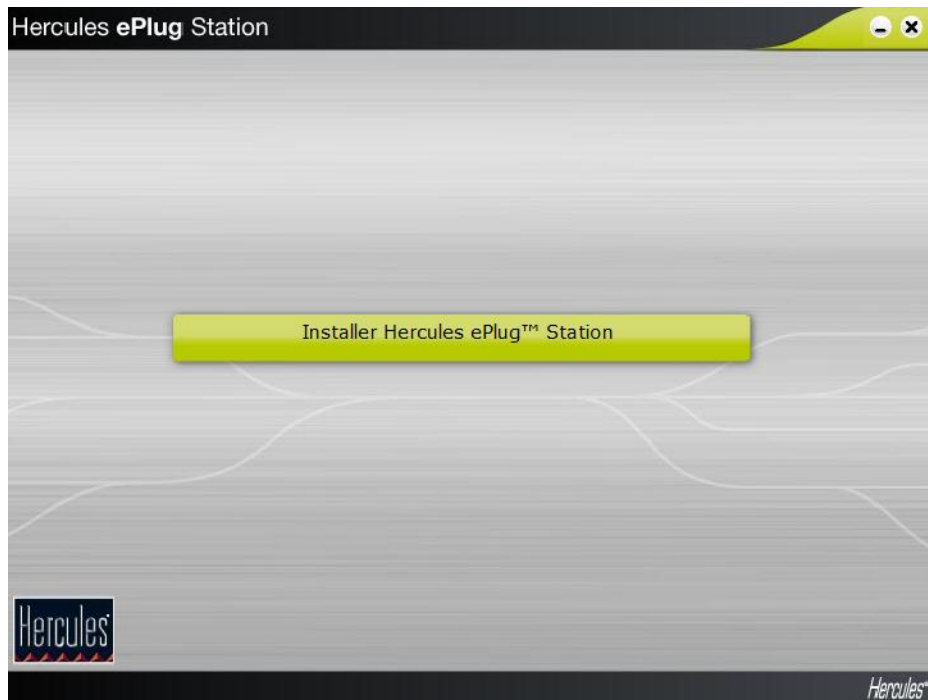
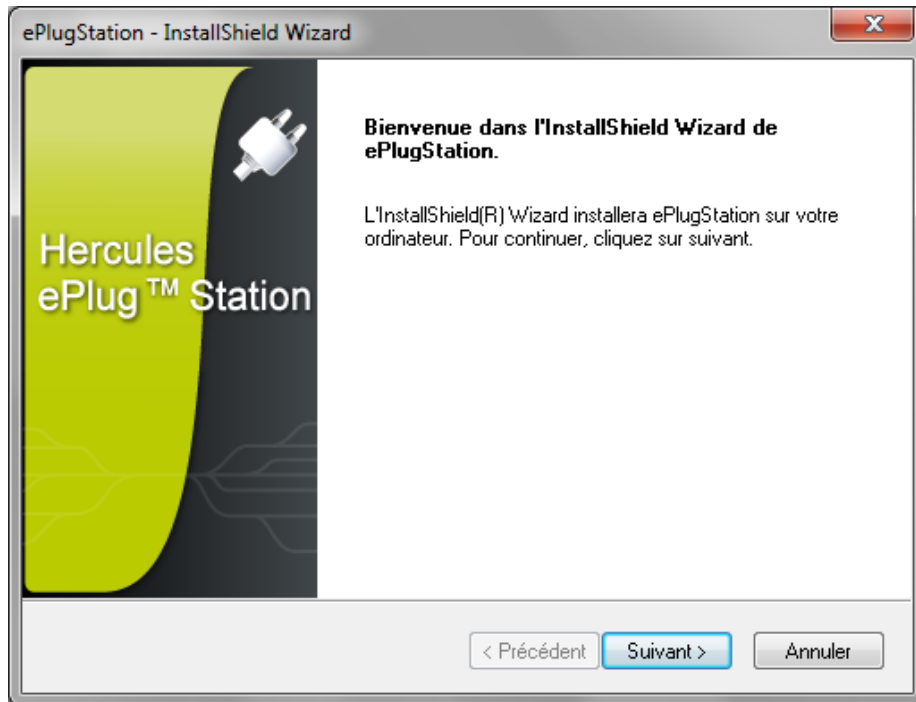
## BIBLIOGRAPHIE

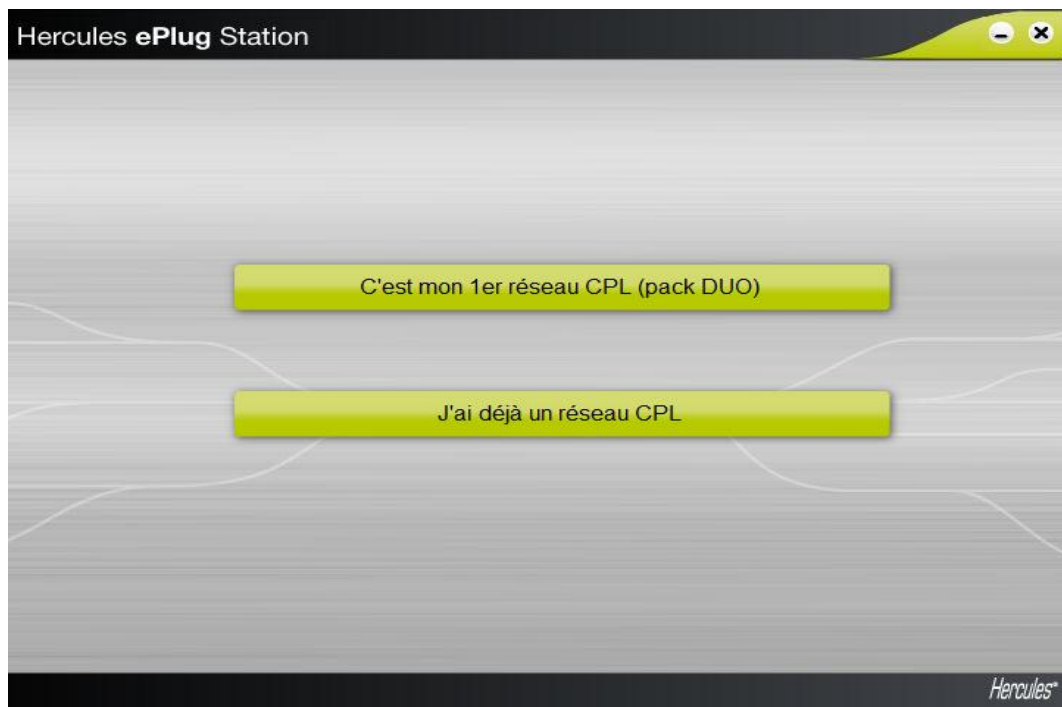
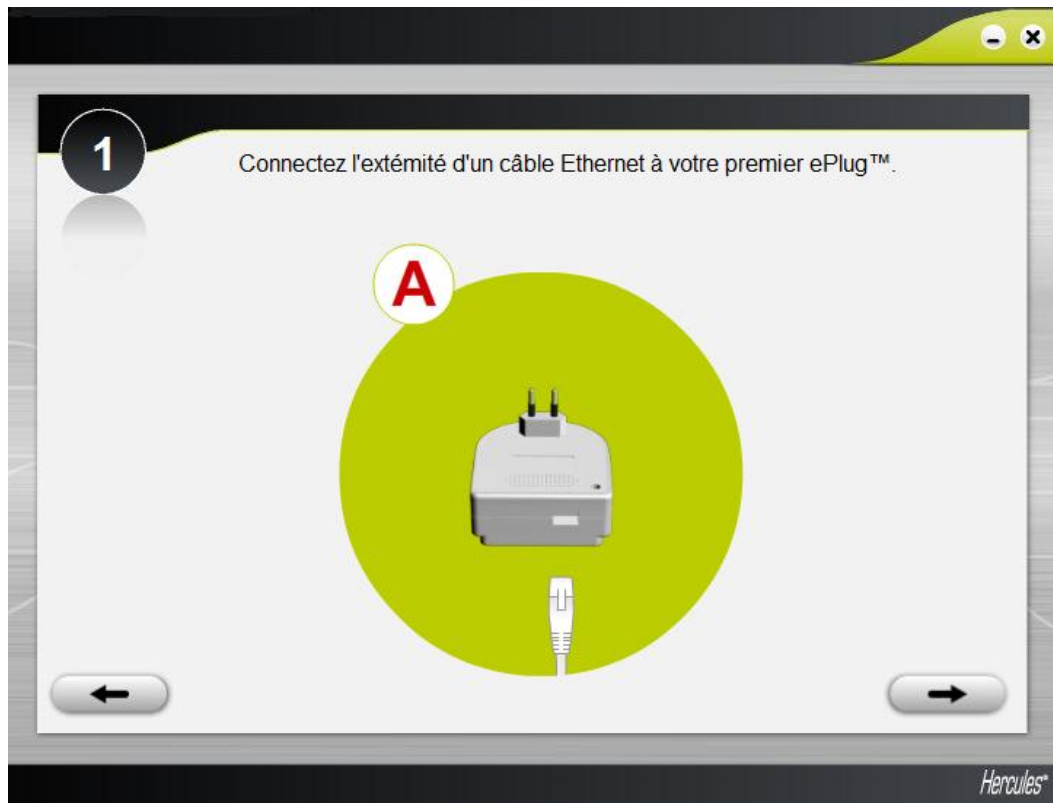
- [1] **Philippe ATELIN** « LES RÉSEAUX INFORMATIQUES »
- [2] **J. PILLOU et F. LEMAINQUE** « Tout sur les Réseaux et Internet » Dunod Paris 2012.
- [3] **D. DROMARD et D. SERET** « Architecture des réseaux » Édition 2009
- [4] **G. PUJOLLE** « Les Réseaux » Édition 2008.
- [5] **Joanne WOODCOCK** « Les réseaux - Notions de base »
- [6] **Jean LUC MONTAGNIER** « Réseaux d'entreprise par la pratique »
- [7] **Pierre Alain GOUPILLE** « Technologie des ordinateurs et des réseaux » Édition 2008
- [8] **Gaurav META** « Introduction to Multimedia Systems »
- [9] **Jean-Pierre Arnaud** « RÉSEAUX ET TÉLÉCOMS »
- [10] **Etienne DURIS** « Nouvelles technologies Réseaux Les courants porteurs en Ligne »
- [11] **Brobecker Guillaume Gérald Huguet** «Les Courants Porteurs en en Ligne »
- [12] **DI GALLO Frédéric** « C.PL »
- [13] Article écrit par **F. Cacciaguerra** Novembre 2003 Introduction Courants porteurs en ligne CPL
- [14] **D.Males et G. Pujolle** « Réseaux CPL par la pratique »
- [15] **Z. C. LiuÆ W. LiuÆ A. Nakayama** « Flow and heat transfer analysis in porous wick of CPL »
- [16] **CARCELLE ET T. BOURGEOU.** Technologies CPL (Courants Porteurs en Lignes) 2010.
- [17] **M-S. YOUSUF, S. RIZVITANG, M. EL-SHAFEI.** Power Line Communications
- [18] CPL France Disponible à : <http://www.cpl-france.org> Consulté le : 09/02/2015.
- [19] **les numériques** Disponible à <http://www.lesnumeriques.com> Consulté le : 10/02/2015.
- [20] **devolo** Disponible à <http://www.devolo.com/befr/> Consulté le : 19/02/2015.
- [21] **Club LMD™** Disponible à <http://www.maison-domotique.com> Consulté le : 25/05/2015.
- [22] **Comparatif CPL** Disponible à <http://www.01net.com/tests-comparatifs/classement-kits-cpl-500-mbits-s-1.html> Consulté le : 01/06/2015.

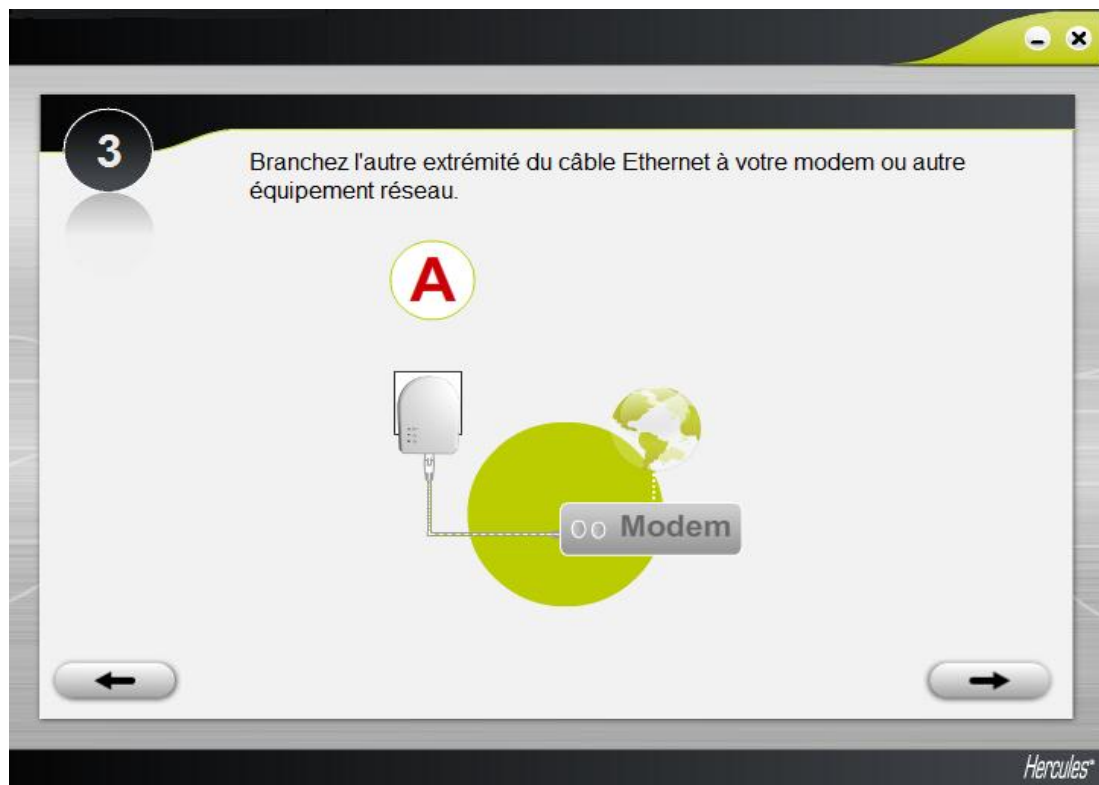
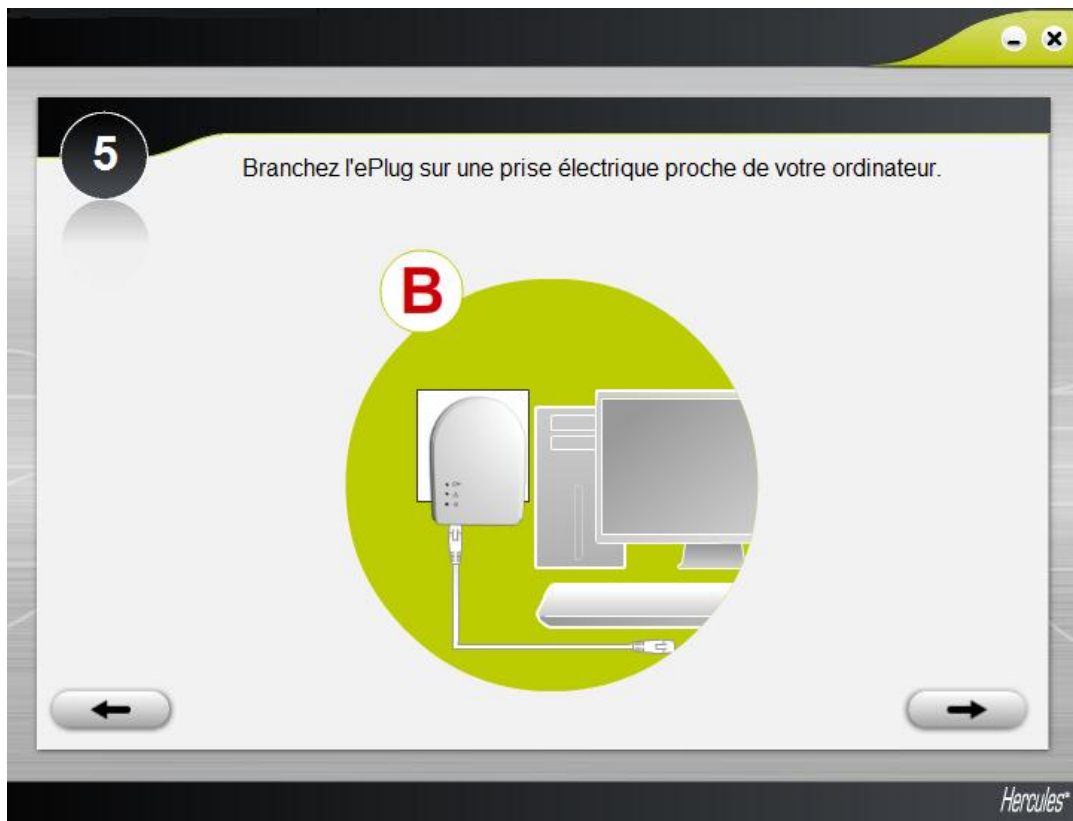
# **Annexe**

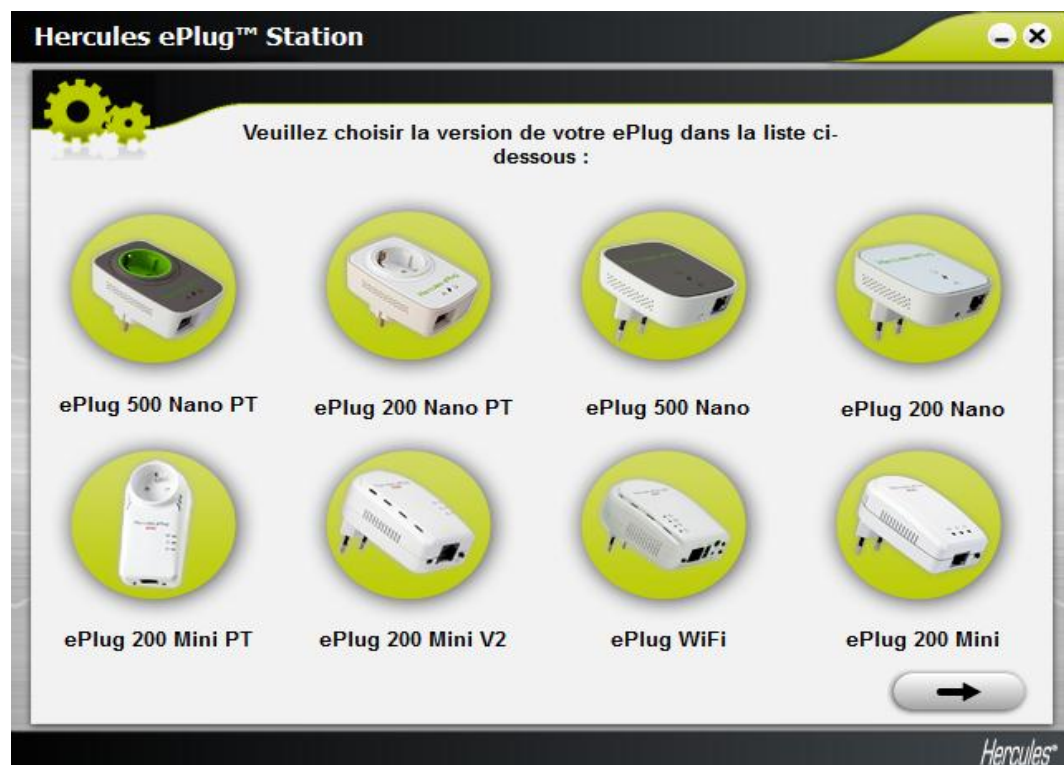
## **Installation des Hercules ePlugStation**

## L'installation de « Hercules ePlugStation » le pilote du l'appareilles CPL











## ملخص :

التطور التكنولوجي مر بعدة مراحل مهمة خاصة في مجال الاعلام الآلي وتكنولوجيا الاعلام والاتصال على مستوى شبكات الحاسوب وتعتبر هذه الأخيرة أهم عامل تمخض عنه هذا المجال من ما تقدمه من خدمات وتسهيلات في مجال الاتصالات كمشاركة التطبيقات والبرامج , وربط الانظمة الضخمة ببعضها البعض والتواصل الاجتماعي بشتى انواعه و نقل البيانات الكبيرة وتوزيعها كالفديو والصوت في مجال تطبيقات الملميديا وأدى هذا الى ظهور أنواع جديدة من الشبكات وتقنيات النقل وتوجيه البيانات ( التدفق ) ومن ابرزها شبكات الاتصال عبر خطوط الكهرباء (CPL) مما تمتاز به هذه الأخيرة من سرعة وفعالية في النقل ونقص في التكلفة مقارنة باستخدام اسلاك الألياف الضوئية وسهولة في الاستخدام والاستفادة من البنية الشبكية لخطوط الكهرباء المتواجدة في المنزل او المنشأة حيث أصبحت بديل الإنترنت على مستوى الشبكات المحلية ولذلك أردت من خلال هذا العمل إبراز مدى أهمية هذا النوع من الشبكات في مجال الاعلام الآلي عامة وتطبيقات الملميديا خاصة عبر دراسة معمقة لهذه التكنولوجيا وتقديم وتطوير برنامج يقوم بتوزيع الفيديو والكامرة عبر شبكة محلية تعمل على تقنية الـ(CPL).

الكلمات مفتاحية : LAN , CPL , Streaming , Ethernet .

## Abstract :

*Technological development to pass on several stages in the field the Data processing and technologies of information and communication especially on the level of networks, this last is the factor the most important outlet in this field, of its service and the installations in the field of the communications such as shares the applications and the software, and to related the great systems with the others and the social communication with various types and the bulky data transmission and of distribution such as the video and the audio in the field of the multimedia applications, and that led to the emergence of new types of networks and technologies of transport of data (flow), and the most important networks of communication on electric lines (PLC), which characterized by speed and of the effectiveness in transport, and a lack of cost compared to files fiber optic, and easy to use and benefit from the infrastructures of electric lines exist in the house or the company where it became the replacement of Ethernet network on the level of the LANs, and thus I wanted through this work to displaying the importance of this type of networks in the field of the public automated media and multimedia applications in particular thanks to a thorough study of this technology and to provide and develop a program which distributes video and Cam on a LAN worked on a technique (PLC).*

**Key Words :** LAN , CPL , Streaming , Ethernet.

## Résumé :

*Le développement technologique passer sur plusieurs étapes dans les domaine l'Informatique et les technologies d'information et de communication surtout au niveau des réseaux informatiques, ce dernier est le facteur le plus important débouché dans le ce domaine, de son service et des installations dans le domaine des communications telles que partage les applications et les logiciels , et relire les grands systèmes à l'autres et la communication sociale à divers types et la transmission de données volumineux et de distribution telles que la vidéo et l'audio dans le domaine des applications multimédias, et cela a conduit à l'émergence de nouveaux types de réseaux et des technologies de transport de données(flux), et les réseaux les plus importants de communication sur lignes électriques (CPL), qui caractérisait par la vitesse et de l'efficacité dans le transport, et un manque de coût par rapport à files fibre optique , et facile à utiliser et profiter des infrastructures de lignes électriques existent dans la maison ou dans l'entreprise où il est devenu un réseau Ethernet de remplacement au niveau des réseaux locaux, et donc je voulais à travers ce travail de souligner l'importance de ce type de réseaux dans le domaine des médias automatisés publics et applications multimédias en particulier grâce à une étude approfondie de cette technologie et de fournir et de développer un programme qui distribue la vidéo et Cam sur un réseau local travaillée sur une technique (CPL).*

**Mots Clés :** LAN , CPL , Streaming , Ethernet .