

Université de Nice Sophia-Antipolis

**PANORAMA DES
TECHNOLOGIES RESEAUX
ACTUELLES**

**Travail d'Etude réalisé par
BISSOL Cédric & DAVID Gregory**

Le 16/06/2004

SOMMAIRE

❖ Introduction	Page 3
❖ Historique	Page 3
❖ WPAN : Bluetooth principale technologie des réseaux personnels sans fils	Page 5
❖ PAN/LAN : Ethernet et autres technologies filaires des réseaux locaux	Page 9
❖ WLAN : Wifi, le développement du sans fil au sein des réseaux locaux	Page 12
❖ ADSL, description du principal accès haut débit et de son avenir : le dégroupage	Page 15
❖ WWAN : La téléphonie au sein des réseaux	Page 17
❖ Quelques perspectives des réseaux de demain Boucle Locale Radio Accès au haut débit via les lignes électriques	Page 20
❖ Conclusion	Page 24
❖ Bibliographie	Page 25

De nos jours, l'informatique connaît une croissance accrue qui occupe une part de plus en plus importante dans notre vie de tous les jours. Cette progression se retrouve aussi bien dans les ordinateurs proprement dits que dans le domaine du réseau.

Ce dernier devient indispensable pour les échanges. La technologie va de plus en plus vite et l'on se laisse vite submerger face à de nombreuses innovations. Il devient alors difficile de choisir un « équipement réseau » répondant complètement à nos besoins face à la multitude d'appareils existant.

Afin d'éclaircir tout ceci et de répondre à cette question, nous allons vous présenter un éventail des technologies réseau ainsi que la structure de chacune.

Rappel du système de base

Aux alentours des années 1960-1970, l'armée américaine invente le premier réseau permettant de transmettre des données. Leur principale priorité était qu'en cas de problème grave (guerre), les données puissent toujours circuler par un chemin ou un autre. A cette époque, deux protocoles sont en concurrence directe, TCP/IP et X25. Ce dernier repose sur un système similaire à celui du réseau téléphonique, une liaison directe. Il calcule le chemin de bout en bout avant d'effectuer la transmission. Ce procédé étant peu efficace, c'est TCP/IP qui est devenu prépondérant.

Les protocoles TCP (Transmission Control Protocol) et IP (Internet Protocol) sont les plus fréquemment utilisés sur Internet. Ils apparaissent respectivement dans la couche transport et réseau du modèle OSI. TCP permet un dialogue entre la couche application et prépare les données au transport. Il fait aussi un contrôle de l'état de transmission d'où son nom de protocole orienté connexion. Cette vérification consiste principalement en une remise en ordre des paquets et en une vérification sur le transfert des données. Ces caractéristiques sont effectuées grâce à la structure des segments TCP. En effet si un paquet est trop volumineux, il sera séparé en plusieurs segments avant d'être acheminé vers la couche inférieure.

Le protocole IP s'occupe quant à lui de l'expédition des données, des adresses de l'expéditeur et du receveur ainsi que du routage. Celui-ci s'effectue, à la différence de X25, pendant le trajet. Il permet également de limiter la taille du trajet réel en indiquant un nombre maximum de routeurs. La version actuelle de ce protocole, IP v4 est sur le point de se faire remplacer par la version IP v6. Cette dernière propose 3 améliorations principales :

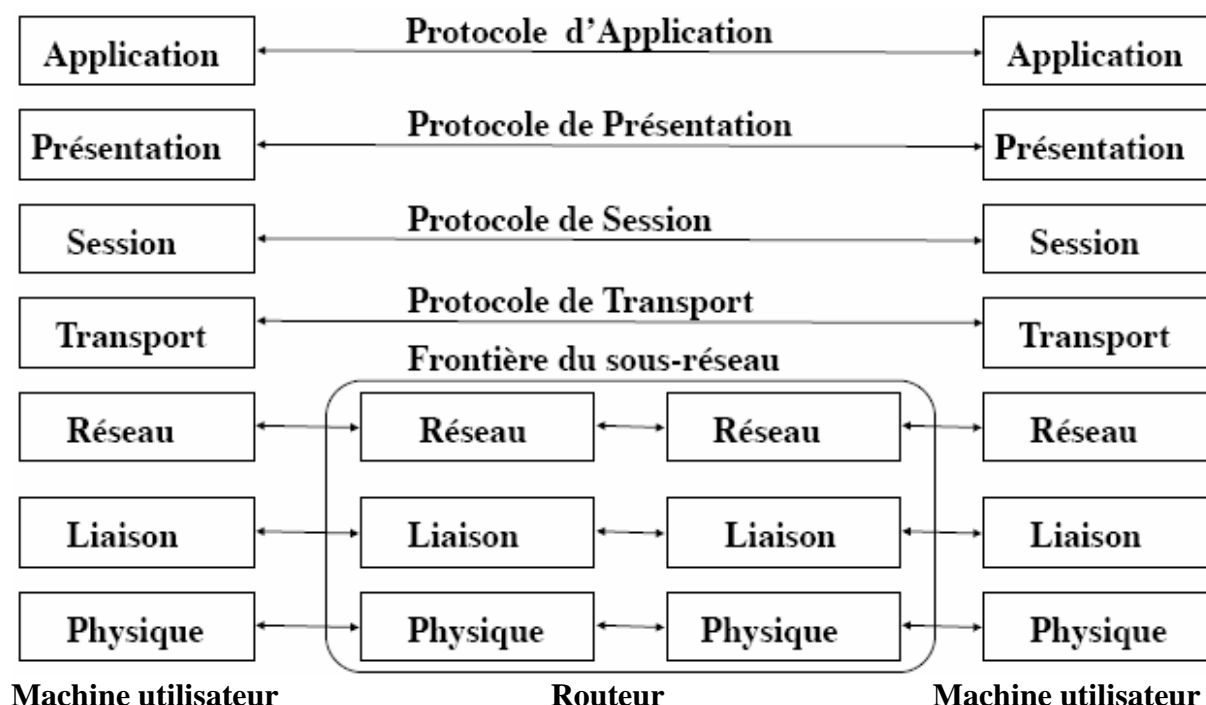
- un espace d'adressage plus grand : 10^{38} adresses (128 bits) par rapport aux 4 milliards actuelles (32 bits)
- une structure plus simple d'utilisation et plus complète. On peut par exemple donner l'ensemble du chemin à parcourir (tâche qui est laissée au routeur dans le cas de IPv4), les datagrammes trop volumineux pour les routeurs peuvent être réacheminés vers la source plutôt que d'être séparés au niveau des routeurs.

- IPv6 apporte plus de sécurité que la version actuelle (mécanisme d'authentification et confidentialité des transferts)

La volonté d'ouvrir Internet au public provoqua de nombreux problèmes, dont celui de la compatibilité. En effet, chaque entreprise possédait son propre système réseau. D'où l'idée de créer un modèle universel.

Le modèle OSI (Open System Interconnection) a été fondé en 1984 par l'organisation des standards ISO (Organisation internationale de normalisation) afin de normaliser les communications entre les ordinateurs d'un réseau.

Ce modèle constitue une base importante dans les réseaux pour la conception de nouveaux projets. D'autant plus que dans ce modèle, chaque couche est indépendante l'une de l'autre, ce qui permet de concilier les différents systèmes. Toutefois, ce modèle reste théorique dans la mesure où certaines couches sont redéfinies selon le but recherché comme par exemple la couche physique pour la Wifi et le Bluetooth (voir ci après).



Modèle OSI : Architecture en couches

Couche Application	Interface avec l'application et son utilisateur
Couche Présentation	Mise en forme et représentation de l'information sous une forme indépendante des données
Couche Session	Gestion du dialogue
Couche Transport	Offre une qualité de service indépendante des couches inférieures
Couche Réseau	- Routage des paquets à travers le réseau - Segmentation/réassemblage
Couche Liaison	- La mise en paquet de l'information (encodage pour le transport) - La détection et la reprise des erreurs
Couche Physique	Transmission des données via support physique

Bluetooth™

Le Bluetooth est la principale technologie de WPAN (Wireless Personal Area Network). Il est arrivé tardivement sur le marché à cause des normes qu'il a fallu mettre au point.

Son nom lui vient du roi viking Harald Blaatand II qui adorait les myrtilles d'où la couleur de ses dents. Il avait réuni les royaumes du Danemark et de Norvège.

Le Bluetooth est en fait le remplaçant de l'USB. Le projet a été lancé par Ericsson en 1994 avec Nokia, IBM, Intel et Toshiba. C'est seulement après que d'autres entreprises telles que Microsoft, Motorola et bien d'autres (plus de 3000 constructeurs) ont rejoint ce projet. Celui-ci porte le nom de 802.15.1 dans la norme IEEE.

Il permet de mettre en réseau jusqu'à 8 appareils pour une portée de 10 mètres et un débit de 1Mbits/s. Ces appareils peuvent être des imprimantes, des téléphones portables, un ensemble clavier-souris, un agenda électronique et bien d'autres périphériques encore :



Kit main libre pour téléphone

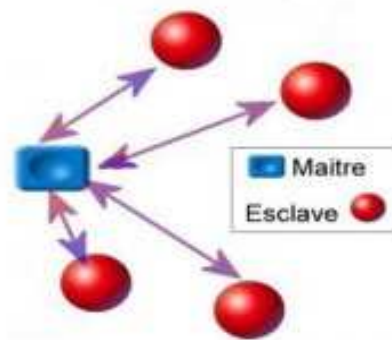


Clavier + souris Bluetooth



Ordinateur de poche

On appelle cela un piconet ou picoréseau :



Piconet

Il y a un maître et sept esclaves. Ces derniers ne peuvent pas parler entre eux et sont obligés de passer par l'intermédiaire du maître. Ils peuvent avoir plusieurs maîtres si l'on veut faire des liaisons entre piconets

Cela s'appelle un Scatternet :

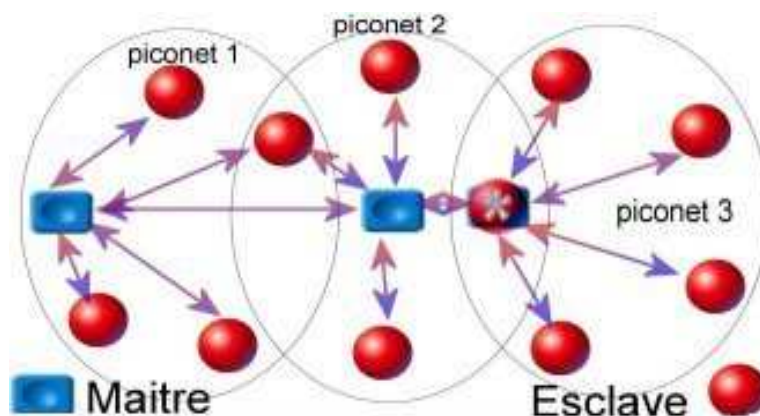


Schéma de plusieurs piconets entre eux : Scatternet

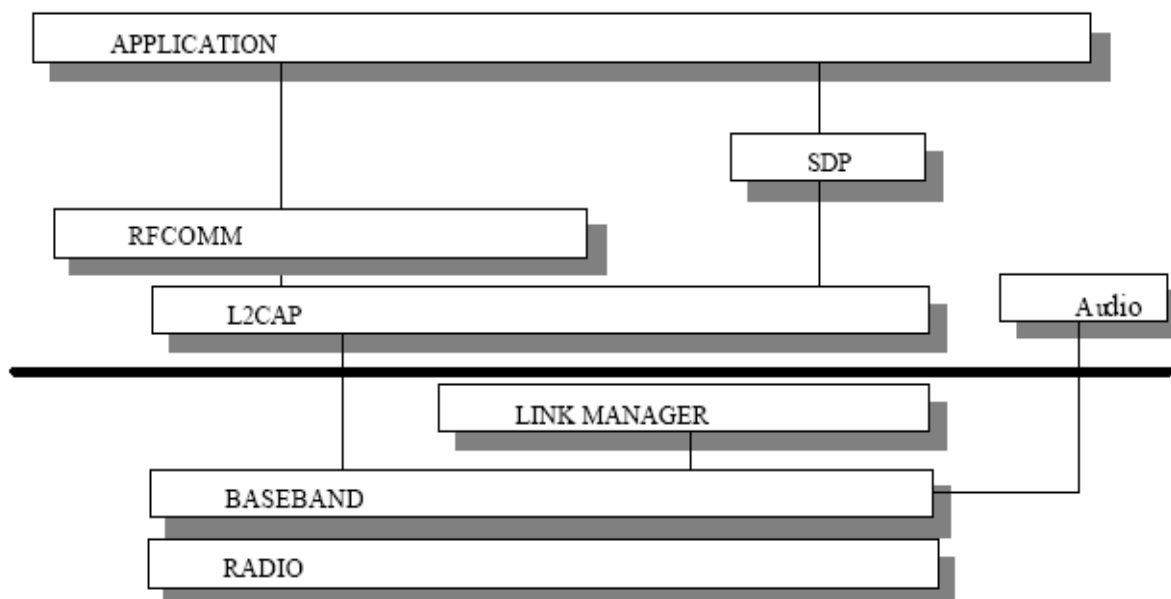
La connexion entre un maître et un esclave se fait de la manière suivante :

1. Le maître au départ se trouve dans l'état « Inquiry ». Il envoie autour de lui un signal pour connaître les nouveaux appareils dans le réseau. (Un appareil peut être invisible. Il ne répond pas).
2. Une fois trouvé, l'esclave passe en mode « Inquiry scan » puis en mode « Inquiry response ». Il envoie alors un message en indiquant son adresse et son horloge et passe dans le mode « Page Scan » pour attendre une réponse.
3. Le maître ayant reçu le message bascule en « Page » et enregistre le contenu du message. S'il veut poursuivre la connexion, il enverra alors plusieurs fois une réponse contenant l'adresse de l'esclave.
4. Lorsque l'esclave le reçoit, il se place dans le mode « Slave response » et envoie un nouveau message avec son code d'accès.
5. Le maître passe alors aussi en « Master response » et transmet un paquet de type FHS (Frequency Hopping Synchronisation) contenant son adresse et son horloge.
6. Enfin l'esclave se synchronise avec le maître et tous deux passent en mode « Connecté ».

Les paquets échangés dans un réseau Bluetooth s'appellent des trames. Chaque trame entre le maître et l'esclave est transmise sur un canal nommé liaison. Il existe deux types de liaisons. La première est la liaison ACL (Asynchronous Connection-Less : asynchrone sans connexion) qui est utilisée pour les données arrivant par paquets de façon régulière. La deuxième étant SCO (synchrone avec connexion) qui sert pour les données en temps réel comme pour un téléphone par exemple et son kit mains libres.

Point de vue technique :

Le Bluetooth redéfinit à lui tout seul son propre modèle de réseau dont voici le schéma :



Architecture du Bluetooth

Nous pouvons tout de même faire la relation avec le modèle OSI.

Tout en haut de ce modèle, se trouve une couche nommée Application/Profils dont on ne rentrera pas dans les détails car elle correspond à la couche Application de OSI. On y trouve les protocoles permettant d'utiliser les Appareils esclaves. Voici quelques protocoles :

- SDP (Service Discovery Protocole) qui permet de connaître les services offerts par un appareil du réseau.
- RFCOMM : Permet d'émuler le port série. Cela va servir pour tout ce qui est connexion avec un PC et par exemple une imprimante.
- TCS : Telephony Control Specification : Pour tout ce qui est téléphone.

Ensuite nous avons la couche L2CAP qui remplace la couche intermédiaire et un morceau de celle de liaison de données dans le modèle OSI. Elle permet d'effectuer trois opérations importantes :

- Découpe en morceau les paquets reçus pouvant atteindre les 64Ko pour la transmission.
- Rassemble des paquets venant des esclaves et détermine le service à rendre (API) comme par exemple celui pour les téléphones ou bien d'autres appareils encore.
- Négocie la taille des paquets reçus car certains équipements ne fournissent pas de paquets de 64Ko.

La couche Link Manager contient un protocole permettant de contrôler les différentes connections entre les appareils. Elle permet également de faire l'authentification de ces derniers ainsi que la gestion de leur mise en veille (faible consommation).

En dessous nous pouvons trouver la couche «baseband» (bande de base). Elle correspond aussi à deux couches : liaison de données et physique. Elle gère de nombreux points divers tel que le cryptage de bas niveau, le saut de fréquence, l'état des périphériques ainsi que leurs appels, le renseignement du réseau et bien d'autres encore.

Et enfin la couche radio qui ressemble à la couche physique qui va s'occuper de tout ce qui est modulation du signal radio et de transmission. Cette dernière se fait à l'aide de la technique FHSS (étalement de spectre à saut de fréquence). Cette méthode permet d'émettre successivement sur un canal puis sur un autre tout cela pendant un très court temps. (Cette technique est issue de l'armée car il y a une combinaison pour le choix des canaux qui est désormais connue de tous les appareils.)

Les points faibles :

- ☒ Le Bluetooth se sert de la bande fréquence 2.4GHZ et utilise 79 canaux ce qui crée un conflit avec la Wifi et les autres technologies utilisant aussi cette fréquence. Il est obligé alors de faire beaucoup de contrôles d'erreur. Mais les sauts de fréquence étant plus rapides que ceux de la Wifi, ce n'est pas lui qui se fait déranger le plus.
- ☒ Un problème qui peut être négligeable est celui de la sécurité car étant donné que le Bluetooth est un réseau sur une zone de moins de 10 mètres, on ne risque pas grand chose. En revanche, si l'on s'en sert d'une façon plus pointilleuse dans l'avenir, il faudra changer le système actuel.

Les points forts :

- ☒ Le Bluetooth commence à supprimer l'infrarouge mais aussi les câbles de l' USB. Il devient alors pratique pour la domotique.
- ☒ Une consommation très faible qui fait de lui un système peu onéreux.
- ☒ La facilité d'utilisation est essentielle de nos jours. Lorsqu'un appareil entre dans le réseau, il communique directement avec le maître sans que l'utilisateur ne s'en rende compte.

Equipements avec file des réseaux locaux

Les réseaux locaux, LAN, utilisent généralement une connexion Ethernet. Cette technologie implémente la couche physique ainsi qu'une partie de la couche de liaison de données du modèle OSI. Le succès qu'elle connaît s'explique d'ailleurs en partie par sa rapidité d'intégration au modèle OSI du fait de sa compatibilité avec tous types de protocoles dans les couches supérieures. C'est également une technologie de faible coût de revient et très simple d'utilisation. Dans un réseau Ethernet, il n'y a pas de machines prioritaires, elles sont toutes reliées via la même ligne de communication.

Ethernet, connu aussi sous le nom de norme IEEE 802.3, comprend 3 grandes familles :

- ◆ Ethernet (standard) caractérisé par un débit de 10Mbps et une portée de 100m
- ◆ Fast Ethernet dans lequel on retrouve une portée de 100m mais un débit nettement supérieur (de 100Mbps)
- ◆ Giga Ethernet où on arrive à un débit de 1Gbps et une portée de 500m.
- ◆ Les variations de débit que l'on trouve dans ces 3 catégories s'expliquent par les types de matériaux physiques et la technologie utilisée pour la transmission.



Câble RJ45 croisé (utilisé dans les réseaux Ethernet)



Fibre optique (plus de débit jusqu'à 100Mb/s mais beaucoup plus coûteux)

La couche physique d'Ethernet permet à une machine à l'écoute du réseau de détecter des interlocuteurs éventuels (c'est le Carrier Sense), de gérer les transferts de données (juste des bits au niveau physique). C'est également ici que sont repérées les communications simultanées entre appareils (Collision Detect).

Etant branchées à une même ligne, les machines d'un réseau Ethernet utilisent donc le même protocole au niveau de la couche de liaison de donnée (CSMA/CD = Carrier Sense Multiple Access with Collision Detect). C'est ce qui lui permet la communication entre plusieurs appareils, mais il n'exclut pas la possibilité d'avoir 2 communications simultanées. C'est pour cette raison qu'il doit procéder à une détection des erreurs.

Toutes les machines procèdent de la même façon : avant de communiquer, elles vérifient tout d'abord que la ligne est libre. En cas de communication simultanée, les machines arrêtent la transmission et ne recommencent à émettre qu'après un certain délai qui diffère d'une machine à l'autre du réseau et qui varie également selon la technologie mise en jeu.

Points forts :

- ☑ Type de réseau ancien, bien ancré au cœur du système OSI, pas d'incompatibilité entre les différents matériels, très peu de surprises tous les problèmes sont connus.
- ☑ Se construit simplement (parfois juste le câble réseau suffit)

Points faibles :

- ☑ Pas d'appareil dominant (elles sont toutes au même niveau)
- ☑ Possibilité d'erreurs dans les transferts (avec une simple détection pas de correction)

Toutefois, le mode full duplex d'un réseau Ethernet permet de réduire considérablement (voire supprimer totalement) les collisions de données. Ce mode repose sur l'utilisation de commutateur qui permet de conserver « une table d'adresse » contenant les adresses de toutes les machines du réseau et du port du commutateur auquel elles sont reliées. Ainsi, pendant une communication, seuls les ports correspondant aux intervenants seront utilisés, tous les autres resteront disponibles. Grâce à ce mode on obtient donc de meilleures performances réseau, sur certains systèmes on peut même désactiver la détection des collisions, qui n'a plus lieu d'être avec le full duplex, les débits effectifs sont ainsi améliorés. C'est un mode qui offre également plus de sécurité puisque les données ne sont plus transmises à tous les appareils, il n'est donc plus possible de « sniffer » ce qui circule sur le réseau.



Commutateur

Le commutateur permet donc un aiguillage des données via un réseau, il implémente la couche liaison de données du modèle OSI. Les ponts constituent également des appareils que l'on retrouve dans les réseaux locaux, dans cette même couche. Ils sont beaucoup moins complets que les commutateurs (dont on dit que ce sont des ponts multi ports). Les ponts permettent de relier entre eux plusieurs réseaux locaux de même type. Ils utilisent une table de correspondance des ordinateurs et du réseau auquel il appartient. Pour chaque transmission qui lui arrive, il vérifie si les machines concernées appartiennent au même réseau et diffusera les données s'ils ne sont pas dans le même réseau.

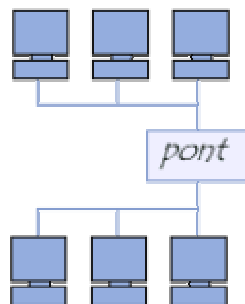


Schéma d'un réseau utilisant un pont

D'autres appareils peuvent intervenir dans la couche physique d'un réseau local de type Ethernet, il s'agit des répéteurs et des concentrateurs (hub). Les répéteurs permettent d'amplifier le signal, on les retrouve dans les réseaux d'assez grandes envergure qui atteignent voire qui dépassent les limites autorisées par la technologie utilisée (en général quelques centaines de mètres). Les concentrateurs appartiennent eux aussi à la couche physique ; donc comme les répéteurs, ils agissent sur le signal sans se préoccuper de son contenu. Ce type d'équipement contribue lui aussi à régénérer le signal, il permet surtout la diffusion du signal à tous les appareils auxquels il est relié. Un concentrateur est utile dans un réseau dès lors qu'il comporte plusieurs ordinateurs, en effet lorsqu'un réseau comporte plus de 2 ordinateurs on ne peut plus les relier directement par un simple câble. On peut ensuite relier jusqu'à 3 concentrateurs et obtenir ainsi un réseau encore plus large.

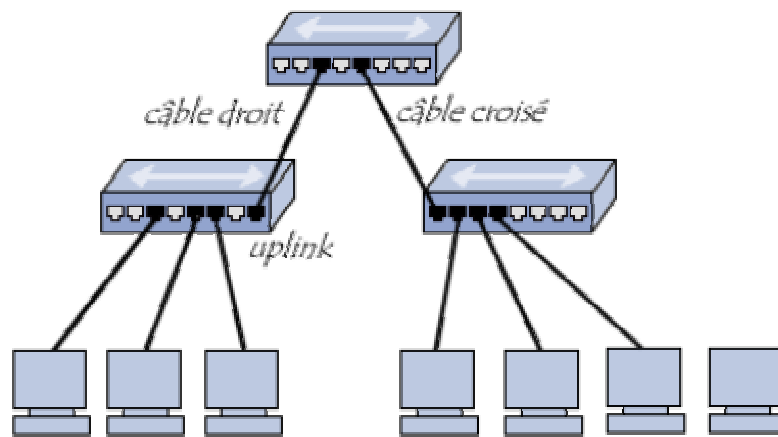
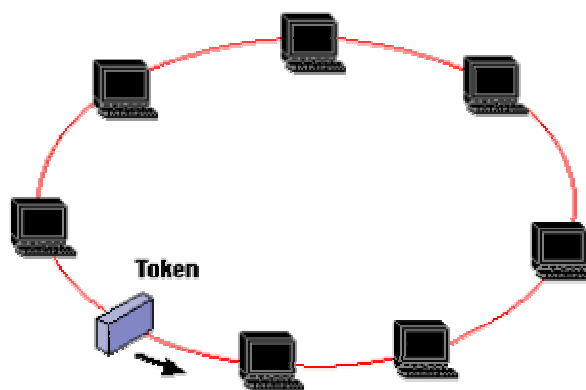


Schéma d'utilisation des concentrateurs

Les réseaux de types LAN utilisent parfois une autre technologie qu'Ethernet, il s'agit des Token Ring (=Anneau à jeton). Ce système ne repose pas sur les mêmes bases, en effet, les appareils du réseau ne peuvent émettre de transmission qu'à des moments bien précis. Un jeton circule effectivement à très haute vitesse entre les différentes machines du réseau, une machine ne pouvant émettre que si elle dispose du jeton.



Exemple de réseau en anneau

Cette caractéristique du réseau en anneau à jeton élimine les notions de collision, Ethernet reste tout de même plus performant dans les cas de faibles accès au réseau, puisque le temps de parcours du réseau pourra être assez grand dans des réseaux larges.

C'est ainsi qu'est apparue la technologie réseau FDDI (= Fiber Distributed Data Interface), qui utilise une base similaire aux réseaux en anneau à jeton, mais qui a permis une amélioration très nette des débits. Ce type de réseau utilise en effet, une paire d'anneaux lui permettant une plus grande sécurité dans les transferts, ainsi que des câbles en fibre optique pour améliorer les performances. Un des jetons circule à très grande vitesse entre tous les appareils du réseau et s'il n'arrive pas après un certain délai, c'est qu'il y a eu un incident sur le réseau. Il est possible de relier 1000 machines entre elles dans un rayon de 2km avec ce type de réseau. On peut dès lors le retrouver dans une autre catégorie de réseaux les MAN (=Metropolitan Access Network). En effet, en diminuant un peu le nombre de machines connectées, on peut atteindre une distance de 150km.



La Wifi ou Wi-Fi (Wireless Fidelity), tel le Bluetooth dans son domaine, est la principale technologie du WLAN(Wireless Local Area Network). Elle permet de créer un réseau entre différents ordinateurs fixes, portables et voire de poche.

Normalisée par le groupe IEEE sous le nom de 802.11, la Wifi peut se trouver dans le commerce sous différentes versions. La plus commercialisée étant à l'heure actuelle la 802.11b qui propose un débit de 11Mb et la 802.11g avec un débit de 54Mb (théorique) utilisant toutes les deux la bande de fréquences des 2.4GHz.

Cette technologie permet d'avoir un réseau sans fil d'une longueur de 20 à 50 mètres en intérieur et pouvant aller jusqu'à quelques centaines de mètres dans une zone « sans obstacle ».



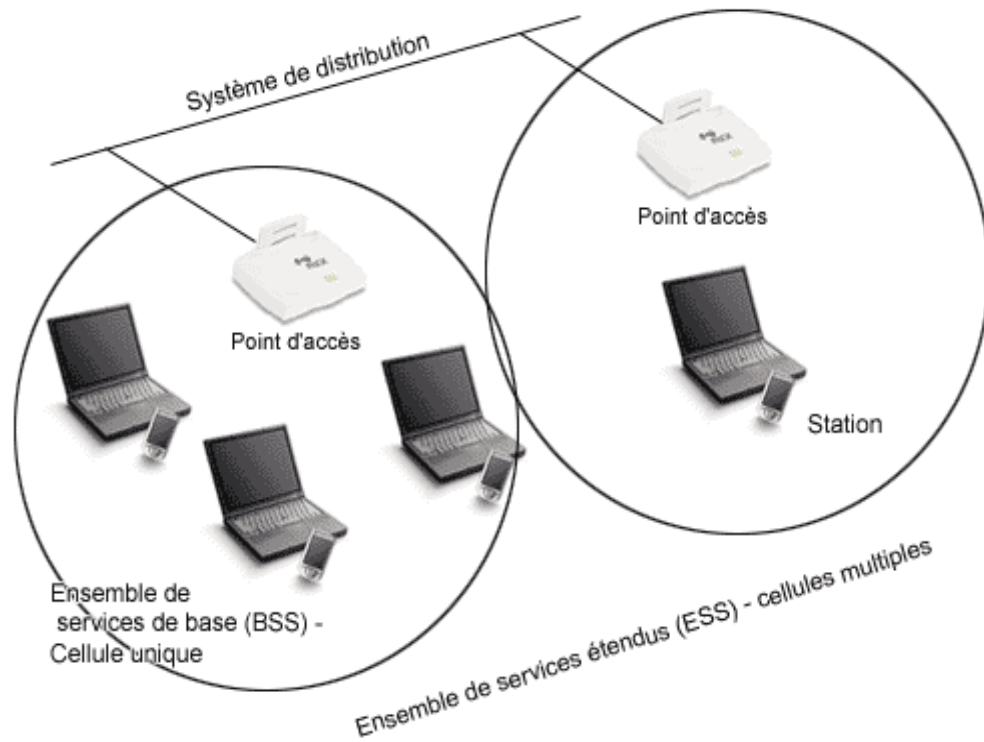
Carte PCMCIA



Point d'accès 802.11g

La Wifi connaît une grande expansion. De plus en plus de lieux publics tels que les aéroports, les gares, les facultés en sont équipés. On nomme ces lieux des « Hotspot ».

On trouve deux modes de réseaux avec la Wifi. Le premier nommé « infrastructure » permet justement la diffusion du réseau dans des lieux publics (ou autre). Il y a un point d'accès permettant de distribuer le réseau aux différentes stations (tout matériel équipé de Wifi) assez proche de ce dernier. On appelle cela un BSS (Basic Service Set) :

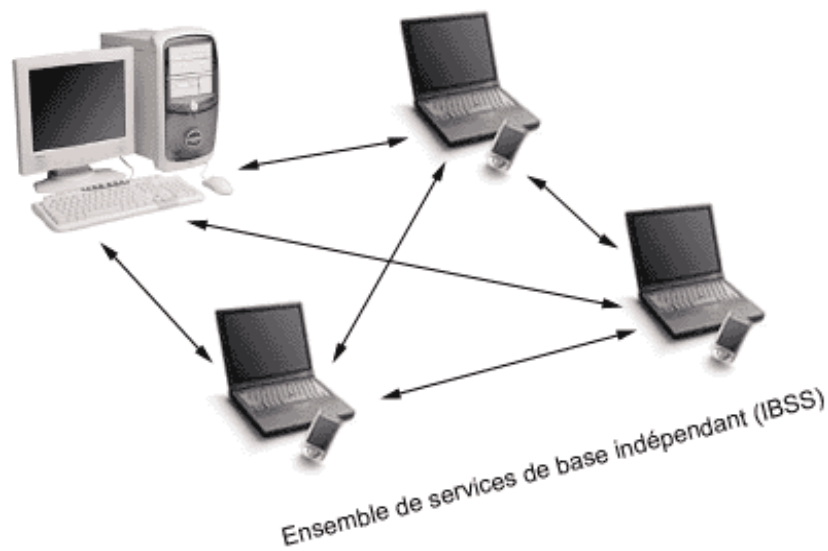


Mode infrastructure

On peut aussi mettre plusieurs BSS entre eux comme nous le montre ce schéma. Ce système est alors appelé ESS (Extended Service Set). Le réseau entre deux BSS n'est pas obligatoirement distribué par la Wifi mais peut être de n'importe quel type.

La connexion s'effectue de la manière suivante : lorsqu'une station arrive dans un lieu contenant un point d'accès, elle envoie une trame contenant des informations sur ces caractéristiques. Soit le point d'accès le reçoit, soit la station se met à l'écoute d'un message car la borne envoie régulièrement des messages. Une fois le message reçu, le point d'accès émet à son tour ses caractéristiques pour que la station puisse se synchroniser avec lui. C'est à partir de ce moment là que le particulier peut choisir le point d'accès qu'il désire. Il est bien sûr préférable de prendre la borne la plus proche afin d'avoir la meilleure connexion possible ainsi qu'un taux d'erreur faible.

Le deuxième mode s'appelle « ad-hoc » (ou point par point). C'est un réseau entre plusieurs ordinateurs mais ce sont eux qui font en même temps la station et le point d'accès.



Mode ad-hoc

Les stations sont en réseau directement entre elles.

Structure de la Wifi :

La norme 802 redéfinit la couche physique ainsi que la couche liaison de données du modèle OSI :

- La couche physique contient plusieurs méthodes de codage pour la transmission qui sont le FHSS (étalement de spectre à saut de fréquence), le DSSS (étalement de spectre à séquence directe), l'OFDM (Multiplexage Orthogonal en Répartition de Fréquence) et l'infrarouge (IR). Les types de transmissions diffèrent selon la version (802.11g utilise OFDM alors que la 802.11b le DSSS).

- La couche liaison de données quant à elle, a une fonctionnalité de plus que ce que nous avons déjà décrit. Elle gère la correction d'erreur contrairement à d'autres systèmes tel qu'Ethernet qui laisse ce traitement à TCP. La correction d'erreur étant une étape importante lorsque l'on passe par un réseau sans fil.

Point forts :

- ☑ La Wifi permet donc de supprimer les câbles avec une distance plus grande que celle du Bluetooth et arrive à des débits presque similaires à Ethernet.
- ☑ Plus besoin d'être chez soi pour consulter Internet à partir de son ordinateur.

Points faibles :

- ☑ Un manque de sécurité de la part de la 802.11b peut se faire remarquer car toute personne se trouvant dans la portée d'une Wifi (voisin d'immeuble par exemple) peut arriver à se connecter dessus.
- ☑ On peut noter une faible portée en mode ad-hoc par rapport au mode infrastructure.

ADSL moyen de connexion à haut débit

Les connexions haut débit ADSL correspondent au niveau physique dans le modèle OSI. L'ADSL (= Asymmetric Digital Subscriber Line) a vu le jour dans les années 90, c'est un terme qui regroupe toutes les technologies mises en oeuvre pour faire circuler des données numériques via les lignes téléphoniques. Le haut débit connaît un succès important qui répond aux attentes d'accès rapide à Internet avec la possibilité d'utiliser sa ligne téléphonique simultanément, ainsi qu'à la volonté d'associer audiovisuel et informatique (visioconférences, télétravail, télévision).

En Europe, on remplace parfois ADSL par LNPA, car il s'agit de Ligne Numérique à Paire Asymétrique. On réserve donc une bande de 4kHz pour le téléphone analogique et il reste encore environ 1MHz pour les données. Ainsi, on décompose la ligne téléphonique en 3 canaux : un canal haut débit descendant (depuis l'abonné vers le central), un canal moyen débit montant (vers l'abonné) et un canal réservé au téléphone. On parle alors d'asymétrie car les débits montant et descendant n'ont pas les mêmes valeurs.

On remarque en effet que les données de l'abonné vers le central sont transférées rapidement mais qu'elles le sont beaucoup moins dans l'autre sens à cause de perturbations dans le canal montant.

Toutes ces modulations de fréquences pour pouvoir obtenir différents canaux correspondent au niveau physique du modèle OSI. On utilise également les réseaux ATM (=Asynchronous Transfer Mode) pour assurer la liaison avec les couches supérieures.

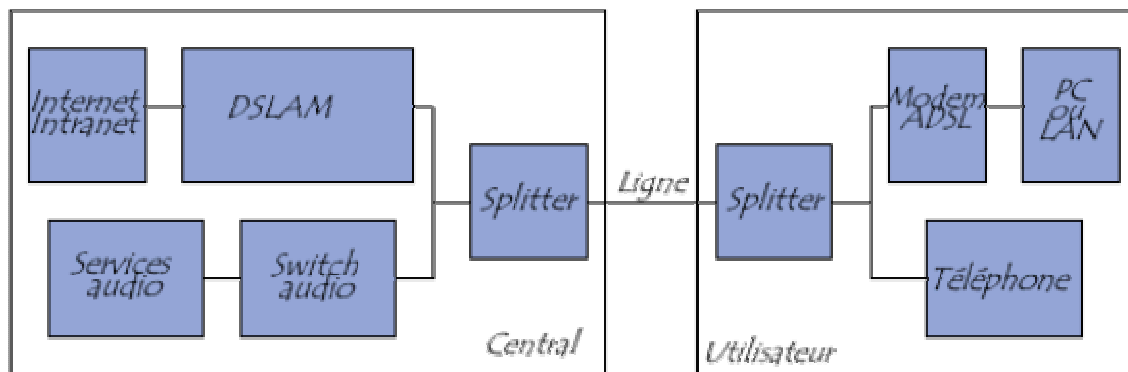


Schéma des installations ADSL

Il est assez simple pour les distributeurs de mettre en place un réseau ADSL. Il suffit de placer un DSLAM (= Digital Subscriber Line Access Mutliplexer) au niveau du central téléphonique. Cette installation redistribue aux abonnés les réseaux Internet, ainsi que les réseaux MAN et WAN qui lui arrivent par le biais du BAS (=Broadband Access Server). Il doit donc effectuer un multiplexage du flux de données pour qu'il soit accessible à tous les abonnés.

Le modem ADSL permet à l'utilisateur de décoder les données numérisées ou d'en envoyer. Il existe plusieurs types de modem selon l'utilisation (des modems se branchant sur le port Ethernet, ou utilisant la technologie Wifi) mais la majorité utilise une interface USB.

Le Splitter correspond à un filtre d'aiguillage, il permet la séparation (ou la fusion) des canaux de données et du canal téléphonique. On doit donc le trouver à la fois dans le central téléphonique, et chez les usagers.

Grâce à la norme de diffusion numérique hertzienne, on peut maintenant recevoir les chaînes de télévision, il faut donc utiliser un décodeur que l'on relie à la télévision. Cette possibilité d'accès aux chaînes de télévision via les lignes téléphoniques est très en vogue de nos jours. On l'associe souvent à la notion de dégroupage de la ligne.

Le dégroupage correspond en fait à un plus large accès à la boucle locale. Le dégroupage partiel correspond à une situation où l'opérateur téléphonique historique (France Télécom, en France) ne donne accès aux fournisseurs Internet qu'à la partie de données présentes sur les lignes téléphoniques.

Le dégroupage total constitue un accès total au fil de cuivre, donc aussi bien les données que le téléphone. Dans le cadre du dégroupage total, les fournisseurs d'accès Internet peuvent proposer des offres téléphoniques (multiplexage de la voix par les DSLAM), voire télévisuelles.

D'après les récentes lois, en cas de demande des fournisseurs d'accès, l'opérateur téléphonique historique doit donner un accès total à la boucle locale dans un délai de 3 mois.

Points faibles de l'ADSL :

- ☒ La couverture de l'ADSL n'est pas totale, certaines zones rurales n'y ont pas accès
- ☒ Pas de mobilité possible, on est lié à la ligne téléphonique
- ☒ Les délais pour obtenir le dégroupage de certaines zones sont parfois plus longs que prévus

Points forts de l'ADSL :

- ☒ Moyen d'accès haut débit le plus répandu
- ☒ L'installation de l'ADSL dans une zone est très simple (pas besoin de beaucoup d'équipements)
- ☒ Le dégroupage rajoute un peu de concurrence en matière de téléphonie et de télévision

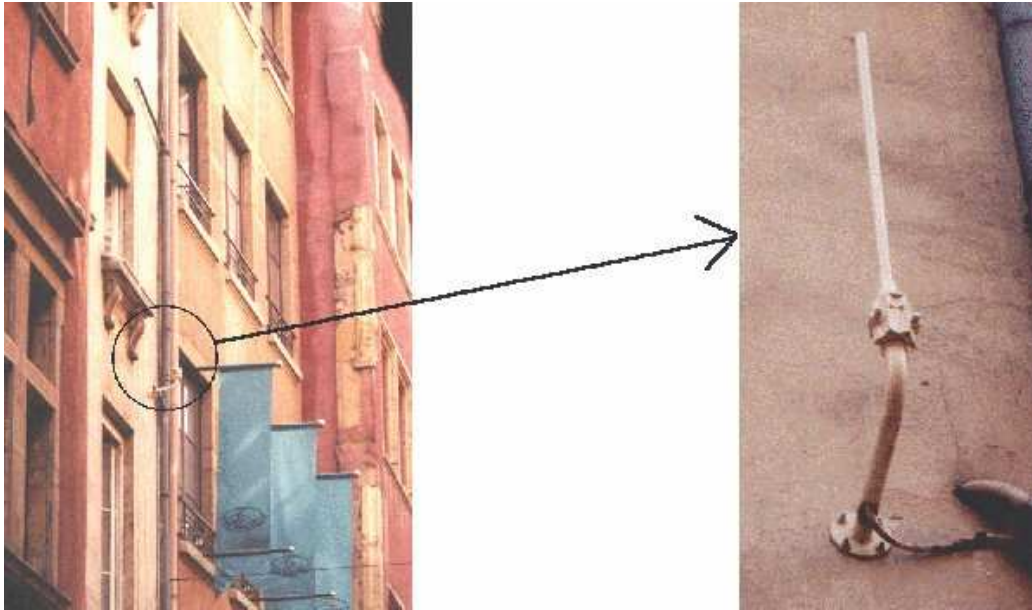
La téléphonie mobile au sein des réseaux

Le GSM

Le GSM (Global System Mobile) correspond avant toutes choses à un réseau téléphonique mobile, au départ il n'est pas très adapté à la transmission de données, on obtient des débits (9600 bits/s) extrêmement faibles. Ces dernières années, sont apparues plusieurs technologies hertziennes avec des performances nettement plus acceptables.

Ce système est basé sur un système de cellules dont la taille varie entre 100m et 30 km. Le GSM constitue un standard européen de téléphonie mobile. C'est d'ailleurs cette normalisation à grande échelle qui donne aux utilisateurs la possibilité de téléphoner à l'étranger via leur téléphone portable.

Le GSM se décompose en 3 niveaux. Tout d'abord le niveau radio qui correspond à la couche physique du modèle OSI, c'est à ce niveau qu'on retrouve les cellules. Ces cellules sont constituées de stations de base, qui correspondent à des émetteurs – récepteurs.



Station de base

Ce sont elles qui gèrent la transmission radio. On retrouve également à ce niveau les contrôleurs de station, ce sont eux qui effectuent la liaison entre les stations de base et les équipements du niveau supérieur, le niveau réseau. Ce dernier comprend principalement les centres de commutation, chargés de relier les différents réseaux de télécommunication. Ce centre gère l'établissement de communication entre un utilisateur de portable et son interlocuteur. Le niveau supérieur est dit d'exploitation, ici se trouveront des équipements propres à chaque opérateur, qui correspondront aux divers services disponibles aux abonnés.

Le GPRS

Le GPRS (General Packet Radio Service) qui est un service de transmission des données par voie hertzienne permet d'obtenir un débit théorique de 170 kbps contre 9,6 kbps pour le GSM. On arrive à une telle amélioration des performances grâce à l'utilisation d'une transmission en mode paquet contrairement au GSM qui possède une transmission par circuit. En mode circuit, la transmission de données a lieu sur un canal radio dédié durant la totalité du transfert. Avec GPRS, le canal radio est réquisitionné temporairement pendant un échange de paquets, méthode similaire à celle que l'on retrouve dans le protocole IP.

Grâce à cette modification, les utilisateurs auront un accès Internet (ou intranet) permanent, dès lors, les opérateurs ne facturent plus le temps passé connecté, mais la quantité de données envoyées.

Cette technologie s'intègre aisément aux couches supérieures du réseau GSM. En effet, cette extension, ne nécessite pas de grandes modifications, il faut rajouter 2 services au sein d'une cellule, l'un qui traite les paquets et gère les données (le SGSN = Service GPRS Support Node) et l'autre (GGSN = Gateway GPRS Support Node) permet une liaison effective aux réseaux IP externes (Internet ou intranet). Une mise à jour logicielle au niveau des stations de base est réalisée pour permettre une transmission réelle par paquet. Toutes ces améliorations contribuent à la dénomination de réseau GSM de 2^{ème} génération.

Ainsi, il est possible d'utiliser le GPRS pour accéder à Internet sur son ordinateur portable, bien que le débit reste relativement faible. En pratique, on arrive aux alentours de 30 à 56 kbps. Cet accès est réalisé directement par connexion du téléphone mobile à un ordinateur, via USB ou en utilisant le Bluetooth, on peut également utiliser un modem GPRS.



Moyen de connexion en GPRS

L'UMTS

Une 3^{ème} génération de téléphonie mobile connaît un développement important ces derniers temps, il s'agit de l'UMTS (=Universal Mobil Telecommunications System), norme définie par l'ETSI (= Institut Européen de Normalisation des Télécommunication) en 1998. Après le succès du GSM, de nombreux pays se sont associés à ce projet 3G (notamment le Japon et les Etats Unis), ce qui le porte au rang de norme mondiale.

Il s'agit d'une énorme avancée par rapport au système GPRS et encore plus grande par rapport au GSM. Il permettrait en effet une amélioration de la qualité des communications téléphoniques, ainsi que de meilleures performances sur les transferts de données. Les débits s'échelonnent effectivement entre 384 kbps et 2Mbps (contre seulement 9,6 pour GSM, et 56 kbps pour le GPRS). Ces caractéristiques s'expliquent par une utilisation plus efficace du spectre de fréquence, par ailleurs cette bande de fréquence n'est pas la même que dans les précédentes générations (de 1920 à 1980 MHz, et de 2110 à 2170 MHz, le GSM utilisait les 2 bandes 900MHz et 1800MHz). Cette modification au cœur du système radio, est l'une des raisons qui font de l'UMTS un pari coûteux. Le gouvernement a décidé d'attribuer des licences payantes pour pouvoir utiliser l'UMTS car le spectre disponible est restreint et les opérateurs doivent disposer d'environ 15 MHz chacun.

De plus cette 3^{ème} génération utilisera de nouveaux protocoles dans les transmissions, et reposera sur une interface radio terrestre différente : l'UTRA (UMTS Terrestrial Radio Access). Elle sera chargée de gérer différents services liés à la transmission, notamment la possibilité d'utiliser les 2 modes de transmission, par paquet ou par circuit. Les équipements au niveau des cellules devront être modifiés afin de pouvoir utiliser cette nouvelle interface radio. Enfin, les terminaux seront modifiés de manière à utiliser le mode GSM classique, ou le mode UMTS.

Cette technologie bénéficiera par ailleurs d'une sécurité accrue par rapport aux autres générations, elle utilisera notamment le protocole IP v6, et héritera donc de ses propriétés en terme de sécurité.

Points forts :

- ☑ Possibilité d'accès à Internet un peu partout (sur les routes, dans la rue ...), on est plus obligé d'être chez soi derrière son ordinateur.
- ☑ L'un des équipements les plus petits pour se connecter sur Internet

Points faibles :

- ☑ Coût élevé pour passer du GPRS à l'UMTS (beaucoup de modifications)
- ☑ Les débits qu'on obtient restent globalement inférieurs à ceux obtenus avec l'ADSL
- ☑ Technologie récente, beaucoup de voix s'élèvent contre les méfaits des ondes sur leur environnement.

Perspectives des réseaux de demain

Boucle locale radio (BLR)



La BLR a été normalisée par le groupe IEEE sous le nom 802.16 en 2001 et baptisée commercialement WiMAX (Worldwide interoperability for Microwave Access).

L'idée de la boucle locale radio est apparue au moment où l'on a voulu étendre le réseau à haut débit dans des régions éloignées. La solution de tirer des câbles étant trop chère, c'est celle de passer par les ondes radios qui a été retenue.

Pour avoir accès à cette technologie, il faut s'équiper d'une petite antenne de 20 cm environ. Elle peut se situer soit sur le toit d'un immeuble, soit sur un balcon et doit être dirigée vers une antenne de base (qui est reliée au central de l'opérateur). Elle est ensuite reliée par un câble à l'ordinateur pour jouer le rôle de modem.

La BLR permet d'obtenir un débit de 2 à 150Mbps si l'utilisateur se trouve entre 2 et 4Km d'une antenne de base (voir 6Km si aucun obstacle). La transmission se fait sur la bande comprise entre 10 et 66MHz. Elle redéfinit la couche physique et la couche liaison de données comme toutes les normes 802. Cette technologie est en pleine évolution (802.16a ,802.16b ...) et va bientôt permettre une plus grande portée avec des débits plus gros.

Les points faibles :

- La boucle locale radio ne permet pas la connexion automatique d'une antenne à une autre. C'est une liaison point par point (bientôt avec la version 802.16e).
- Débit variable si intempérie ou obstacle tel qu'une colline voire aucun débit dans des « zones d'ombres » comme derrière une montagne par exemple.
- L'idée de départ de ce projet ne sera pas entièrement établie car certaines zones ne seront pas connectées.

Les points forts :

- Permet la diffusion d'Internet dans des zones défavorisées.
- La BLR sera peut être la remplaçante de l'ADSL car plus grande portée et plus gros débit.
- Le coût des installations est beaucoup moins élevé que si on voulait installer l'ADSL partout en France par exemple.

Réseau électrique

Ce réseau, contrairement à ce qu'on pourrait penser, n'est pas récent. Cette technologie est appelée CPL (Courant Porteur en Ligne). Il fut inventé il y a une vingtaine d'années pour le transport de données. La bande passante se situait entre 9 et 148,5 KHz ce qui donnait un débit assez faible. De nos jours, le débit est de 11Mbps pour une portée de 300m.

Le principe est assez simple. Il suffit de brancher un CPL à une prise électrique et de brancher dessus un câble Ethernet (ou une prise USB selon le constructeur) relié à un PC. Ce système permet soit d'installer entièrement un réseau, soit d'étendre un réseau déjà existant.



Adaptateur électrique-Ethernet

Relation avec le modèle OSI :

Le CPL redéfinit la couche physique et la couche liaison de données d'OSI :

Deux types de transmissions sont affectés à la couche physique. Il s'agit de la technique OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) et celle de l'étalement de spectre SS (Spread Spectrum). Sans entrer dans les détails, la première permet de transmettre un signal réparti sur les porteuses qui s'étend sur une bande de fréquence comprise entre 2 et 30MHz. La deuxième prévoit une large bande passante pour éviter les distorsions et les interférences.

Pour la couche liaison de données, le CPL utilise un protocole permettant de gérer, entre les différents composants que comporte le réseau, le partage de l'information, de la transmission.

Les points faibles :

- ☒ Un manque de réglementation concernant le matérielle et les normes.
- ☒ Ce marché n'étant pas encore développé, il y a un manque de structure. Les compteurs ne sont pas encore équipés ce qui fait qu'il n'y a aucun contrôle.
- ☒ L'installation (donc le développement) devient complexe en dehors du cadre d'un particulier car c'est une arrivée triphasée comme pour les immeubles par exemple.
- ☒ La sécurité est aussi un gros problème car dans notre exemple d'un immeuble, tous les PC se trouvant sur le même compteur électrique ne font plus qu'un et même réseau.

Les points forts :

- ☑ Faciliter d'adaptation avec le réseau existant comme par exemple avec la Wifi si l'on branche un point d'accès sur le CPL.
- ☑ Une utilisation facile car il suffit juste de brancher une prise.
- ☑ Le prix de l'installation peut être plus avantageux que de tirer des câbles.

Equipements concurrents

Il existe d'autres technologies concurrentes sur le marché, mais qui restent dans l'ombre de celles que nous avons évoquées.



Concurrent de Bluetooth dans les réseaux personnels PAN, il utilise lui aussi la bande 2,4GHz pour un débit de 1Mb/s.



Norme concurrente de Wifi dans les réseaux locaux, elle procure un débit théorique de 54Mbps en utilisant la bande de fréquence de 5150MHz à 5300MHz



Zigbee est une pseudo concurrente de Bluetooth dans la domotique, mais cette technologie est plutôt réservée aux jouets et autres petits appareils électroniques, puisqu'elle procure des débits nettement inférieurs.



Comme nous avons pu le constater tout au long de cette présentation, les technologies réseaux constituent un large panel d'équipements. Chaque type de réseau délivre des services différents, concurrents et voire complémentaires.

Le PAN regroupe tous les petits réseaux, tels que Bluetooth, HomeRF, l'Infrarouge ainsi que le Zigbee et d'autres technologies à venir comme le UWB. Cet ensemble de réseaux sans fil favorise aussi le domaine de la domotique. Ce dernier étant très pratique dans la vie quotidienne, et la portée des PAN n'étant pas suffisante pour certains usages, le Wifi joue son rôle dans ce développement, en tant que technologie des réseaux locaux LAN. Celui-ci regroupe aussi l'HyperLan 2, et l'Ethernet qui reste d'actualité. Dès lors, les réseaux LAN délimitent une zone de connexion plus grande que les PAN.

Par ailleurs, en matière d'accès Internet à haut débit l'ADSL demeure l'un des moyens les plus utilisés. Il offre depuis peu d'autres services que le simple accès à Internet, comme par exemple la télévision et le téléphone disponible grâce au dégroupage. D'autres perspectives, telles que la boucle locale radio (BLR), permettront un accès sans fil à Internet.

Une connexion sans fil est doré et déjà possible, grâce au WWAN où l'on retrouve le GSM, le GPRS et la sortie récente de l'UMTS. D'autres technologies sont encore au stade de projet pour améliorer les débits et permettre une meilleure complémentarité avec les réseaux existant.

Face à la diversité de ces services, leur harmonie est discutable, entre eux ainsi qu'avec l'Homme. Deux problèmes se dégagent alors pour notre avenir :

Celui de la compatibilité entre différents matériels d'une même technologie. Beaucoup de technologies sans fil utilisent par exemple la bande de fréquence 2,4GHz ce qui provoque de nombreuses interférences. De même, on retrouve une certaine incompatibilité entre équipements de marques différentes au sein d'un même type de réseau.

Le deuxième problème est d'un point de vue médical, car l'effet des ondes sur l'homme que se soit pour les réseaux sans fil que pour les téléphones inquiète la population.

En dépit de tout cela, l'informatique progresse d'une façon vertigineuse ce qui nous promet un beau futur....



TOUTES NOS SOURCES

OSI :

<http://sardes.inrialpes.fr/people/krakowia/Enseignement/M1/Flips/cours1Intro.pdf>

<http://www.ac-nancy-metz.fr/services/genres/osi.htm>

<http://www.commentcamarche.net/internet/tcpip.php3>

Historique :

<http://www.infini-fr.com/Sciences/Informatique/Reseaux/Internet/historique.html>

http://www.grappa.univ-lille3.fr/polys/arts_et_culture-1998/histo.html

<http://sebsauvage.net/comprendre/tcpip/>

BLUETOOTH :

<http://lesitedejeanluc.ifrance.com/lesitedejeanluc/>

<http://fr.wikipedia.org/wiki/Bluetooth>

<http://www.laboratoire-microsoft.org/articles/web/bluetooth/>

<http://www.neteconomie.com/perl/navig.pl/neteconomie/guides/dictionnaire/fiche/20010216115831>

<http://www-rp.lip6.fr/dnac/8.4-sethom-article.pdf>

Réseaux de *Andrew Tanenbaum*

ETHERNET

<http://www.commentcamarche.net/lan/lanintro.php3>

<http://www.linux-france.org/prj/inetdoc/articles/ethernet/ethernet.couche2.html>

http://www.labo-cisco.com/cours_cna_2.asp?ART=20&MOD=1&offset=5

WIFI :

<http://www.commentcamarche.net/wifi/wifiintro.php3>

ADSL

<http://www.commentcamarche.net/technologies/adsl.php3>

http://www.piaf.asso.fr/article.php3?id_article=157

TELEPHONIE MOBILE

<http://membres.lycos.fr/voutav/gsm/infra.html>

<http://www.hds.utc.fr/~ducourth/TX/CEL/CEL-gprs.html>

<http://fing.org/index.php?num=1871,3,1023,8>

<http://www.01net.com/article/238057.html>

RESEAU ELECTRIQUE :

<http://www.01net.com/article/215490.html>

<http://www.commentcamarche.net/cpl/cpl-intro.php3>

BOUCLE LOCALE RADIO :

<http://www.haut-debit.gouv.fr/pourquoi-comment/blr.html>

http://solutions.journaldunet.com/0111/011102_faqlr.shtml

http://www.01net.com/article/118466_a.html

<http://wimax.free.fr/>