

Réseaux et programmation réseaux

T21 : La couche Hôte Réseau connexions point à point

Notes de cours provisoires.

Année 2016

Liste complète des notes

Chapitre	
0	Terminologie et modèles de référence.
1	Les signaux, câblages et interfaces
21	les connexions point à point, les réseaux locaux.
22	Les Réseaux locaux
23	Les switchs
3	La couche réseau
4	Les protocoles de transport
4P	Programmer un protocole
5	Applications et administration réseaux

Ces notes de cours sont disponibles gratuitement pour les étudiants.

Elles ne dispensent pas d'assister au cours.

Aucun usage commercial de ces notes ne peut être fait.

Vous ne pouvez modifier ou altérer ces notes sans permission de l'auteur.

**Toute critique constructive peut être adressée à :
herman.vanstapel@skynet.be**

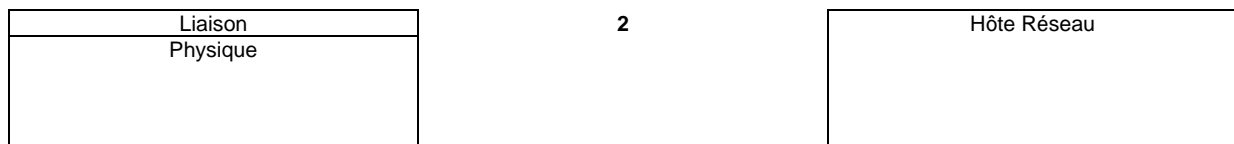
La couche Hôte Réseau dans les connexions point à point

Définition

La couche hôte réseau correspond à la couche inférieure du modèle TCP/IP

Elle correspond aux deux niveaux inférieurs du modèle OSI

Elle définit la couche Liaison & physique.



La couche Liaison définit les règles d'échanges de trames.

La couche physique définit le format du signal, les connecteurs et les normes de câblage.

Les Couches Hôte – Réseau Typiques

Liaison	HDLC ou PPP	PPPOE ou PPPoa
Physique	RS232C ou HSSI	ADSL

Caractéristiques de la couche physique dans les réseaux point à point

La notion de bande passante

La **bande passante** est la plage de fréquences pour laquelle une atténuation du signal est raisonnable. Plus la bande passante d'un support est élevée plus le débit des transmissions de données sera élevé.

Elle est donnée sous forme d'une plage de fréquences ou d'une largeur de bande

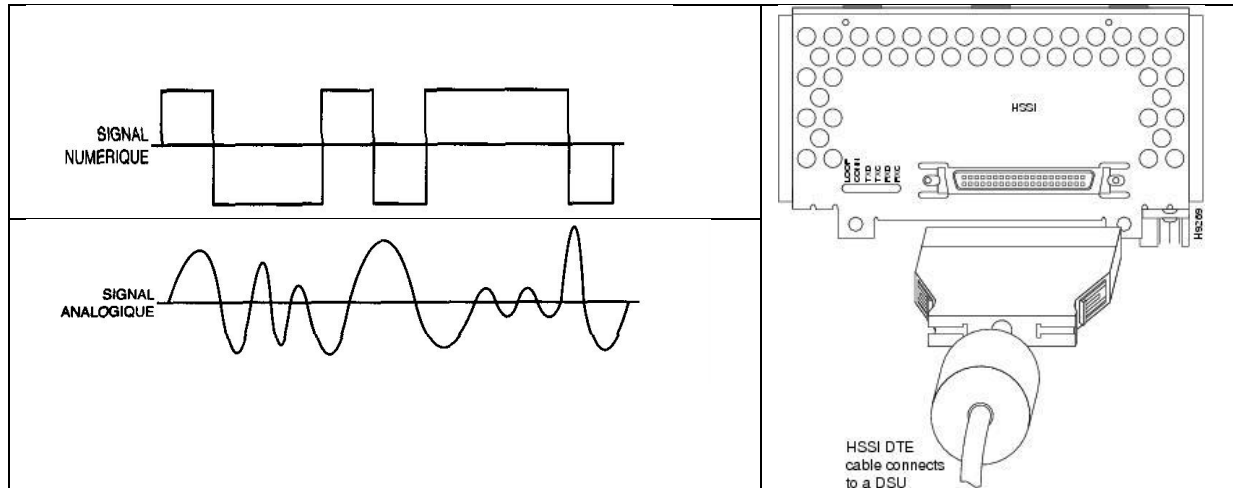
- Signal téléphonique : [300Hz - 3400Hz], plage de fréquences , Analogique
Ou environ **4 KHz**
- Signal de **télévision** PAL pour 1 canal : [6Mhz], largeur de bande, Analogique
- Signal de télévision SÉCAM pour 1 canal : [8Mhz] Analogique
- 10 Base T par paire: [16 mhz] Digital
- 100 Base T par paire: [100 à 125 mhz] Digital

La transmission digitale vs Analogique

Dans un signal digital, le signal maintient un certain niveau pendant une certaine période puis passe brusquement à un autre niveau (*).

Le nombre de niveau minimum est de deux. Sachant que le binaire permet de transmettre n'importe quelle information,

Un signal analogique est un signal qui varie de manière continue dans le temps (*). Il ne peut y avoir de coupures ou de discontinuités. Une onde périodique répond parfaitement à ces critères. Le nombre de niveau est infini



	Digitale	Analogique
Consommation de bande passante	Elevée et proportionnelle à la vitesse demandée 100 Mbit/s , il faut 100 Mhz environ	Dépend du codage employé , la consommation en bande passante est nettement moindre 100 Mbit/s en VDSL2 mais il vous faut seulement 30 mhz
Résistance aux perturbations electromagnétique	Faible	Elevée
Distance franchissable	Faible	Elevée
Cout de l'électronique	Faible	Elevé
Exemples	Bus d'ordinateur Ethernet	ADSL Modem Câble
Nombre de bits échangés par hertz	1 bit par hz	Plusieurs bits par hz dépend du codage

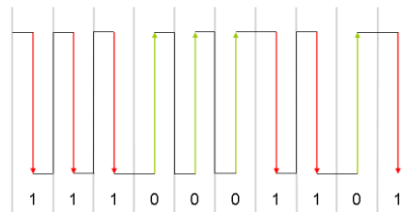
La transmission en mode de base

La transmission en mode de base génère un signal digital. Elle privilégie des débits élevés au détriment de la distance franchissable. La transmission en bande de passante est peu couteuse au niveau du design mais elle exige une bande passante élevée qui est difficile à obtenir sur la paire torsadée sur des distances élevées.

Le signal digital n est pas cependant pas injecté tel quel sur le support.

00000 peut s interpréter comme 0000 ou 000 ou 00

Un codage est donc utilisé pour éviter ce genre de problème. Le plus connu est le Manchester pour Ethernet 10 m



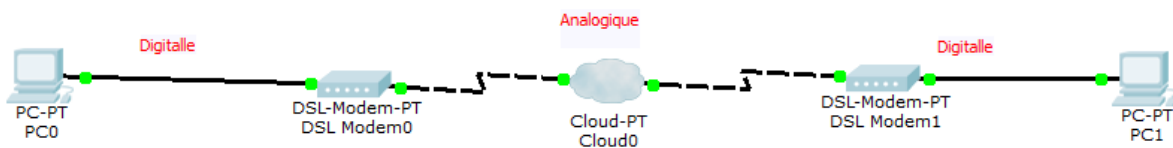
L interface standard pour la transmission en bande de base est la HSSI (série)

Nom de la norme	Débit	Portée
HSSI	52 Mbit/s	15 mètres

La distance entre deux interfaces HSSI ne peut donc dépasser 15 mètres. C est trop peu pour du point à point

En pratique chaque interface HSSI est raccordée à un modem et les deux modems sont raccordés entre eux. Entre les deux modems, c'est de la transmission analogique. Entre l'interface série et le modem c'est de la transmission digitale.

Autre exemple, le cas de pc utilisant des modems adsl. La connexion Ethernet est digitale mais la connexion entre les modem adsl est analogique.



La transmission en analogique

La modulation consiste à générer un signal analogique au départ d'un signal digital. L'appareil qui fait la conversion est appelé un modem.

La définition du modem

L'équipement qui réalise l'opération de modulation est appelé un **modem modulateur-démodulateur**. (modem)

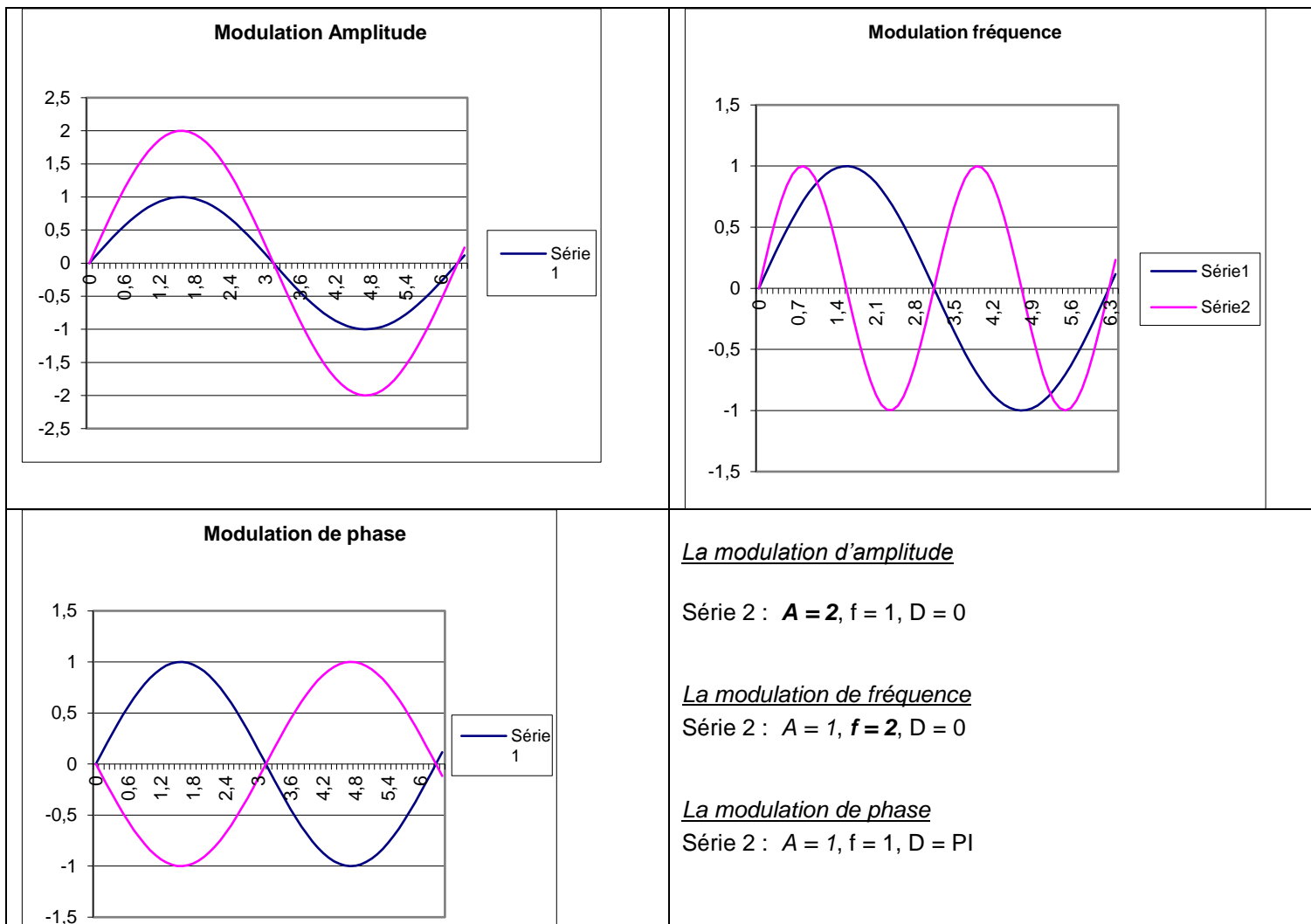
Représentation d'un signal électrique

$$\text{Signal}(t) = A \cdot \sin(ft + D)$$

Avec A l'Amplitude, f la fréquence, t le temps, D le déphasage exprimé en radians.

Pour coder l'information, le matériel joue sur les paramètres

Notre signal de base (série 1) a comme valeurs $A=1$, $f=1$, $D=0$



La définition du baud

La vitesse Modulation/démodulation d'un modem est exprimée en **bauds** qui exprime **le nombre de niveaux de signal (symboles)** transmis par seconde.

En numérique , un baud est égal à un bit par seconde

En analogique, au lieu de jouer uniquement sur la bande passante pour incrémenter le débit, on va augmenter le nombre de bits codés par symbole. En faisant passer le nombre de bit de un à 8, on augmentera le débit par huit pour une bande passante donnée

La porteuse

Est le signal que l'on module, sa fréquence se trouve typiquement au milieu de la bande passante.

Signal sur bruit

Est le rapport du niveau du signal sur le niveau des interférences (bruit). Plus il est élevé, plus il sera facile de discerner le signal à la réception.

Constellation diagram

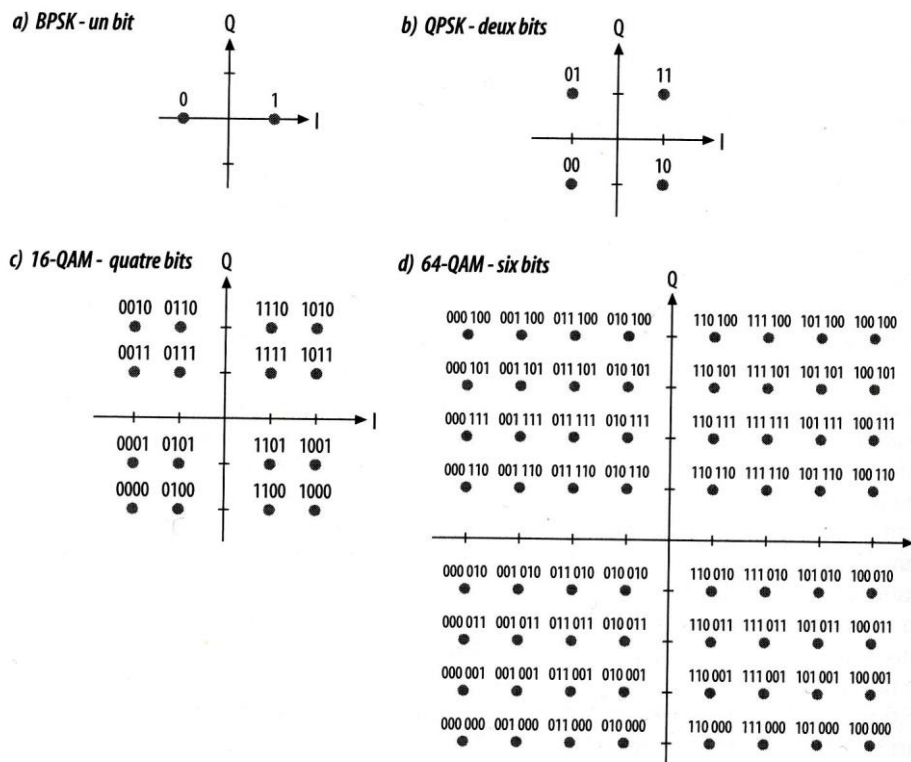


Figure 13-9. Constellations utilisées par le 802.11a

- Le constellation diagram montre pour un codage donné les différentes combinaisons de modulation de phase et d'amplitude qu'un modem peut appliquer pour coder l'information.
- Le BPSK ne joue pas sur l'amplitude mais sur le déphasage pour coder 1 bit. Les deux déphasages sont 0 (Pour coder 1) et 180 (Pour coder 0).

$$2 = 2^1 \rightarrow \text{1 bit transmis par Baud}$$

- Le QPSK joue sur un niveau d'amplitude et quatre valeurs de Déphasage (45 , 135, 225 , 315)

$$4 = 2^2 \Rightarrow \text{2 bits sont transmis par baud.}$$

- La technique dite de **modulation en amplitude** ou **quadrature de phase** utilise 16 points obtenue grâce à deux niveaux d'amplitude et 12 valeurs de déphasage. Cette technique porte le nom en anglais de **16 - QAM**. Le chiffre 16 désigne 16 combinaisons.

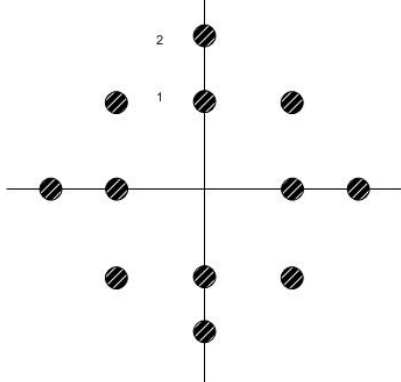
$$16 = 2^4 \Rightarrow \text{4 bits sont transmis par baud.}$$

- Certains codages réservent un 1 bit pour la correction d'erreur.

- On peut augmenter le nombre de points codés mais ce qui va limiter la capacité du codage est la capacité du récepteur à discerner les niveaux de signal..

Deux liens Internet : http://en.wikipedia.org/wiki/Phase-shift_keying
[Quadrature amplitude modulation](http://en.wikipedia.org/wiki/Quadrature_amplitude_modulation)

Exercice

	<p>Soit l'équation</p> $A \cdot \sin(ft + D)$ <p>Donnez toutes les valeurs possibles de A et D</p>
---	--

Les normes de modem normalisé

Ancienne norme de modem

Les anciennes lignes de téléphone avaient une bande passante de 4000 Hz ou 4 kHz

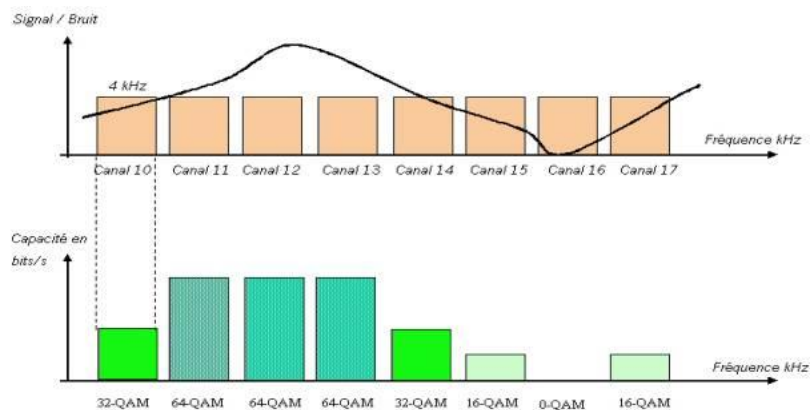
Nom de la norme	Débit	Codage	Vitesse en bauds	Nombre de bits par symbole / points
V 32	9600 bits/s	TCM Trellis Coded Modulation	2400	5 (4 datas) 32 points
V 32 Bis	14400 bit/s	QAM 128	2400	7 (6 datas) 128 points
V 34 bis	33600 bit/s		2400	14 datas

Ces normes ont été remplacées par des variantes d'ADSL qui profitent du fait que la bande passante **des lignes téléphoniques est passée à plus d'1 MHz au prix d'une limitation de la portée à 6 km**

ADSL SDSL	1,6 mégabits	0 à 64 QAM et plus	256 porteuses à 4300 bauds	15 bits datas max par baud
--------------	--------------	--------------------	----------------------------	----------------------------

Cette bande passante est découpée en 256 canaux véhiculant 64 kbits max à 4300 bauds

L'allocation du débit sur chaque canal dépend du signal sur bruit



Un modem DMT ADSL 2 évalue en permanence la qualité de ligne, ce qui lui permet de recalculer dynamiquement la capacité optimale en bit/s par Hertz à affecter à chaque canal

<http://pagesperso-orange.fr/wallu/pag-codage.htm>

<http://obligement.free.fr/articles/adsl.php>

Mécanismes implémentés par une couche Liaison dans les réseaux points à points

La notion de trame

Flag 01111110	Adresse 11111111	Contrôle 00000011	Type 16 bits	Information	FCS 16 bits	Flag 01111110
------------------	---------------------	----------------------	-----------------	-------------	----------------	------------------

Le format d'une trame ppp

Remarques générales

- La couche physique véhicule un train de bits.
- La couche liaison découpe le train de bits en trames.
- Le découpage en trames est une opération délicate.

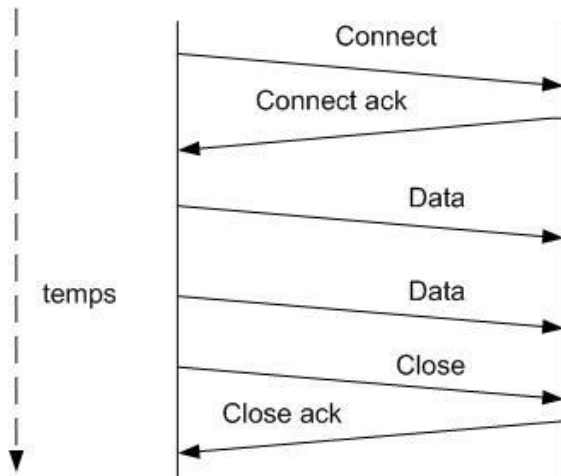
Les types de découpages en trame

1. Compter les caractères.
2. Avoir des caractères de début de trame, de fin de trame et de transparence.
3. Utiliser des fanions de début et de fin de trame avec des bits de transparence.
4. Violier le codage de la couche physique.

Le champ type de protocole

Chaque protocole de liaison de données qui supporte plusieurs protocoles de la couche Réseau doit disposer d'une méthode pour définir le type de paquet encapsulé dans une trame. Lorsque ce champ fait partie des spécifications du protocole, il est considéré comme intégré (architected) . Sinon cisco peut ajouter un champ propriétaire et c'est ce qu'il a fait avec HDLC.

Le service orienté connexion



Dans les réseaux point à point une connexion doit être établie avant d'envoyer les données

Une trame dite Connect est envoyée par l'émetteur et elle doit être confirmée par une trame connect ack du récepteur avant tout envoi de données.

Les trames de données sont envoyées une à une. Quand la transmission se termine une trame spéciale appelée close est envoyée.

La correction d'erreurs

- *La correction d'erreur est le processus qui provoque la retransmission des trames perdues ou livrées avec des erreurs.*
- La correction d'erreur peut utiliser des trames spéciales **ACK** (acquiescement positif) ou **NACK** (acquiescement négatif).
- Un **temporisateur (timer)** est démarré au niveau de l'émetteur en cas de transmission. Si l'ACK n'arrive pas, la trame est supposée perdue par l'émetteur et son timer se déclenchera à l'expiration du délai. Ceci provoquera la retransmission de la trame.
- Si la trame et l'acquiescement sont perdus, le temporisateur se déclenchera plusieurs fois → Le récepteur recevra plusieurs fois la même trame. Il est donc important de **numéroter** les trames pour les distinguer et éviter ainsi de délivrer plusieurs fois la même trame.
- Cette fonction est de moins en moins assurée par la couche liaison car la plupart des transmissions utilisent TCP (protocole de transport)

Le contrôle de flux

- Problème se pose quand un ordinateur émetteur transmet plus de trames que le récepteur ne peut en accepter → perte inévitable de trames.
- La solution consiste à instaurer un contrôle de flux pour contraindre l'émetteur à ne pas envoyer plus de trames que le récepteur ne peut en accepter.
- Le principe de base : Impossible d'envoyer des trames sans avoir au préalable une permission implicite du récepteur.

Les codes détecteurs

Objectif

Détecter les erreurs qui se seraient produites lors du transfert d'une trame sur le réseau. On obtient cela en ajoutant un champ CRC appelé aussi FCS dans la trame à transmettre.

Algorithme de calcul de crc : La pratique

L'algorithme suivant est un algorithme élémentaire de calcul de crc.

Le principe de l'algorithme est le suivant

- 1 Les bytes adjacents sont groupés par paire pour former des entiers de 16 bit, et on effectue la somme en complément à un des ces entiers est formée.
- 2 Pour générer un checksum, Il doit avoir un champ checksum dans la structure dont vous souhaitez faire le calcul de crc. Ce champ doit être initialisé à zéro. Le complément à un sur 16 bits est calculé et le complément à un de cette somme est placé ensuite dans le champ crc concerné.
- 3 Pour vérifier un checksum, un complément à un est calculé sur la même structure de donnée et le résultat de la somme plus le complément à 1 de cette même somme donnera FFFF. La fonction va ensuite retourner le complément à un de la somme qui donnera 0. **Le calcul crc d'un paquet non endommagé donnera toujours 0.**

```
#include "stdio.h"

unsigned short cksum(void *ip, int len)
{
    long sum = 0 ; /* assume 32 bit long, 16 bit short */

    while ( len > 1 ) {
        sum += *((unsigned short *) ip)++ ;
        if ( sum & 0x80000000 ) /* if hogh-order bit set, fold */
            sum = (sum & 0xFFFF) + (sum >> 16) ;
        len -= 2 ;
    }
    if (len) /* take care of left over byte */
        sum += (unsigned short) *(unsigned char *) ip ;

    while( sum>>16 )
        sum = (sum & 0xFFFF) + ( sum >> 16 ) ;
    return ~sum ;
}
```

```
struct Requete{
    int val1 ;
    int val2 ;
    int val3 ;
    int val4 ;
    unsigned short s0 ; /* Bidon sinon problème de checksum */
    unsigned short crc ;
};

main()
{
    struct Requete E;
    bzero(&E, sizeof( Requete)) ;
    printf("La taille de la structure %d %d\n",sizeof( struct Requete) ,sizeof(short)) ;
    E.val1 = 1 ; E.val2 = 2 ; E.val3 = 3 ; E.val4 = 4 ; E.s0 = 0 ; E.crc = 0;
    E.crc = cksum(&E,sizeof(struct Requete)) ;
    printf("Vérification du checksum %d \n",cksum(&E,sizeof(struct Requete))) ;
}
```

Utilisation dans un programme client / serveur

Du coté client

bzero(&Requete, sizeof(Requete))

initialiser les champs de la requête

Requete.crc = 0 ;

Requete.crc = cksum(& Requete , sizeof (Requete)) ;

Printf(" %d \n" , cksum(& Requete , sizeof (Requete))) ;

Le print doit donner zero à l'affichage

Envoyer la requete via les fonctions réseaux

Du coté serveur

faire simplement ceci après réception

Printf(" %d \n" , cksum(& Requete , sizeof (Requete))) ;

Le résultat sera toujours zero .

Problème de compilation avec la fonction crc fournie dans le cours sous suze 10

```
unsigned short cksum(void *ip, int len)
{
    long sum = 0 ; /* assume 32 bit long, 16 bit short */
    while ( len > 1 ) {
        sum += *((unsigned short ) ip)++ ; /* la ligne refusée */
    }
}
```

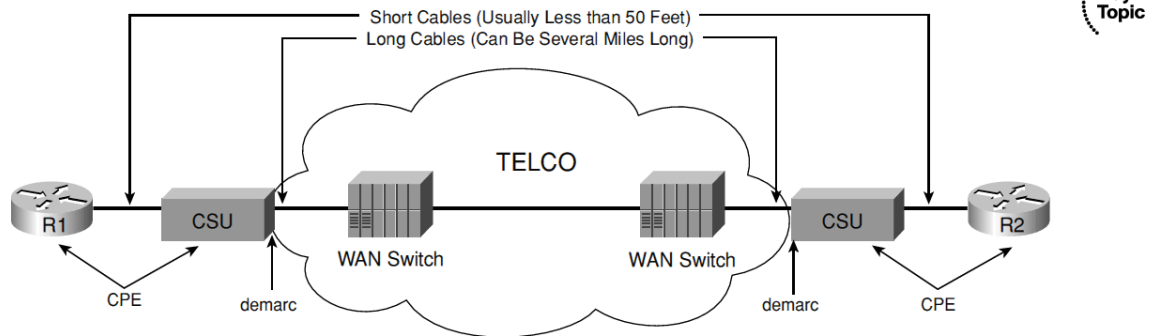
Il faut modifier le début de la fonction de la manière suivante

```
unsigned short cksum( void *ipt, int len ) /* modifier la ligne */
{
    long sum = 0 ; /* assume 32 bit long, 16 bit short */
    unsigned short *ip ; /* nouvelle ligne */
    ip = ipt ; /* nouvelle ligne */
    while ( len > 1 )
    {
        sum +=*(ip)++ ; /* modifier la ligne */
    }
}
```

Présentation des normes PPP & HDLC

Les liaisons séries

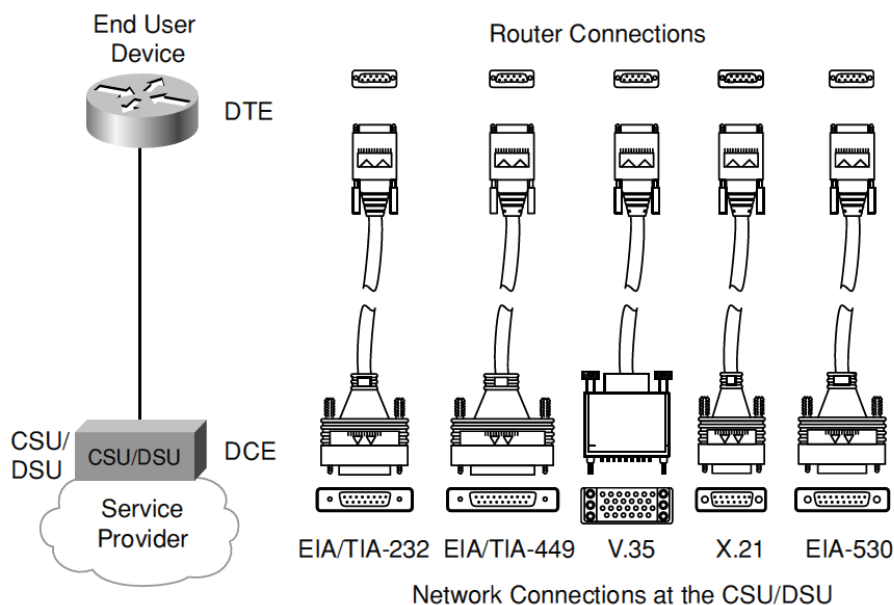
Figure 4-3 Point-to-Point Leased Line: Components and Terminology



Quand une société décide de raccorder deux routeurs ensemble, elle fait appel aux services d'une société de téléphonie (abrégié **telco**). La société de Telecom dispose de switches (commutateurs) un peu partout et l'entreprise doit brancher son routeur à ce switch qui peut être distant de plusieurs km. Un modem sera installé par le TELCO et désigné par le terme CSU/DTU. Le routeur + modem sont installés dans la société cliente et forment un CPE.

<http://en.wikipedia.org/wiki/CSU/DSU>

Serial Cabling Options



Le raccordement entre le routeur (désigné aussi par le terme DTE) et le CSU/DSU (auquel on donne le terme DCE) se fait par une norme d'interface série. Ci-dessus nous en avons quelques unes. Le connecteur du dessus est de la norme **HSSI**. Le choix du modem fixe la norme série.

Note: quand deux routeurs sont connectés directement via un câble série sans modem, l'un des routeurs joue le rôle de DTE et l'autre de DCE.

[Serial Cable Connection Guide](#)

Les lignes physiques proposées par les telco :T1

Le Canal DS0

Le réseau Téléphonique est à la base analogique.

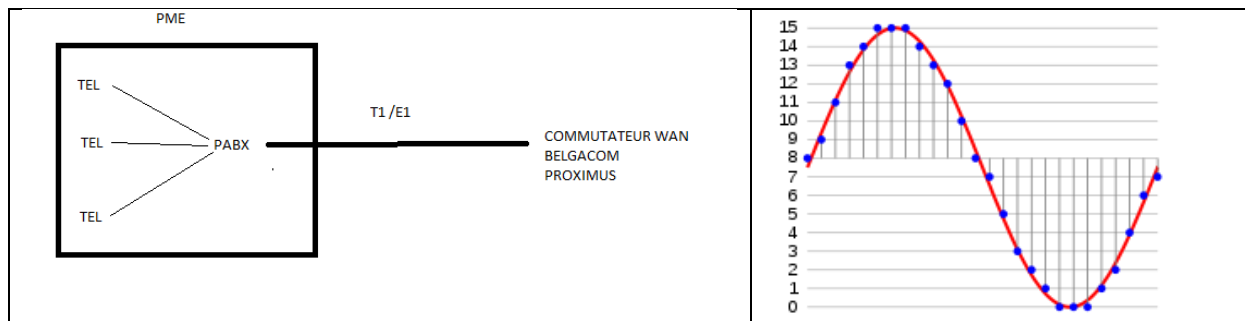
La bande passante du téléphone analogique était seulement de 4 khz

Les opérateurs ont eut l'idée de numériser leur réseau interne. Cela a donné le canal DS0 qui prend 8000 échantillons par seconde de 8 bits soit un débit de 64000 bits/s.

Pour le particulier le réseau Téléphonique est resté analogique.

On a proposé le rns ;numéris en France, qui offrait un canal DS0 pour le particulier mais cela n'a pas eut beaucoup de succes

Le PABX



Les entreprises ont beaucoup de lignes téléphoniques . Cela coute trop cher de connecter chaque employé vers l'extérieur. La ligne DS1 (T1) permet de transférer 24 conversations téléphoniques simultanément sur une à quatre paires torsadées. L'entreprise installe un pabx pour partager la ligne entre ses utilisateurs en interne. **E1 est l'équivalent européen de T1**

L'entreprise de telecom dispose elle de lignes DS3 (T3) soit 28 canaux DS1 qui permet de connecter 28 PABX à une seule ligne.

Table 4-2 WAN Speed Summary

Name(s) of Line	Bit Rate
DS0	64 kbps
DS1 (T1)	1.544 Mbps (24 DS0s, plus 8 kbps overhead)
DS3 (T3)	44.736 Mbps (28 DS1s, plus management overhead)
E1	2.048 Mbps (32 DS0s)
E3	34.064 Mbps (16 E1s, plus management overhead)
J1 (Y1)	2.048 Mbps (32 DS0s; Japanese standard)

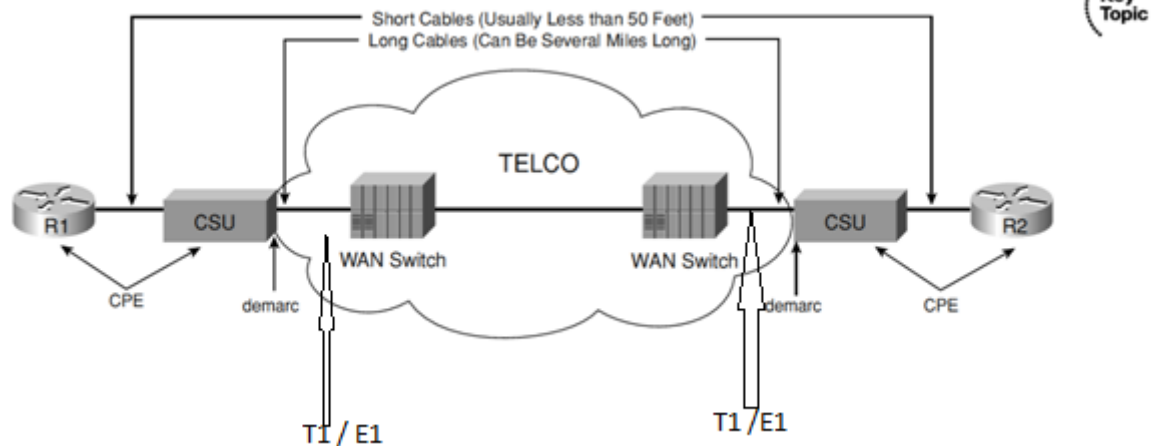
Pour plus de renseignements sur les différentes lignes

<http://www.lageman.com/bandwidth.htm>

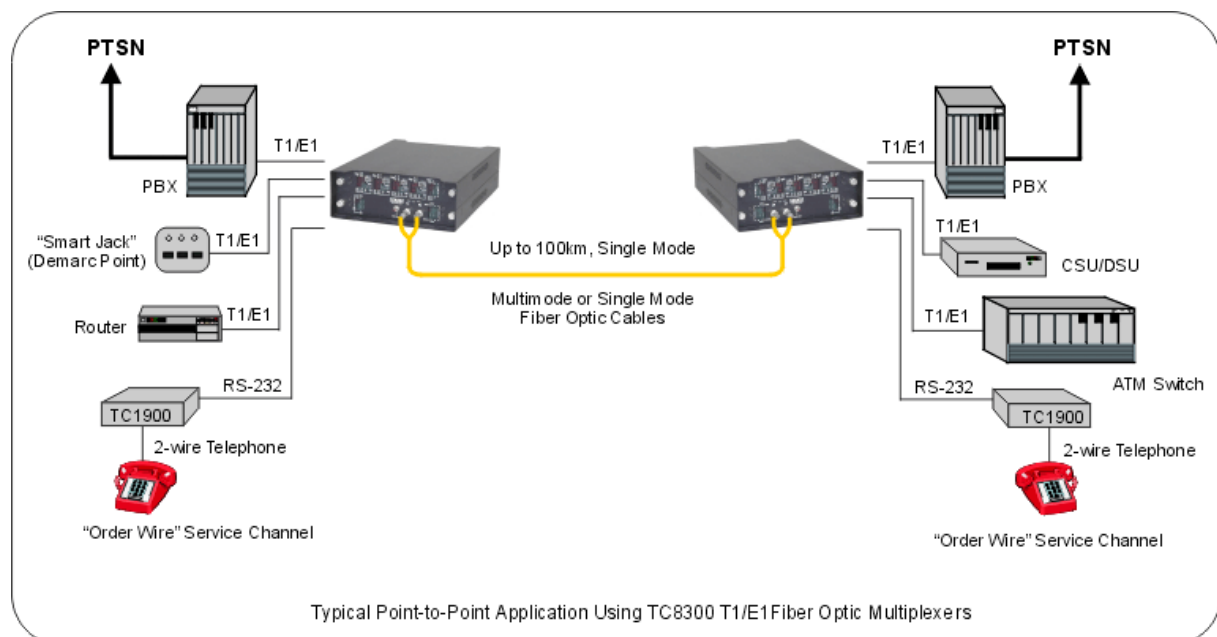
T1 pour les datas

Quel est le lien avec le cours de réseau ? Les lignes DS1(T1) ont été utilisées ensuite pour transmettre des datas, débit de 1,5 mbit/s. **On a remplacé le PABX par un routeur pour les datas.**

La norme DS1(T1) est une norme de niveau physique qui sert à connecter le modem au réseau de l'opérateur de téléphonie ou Telco. Le routeur est connecté lui via une ligne série ou **hssi**.



Le modem T1 / E1 : TC8300



http://www.arcelect.com/t1-e1_1-4_channel_fiber_optic_multiplexer.htm

Synchrone ou asynchrone

Synchrone veut dire qu'une horloge rythme l'échange des données . Asynchrone signifie qu'il n' y pas d'horloge.

Les protocoles synchrones autorisent un débit plus élevé sur les liens série que les protocoles asynchrones. Mais ces derniers ont l'avantage de nécessiter un matériel moins coûteux puisqu'ils ne surveillent pas les transitions du signal ni n'ajustent de fréquence d'horloge.

Pour relier les routeurs, on privilégie habituellement l'emploi de liens synchrones.

Par contre, pour se connecter à Internet, un PC équipé d'un modem gérant un lien asynchrone convient parfaitement.

Une liaison WAN synchrone requiert que les CSU/DSU aux deux extrémités opèrent exactement à la même vitesse. En fait celles-ci se mettent d'accord sur l'utilisation d'une fréquence d'horloge (clock rate) pour envoyer et recevoir des bits.

Une fois qu'elles sont calées à une fréquence, l'une d'elles se charge de détecter les légers décalages pouvant survenir et de s'y ajuster (celle qui n'ajuste pas sa fréquence est appelée source de l'horloge) . C'est ce qu'on appelle **un processus de synchronisation**.

Une CSU/DSU Synchrone ajuste sa fréquence d'horloge en se fondant sur les variations du signal électrique reçu sur la liaison physique. Lorsque des routeurs envoient des trames de données à travers le lien, de nombreuses transitions du signal ont lieu puisqu'elles servent à signifier soit un 1 soit 0.

Toutefois en l'absence de trafic, et donc de transitions, la synchronisation serait perdue. C'est pourquoi les protocoles de liaison de données synchrone continuent à émettre des trames qualifiées de **trames d'inactivité (idle frame)** .

Ils génèrent de cette façon les transitions du signal électrique qui rendent possibles les ajustements nécessaires à la synchronisation.

HDLC et PPP définissent des trames d'inactivité appelées **Receiver Ready** qui disent que l'émetteur n'a rien d'autres à envoyer.

Sur les liaisons asynchrones, aucune trame n'est transmise pendant les périodes d'inactivité , ce qui paraît logique.

Les fonctionnalités communes de HDLC et PPP

- Ce sont des protocoles de niveau 2 (Liaison), la couche série assurant la fonction physique
- Ils assurent la livraison des données à travers d'une liaison point à point.
- Ils livrent les données sur des liaisons séries synchrones : PPP supporte aussi les liaisons asynchrones (boucle locale téléphonique par ex)

Tous les protocoles de liaison de données série synchrone emploient le concept de structure de trame (framing) . Ils définissent le début et la fin d'une trame . Les informations et le format d'un en-tête et d'un en-queue, et la position du paquet entre ces deux éléments. Ils sont à cet égard analogues aux protocoles de liaison de données LAN.

Le format d'une trame ppp.

Flag 01111110	Adresse 11111111	Contrôle 00000011	Type 16 bits	Information	FCS 16 bits	Flag 01111110
------------------	---------------------	----------------------	-----------------	-------------	----------------	------------------

Format d'une trame HDLC

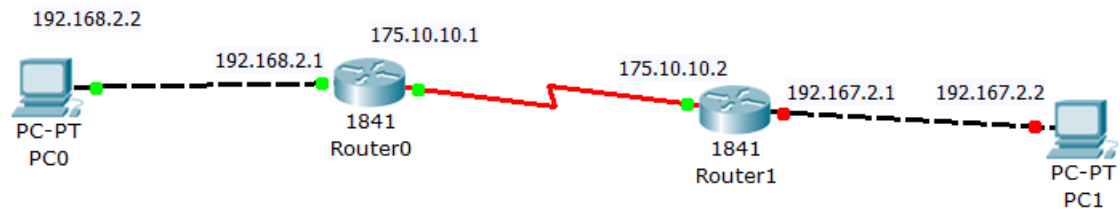
Fanion 1 octet	Adresse 1 octet	Contrôle 2 octets	Type (propriétaire) 2 octets	Données Variable	FCS 4 octets	Fanion 1 octet
-------------------	--------------------	----------------------	-----------------------------------	---------------------	-----------------	-------------------

FCS est l'autre nom pour le champ CRC.

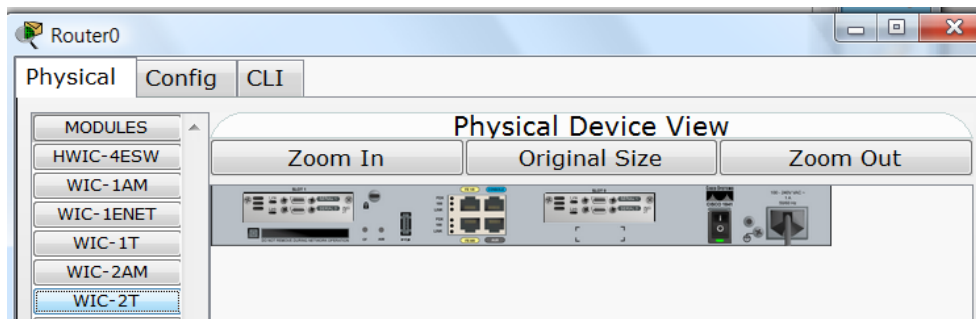
Comparaisons de HDLC et PPP

Protocole	Type de ligne supportée	Support de la correction d'erreur	Intègre un champ de type de protocole.	Autre attributs
HDLC	Synchrone	Non	Non	Cisco utilise HDLC par défaut sur les liens série. Il définit un champ propriétaire de type de protocole pour supporter le trafic multi protocole.
PPP	Synchrone Asynchrone	Oui mais désactivée par défaut	Oui	Contrairement à HDLC, PPP a été conçu pour opérer dans des environnements multi protocoles. Il supporte aussi les communications asynchrones.

Configuration CISCO d'une ligne HDLC



Il faut veiller à avoir un module série. Sélectionner uniquement WIC-2T.



La configuration pour le routeur de gauche (router0) est la suivante :

```
interface Serial0/0/0
ip address 175.10.10.1 255.255.255.0
clock rate 64000
```

On peut rajouter l'option suivante mais elle n'est pas nécessaire

encapsulation hdlc

Clock Rate 64000

Spécifie une vitesse d'horloge . Il ne faut spécifier cette commande que sur un des deux routeurs.

Si la configuration du routeur0 est bonne on doit avoir ceci

Router#**show ip route**

Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
 D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
 N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
 E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP

Gateway of last resort is not set

```
175.10.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
C    175.10.10.0 is directly connected, Serial0/0/0
```

Sur le second routeur

```
interface Serial0/0/0
bandwidth 64
ip address 175.10.10.2 255.255.255.0
```

bandwidth spécifie une vitesse de 64000 octets

Pour voir si cela fonctionne, à partir du premier routeur Router0, il suffit de pinger l'Ip du second

```
Router#ping 175.10.10.2
```

Type escape sequence to abort.

Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 175.10.10.2, timeout is 2 seconds:

!!!!

Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 2/4/6 ms

Fonctionnalités spécifiques à PPP

PPP (RFC 1661) procure une méthode standard pour encapsuler les protocoles des couches hautes sur des connexions point à point. En fait c'est une extension du protocole HDLC. Extension qui porte entre autres sur un champ type de 16 bits qui indique le type de paquet transporté.

PPP est en fait composé de plusieurs sous – protocoles (le champ type indiquant le type de paquet transporté)

- **Link Control Protocol (LCP)** : Négocie les paramètres de la liaison a savoir la taille du paquet ou le type d'authentification.
- Il y a des modules d'authentification PAP et CHAP
- **Network Control Protocol (NCP)** : Contient des informations à propos des protocoles de niveau plus élevé. Il se compose de modules. Le module IPCP correspond à IP
- **Data Frames** : Contient les données utilisateurs

Exemple d'une négociation

```
using channel 1
Using interface ppp0
Connect: ppp0 <--> /dev/pts/2
sent [LCP ConfReq id=0x1 <asynmap 0x0> <magic
chap 0xec91bcf6>]
rcvd [LCP ConfReq id=0x62 <mru 1500> <auth MD5> <magic 0x2eb0e264>]
sent [LCP ConfNak id=0x62 <auth pap>]
rcvd [LCP ConfRej id=0x1 <asynmap 0x0>]
sent [LCP ConfReq id=0x2 <magic 0xec91bcf6>]
rcvd [LCP ConfReq id=0x63 <mru 1500> <auth pap> <magic 0x2eb0e264>]
sent [LCP ConfAck id=0x63 <mru 1500> <auth pap> <magic 0x2eb0e264>]
rcvd [LCP ConfAck id=0x2 <magic 0xec91bcf6>]
sent [LCP EchoReq id=0x0 magic=0xec91bcf6]
cbcp_lowerup
want: 2
sent [PAP AuthReq id=0x1 user=" bk999999@skynet" password=<hidden>]
rcvd [PAP AuthAck id=0x1 ""]
sent [IPCP ConfReq id=0x1 <addr 0.0.0.0> <ms-dns1 0.0.0.0> <ms-dns3 0.0.0.0>]
rcvd [IPCP ConfReq id=0xf2 <addr 80.200.96.1>]
sent [IPCP ConfAck id=0xf2 <addr 80.200.96.1>]
rcvd [IPCP ConfNak id=0x1 <addr 80.200.96.129> <ms-dns1 195.238.2.21> <ms-dns3 195.238.2.22>]
sent [IPCP ConfReq id=0x2 <addr 80.200.96.129> <ms-dns1 195.238.2.21> <ms-dns3 195.238.2.22>]
rcvd [IPCP ConfAck id=0x2 <addr 80.200.96.129> <ms-dns1 195.238.2.21> <ms-dns3 195.238.2.22>]
local IP address 80.200.96.129
remote IP address 80.200.96.1
primary DNS address 195.238.2.21
secondary DNS address 195.238.2.22
Script /etc/ppp/ip-up started (pid 1647)
Script /etc/ppp/ip-up finished (pid 1647), status = 0x0
sent [LCP EchoReq id=0x1 magic=0xec91bcf6]
rcvd [LCP EchoRep id=0x1 magic=0x2eb0e264]
sent [LCP EchoReq id=0x2 magic=0xec91bcf6]
rcvd [LCP EchoRep id=0x2 magic=0x2eb0e264]
```

```

sent [LCP EchoReq id=0x3 magic=0xec91bcf6]
rcvd [LCP EchoRep id=0x3 magic=0x2eb0e264]
sent [LCP EchoReq id=0x4 magic=0xec91bcf6]
rcvd [LCP EchoRep id=0x4 magic=0x2eb0e264]
Hangup (SIGHUP)

```

PPP peut être utilisé pour établir des connexions ISDN, des connexions pour des modems V90, des connexions séries et maintenant des connexions DSL. Les étapes de la mise en œuvre de la connexion PPP sont les suivantes :

1. Pour établir une connexion, chaque extrémité du lien PPP doit en premier envoyer des paquets LCP pour configurer et tester la liaison de données.
2. Quand le lien a été établi et que les options ont été configurées, PPP envoie des paquets NCP spécifique au protocole réseau afin de configurer un ou plusieurs protocoles de niveau réseau.
3. Quand les protocoles réseaux ont choisis et configurés, le trafic de ces même protocoles réseaux peut circuler sur le lien .
4. Le lien reste configuré pour la communication jusqu'à ce que des paquets explicites LCP et NCP soient envoyés ou qu'un timer d'inactivité expire. En d'autres mots PPP est un chemin qui est ouvert pour le transport de plusieurs protocoles simultanément.

PPP a été conçu avec pour objectif de transporter de l'IP. Ce protocole fonctionne néanmoins de manière indépendante du paquet (niveau 3) qui transporte. Pour chaque protocole de niveau 3, un NCP particulier doit être ouvert. Dans le cas d'IP , c'est IP Control Protocol (*IPCP*) qui doit être utilisé.

Liste des fonctionnalités de LCP

Fonction	Fonctionnalité de LCP	Description
Détection d'erreur	LQM (Link Quality Monitoring)	PPP peut mettre fin à une liaison en se fondant sur le % d'erreurs survenues. LQM communique des statistiques sur les paquets perdus par rapport aux paquets envoyés dans chaque direction. Lorsque l'on compare ces statistiques avec les paquets et les octets envoyés, on obtient un % de trafic en erreur. Le % de perte qui peut provoquer la terminaison d'une liaison est activé et configuré au moyen d'un paramètre.
Détection de liaison en boucle	Nombre magique	Les routeurs s'envoient des messages en employant différents nombres magiques. Si un routeur reçoit son nombre magique. C'est que la liaison boucle. Un paramètre de configuration permet de déterminer s'il faut alors mettre fin à la liaison.
Support de liaisons multiples	Multilink PPP	Les fragments de paquets sont distribués sur plusieurs liaisons en vue d'équilibrer la charge.
Authentification	PAP et CHAP	Des noms et des mots de passe sont échangés de façon que chaque équipement puisse vérifier l'identité de son interlocuteur à l'autre extrémité.

Détection d'une liaison en boucle

La détection d'erreur et de liaison en boucle sont deux fonctions essentielles de PPP. La seconde permet d'accélérer la convergence en cas de boucle sur une liaison. Mais que signifie au juste une boucle dans ce contexte ? Pour tester un circuit, l'opérateur téléphonique peut avoir besoin de faire boucler, signifiant que les bits envoyés sur ce lien lui sont retournés.

Bien entendu, les routeurs ne peuvent pas s'échanger de bits tant que la liaison demeure dans cet état. Et comme ils reçoivent des données, même s'il s'agit de celles qu'eux-mêmes envoient, ils ne détectent pas forcément le problème. PPP les aide donc à reconnaître rapidement une liaison en boucle pour qu'ils puissent désactiver l'interface et localiser éventuellement une autre route.

Dans certains cas, la convergence du protocole de routage peut être accélérée du fait que LCP reconnaît la boucle. Si le routeur peut détecter immédiatement que la liaison boucle, il ne lui reste plus qu'à placer l'interface correspondante dans un état **down** et **down**, suite à quoi le protocole de routage peut annoncer ce changement dans ses mises à jour. Si le routeur ne remarque rien, le protocole de routage doit attendre que ses temporisateurs expirent.

LCP découvre l'existence de boucles au moyen d'une fonction appelée **nombres magiques**. Lorsque PPP est utilisé, le routeur envoie des messages LCP à la place des messages keepalives propriétaires de Cisco. Ces messages contiennent un nombre magique qui est différent sur chaque routeur. Si une liaison boucle, le routeur reçoit un message avec son propre numéro magique au lieu de recevoir un message comprenant le nombre du routeur à l'autre extrémité de la liaison. Dans ce cas, il sait que la trame qu'il a envoyée est revenue. S'il a été configuré pour désactiver l'interface face à une telle situation, la liaison est libérée, ce qui a pour effet d'accélérer la convergence.

Détection d'erreur

A l'instar de nombreux autres protocoles de liaison de données, PPP emploie un champ FCS dans l'en-queue pour déterminer si une trame reçue contient des erreurs. Si c'est le cas, elle est supprimée. Comme PPP surveille la fréquence de réception des trames erronées, il peut être configuré pour désactiver une interface si trop d'erreurs se produisent.

Pour analyser le taux d'erreurs sur un lien, LCP fait appel à une fonction de surveillance de la qualité de la ligne appelée LQM (Link Quality Monitoring). De chaque côté, il envoie des messages qui décrivent le nombre de paquets et octets correctement reçus. Chaque routeur compare ces informations aux nombre de paquets et d'octets envoyés pour calculer le % de perte. En cas de dépassement d'un seuil d'erreurs prédéfini configuré sur le routeur, la liaison est désactivée.

Cette fonction est utile uniquement lorsque des routes redondantes existent sur le réseau. Si un lien qui provoque trop d'erreurs est désactivé, les paquets sont reroutés vers un chemin plus efficace.

Authentification sur les liaisons WAN

Définition

Le terme **authentification** désigne un ensemble de mesures de sécurité mises en œuvre par un équipement pour assurer l'identité de son interlocuteur. Par exemple en supposant que R1 et R2 communiquent à travers une liaison série, le premier peut demander au second de prouver qu'il est réellement qui il prétend être.

L'authentification WAN est surtout nécessaire pour des lignes établies par appel (**dialled line**). Toutefois la configuration des fonctionnalités d'authentification reste la même, que des lignes louées ou par appel soient utilisées.

Protocoles PAP et CHAP

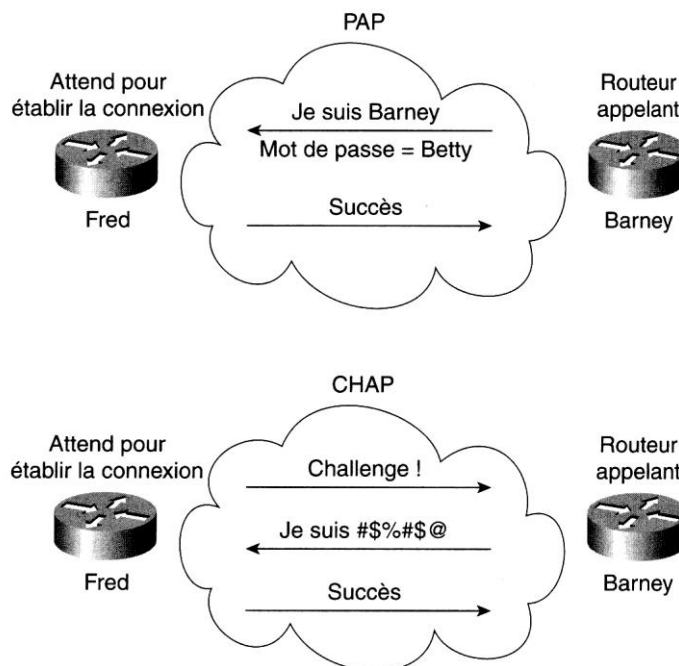
Il existe deux protocoles principaux d'authentification sur une ligne série point à point.

- **PAP** (Password Authenfication Protocol)
- **CHAP** (Challenge Handshake Identification Protocol)

Actuellement, on préfère employer CHAP car les codes d'authentification qui sont produits par une fonction de hachage irréversible (one-way hash), en l'occurrence , l'algorithme de condensé de message MD5 (**Message Digest 5**) et sont donc plus sûrs que les mots de passe en texte clair envoyés par PAP.

PAP et CHAP impliquent tous deux l'échange de messages entre les équipements communicants. Dans le cas d'une ligne par appel, le routeur appelé s'attend à recevoir un nom d'utilisateur et un mot de passe de la part du routeur ou de l'utilisateur appelant. Avec une ligne louée, un des routeurs initie le processus et l'autre ne fait que répondre. Indépendamment du type de ligne, avec PAP, ces éléments d'identification sont transmis d'emblée par le routeur appelant. Avec CHAP, le routeur qui est appelé envoie d'abord au routeur appelant un message **de challenge** pour lui demander d'envoyer ces informations. La figure ci-dessous illustre le fonctionnement de chaque protocole sur une ligne par appel, le principe est le même pour une ligne louée.

Figure 9.4
Messages PAP et CHAP.



Les flux de PAP sont beaucoup moins sûrs que ceux de CHAP car le nom d'hôte et le mot de passe y apparaissent en clair. Ils peuvent donc être lus aisément par une personne qui place un outil de trace sur le circuit.

Pour sécuriser les flux, CHAP emploie un algorithme de hachage irréversible ; en lui soumettant en entrée un mot de passe et un nombre aléatoire partagé. Le message de challenge émis par CHAP contient ce nombre aléatoire (RANDOM NUMBER), et les deux routeurs sont configurés avec le mot de passe.

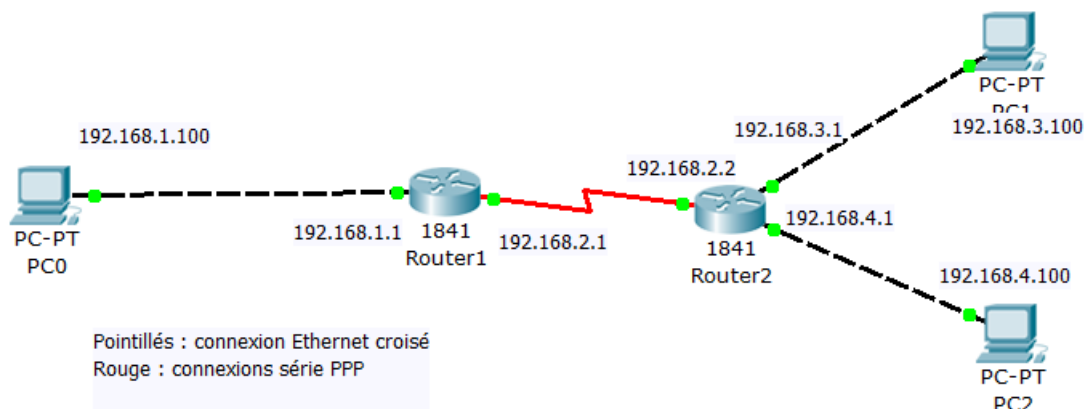
Le routeur, ici **Fred**, qui reçoit le challenge exécute l'algorithme de hachage en lui passant le numéro aléatoire qu'il vient de recevoir et le mot de passe secret de **Barney** qui se trouve dans sa configuration, puis envoie le résultat au routeur qui a initié le processus.

Ce dernier applique le même algorithme sur la valeur de challenge (transmise sur la liaison) et le mot de passe (non transmis sur la liaison). Si les résultats concordent, cela signifie que les mots de passe utilisés sont identiques, auquel cas la connexion est établie.

Il est important de noter qu'à aucun moment le mot de passe n'est transmis sur la liaison. En utilisant des nombres aléatoires, on est certain que le résultat du hachage est différent.

Donc même si quelqu'un parvient à récupérer cette valeur au moyen d'un outil de trace, il ne pourra pas s'en servir lors d'un prochain échange. L'authentification CHAP est donc difficile à forcer, même en plaçant des outils sur la liaison WAN.

Connexion entre deux routeurs avec IP configure sur les deux routeurs sans chap



Il faut simplement de donner l'encapsulation ppp à l'interface série des deux cotés. Au lieu d'une trame HDLC, c'est une trame PPP.

Configuration de Router1

```
interface Serial0/1/0
bandwidth 64
ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
encapsulation ppp
clock rate 64000
!
```

Configuration de Router2

```
interface Serial0/1/0
bandwidth 64
ip address 192.168.2.2 255.255.255.0
encapsulation ppp
!
```

Connexion entre deux routeurs avec IP configure sur les deux routeurs Avec Chap

- 1) Donner un nom de machine aux deux machines avec Hostname.
- 2) Donner un mot de passe aux deux routeurs
- 3) Spécifier l'encapsulation sur les deux routeurs
- 4) Spécifier authentification CHAP
- 5) Spécifier sur chaque routeur , le mot de passe avec qui il communique

ATTENTION LE NOM DU ROUTEUR N EST PAS NECESSAIREMENT CELUI DU LABEL AFFICHE

Configuration de router1

Pour fixer le nom de la machine

```
ZOZO(config)#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
ZOZO(config)#hostname Routeur1
Routeur1(config)#
```

Pour fixer le mot de passe

```
router1(config)#enable secret cisco          ( nouvelle syntaxe )
```

Commandes à rajouter à l'interface série.

```
interface Serial0/1/0
bandwidth 64
ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
encapsulation ppp
ppp authentication chap
clock rate 64000
!
```

Fixer le mot de passe du second routeur

```
username Routeur2 password cisco
```

Configuration de router2

Pour le nom de la machine et le mot de passe du Routeur2 voir ci-dessus

Fixer le mot de passe de Routeur1

```
username Routeur1 password cisco
```

```
interface Serial0/1/0
bandwidth 64
ip address 192.168.2.2 255.255.255.0
encapsulation ppp
ppp authentication chap
```


Pour vérifier si l'interface fonctionne.

```
Routeur1#show interface Serial0/1/0  
Serial0/1/0 is up, line protocol is up (connected)  
Hardware is HD64570  
Internet address is 192.168.2.1/24  
MTU 1500 bytes, BW 64 Kbit, DLY 20000 usec, rely 255/255, load 1/255  
  
Open: IPCP Encapsulation PPP, loopback not set, keepalive set (10 sec)  
LCP Open  
, CDPCP
```

Quand l'interface ne fonctionne pas on a :

```
Routeur1#show interface Serial0/1/0  
Serial0/1/0 is down, line protocol is down (disabled)  
Hardware is HD64570  
Internet address is 192.168.2.1/24  
MTU 1500 bytes, BW 64 Kbit, DLY 20000 usec, rely 255/255, load 1/255  
Encapsulation PPP, loopback not set, keepalive set (10 sec)  
LCP Closed  
Closed: LEXCP, BRIDGECP, IPCP, CCP, CDPCP, LLC2, BACP
```

Les lignes ADSL/SDSL

Ses objectifs

XDSL (Digital Subscriber Line) est une technologie destinée à transmettre des données à haut débit sur une paire torsadée téléphonique. Dans le modèle OSI, c'est une norme de niveau **Physique**.

Les normes Hauts débits pour l'entreprise

Le Normes E1/T1 à base de codage AMI

Deux **paires de cuivre** peuvent véhiculer une ligne **T1 dont le débit est de l'ordre de 1,5 mégabit**. Le premier codage proposé a été l' **Alternate Mark Inversion (AMI)**. La bande passante exigée est de **1,5 Mhz**. Ce codage date des débuts des années 60.

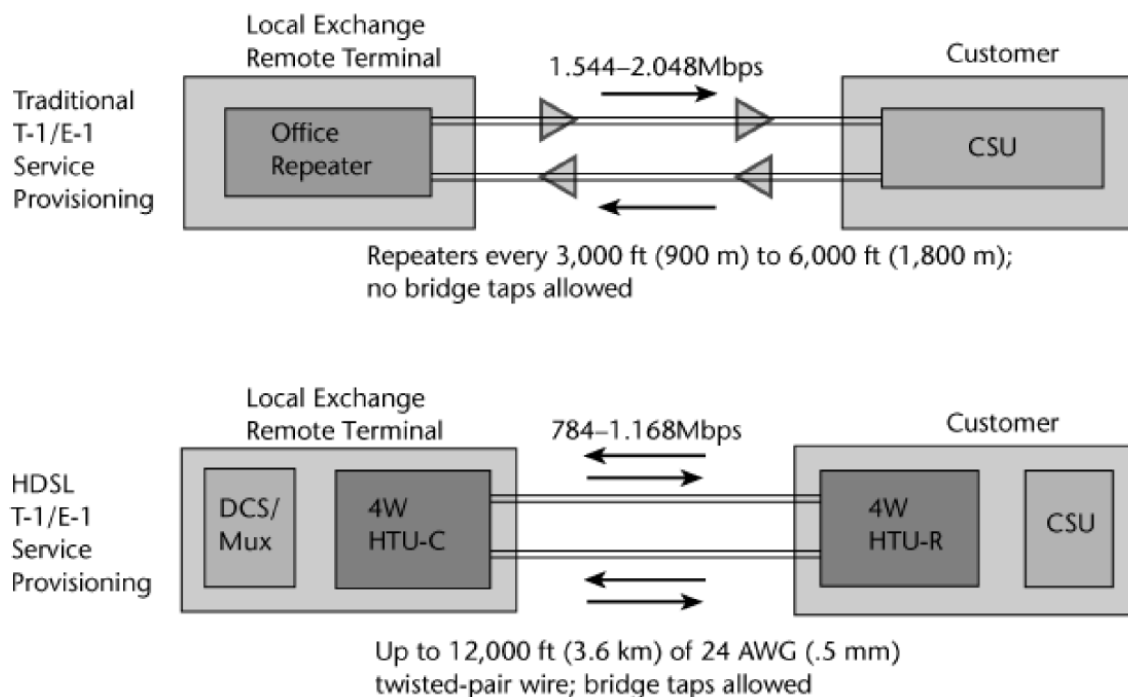
L'objectif est de connecter un CSU/DSU à la compagnie de téléphonie (Telco). Le CSU/DSU est lui connecté au Routeur Cisco de l'entreprise. Le transfert des données est symétrique ou Full Duplex.

Le codage AMI nécessite un répéteur entre 900 m à 1800 mètres pour augmenter la distance. **La norme E1 est le pendant Européen de T1**, son débit est de 2 mégabit

Le dispositif T1/E1 ne convient pas pour connecter les résidences individuelles. La bande passante est telle que les perturbations électromagnétiques entre deux câbles adjacents sont inévitables. Pour les connexions à destination des habitations, des ensembles de 50 paires sont utilisés et une seule paire par ensemble peut être utilisée pour le T1/E1. Cela revient à connecter chaque résidence par un seul câble et ce n'est pas rentable.

Les normes E1/T1 à base de codage Ami, ne supportent pas les bridge taps (raccordement aérien)

Figure 12.1. Traditional T-1/E-1 versus HDSL provisioning



HDSL -- High data rate Digital Subscriber Line

La norme HDSL qui date de la fin des années 80 est une méthode plus efficace pour transmettre les codages T1/E1 sur de la paire torsadée. Elle est considérée comme l'ancêtre des normes XDSL.

Offrant toujours un service symétrique, les modems HDSL incorporent de nouvelles fonctionnalités. Ces dernières prévoient l'incorporation de multiplexeurs inverses.

Concrètement, le débit est maintenant réparti sur les deux paires (784 kbps soit 1,5 Mbits au total).
Ce qui a pour effet de réduire la bande passante et autorise des segments de câbles sans répéteurs jusqu'à 3,6 km. La norme E1 porte ce débit à 1,1 mégabits par paire.

Le HDSL autorise les raccordements aériens (**Bridge Taps**).

Le HDSL2 est une amélioration qui parvient à atteindre les 3,6 km avec une seule paire et le HDSL4 marque un retour aux deux paires mais augmente la portée de 30 % .
Cette norme est obsolète (dépassée)

SDSL

Cette norme est apparue fin des années 90 et offre un débit E1/T1 sur une distance de 5,5 km/

Le SDSL n'a jamais été standardisée par l'ITU-T qui lui a préféré le G.SHDSL .

Une confusion s'est installée du fait que l'association européenne ETSI appelle SDSL une norme qui est en fait dérivée du G.SHDSL

G.SHDSL qui en Europe s'appelle aussi sds/

Cette norme offre des débits allant jusqu'à 5,5 km et contrairement au HDSL ne nécessite plus de répéteur.

Autre avantage le rayonnement électromagnétique a encore été réduit par rapport aux précédentes normes et est compatible avec les installations ADSL et on peut avoir donc une ligne G.SHDSL à côté d'une ADSL sans perturbations notables.

Cette norme a fait l'objet de diverses annexes

Annexe A : décrit un débit allant jusqu'à 2304 kbps et concerne uniquement l'Amérique du nord.

Annexe B : est typiquement utilisée dans les réseaux européens et spécifie des fréquences et puissances différentes de l'Annexe A .

Annexe F : Étend le débit maximum à des valeurs de 5996 kbps.

[CISCO G.SHDSL](#)

Les variantes DSL

Il existe deux grandes familles de lignes DSL.

- **Symmetrical DSL (SDSL ou HDSL)** : Les débits sont identiques en downstream et upstream. Ces variantes ciblent le public des entreprises.
- **Asymmetrical DSL (ADSL)** : Le débit en downstream n'est pas le même qu'en upstream. Typiquement le débit en downstream est plus élevé. Ces variantes sont destinées au particulier. L'objectif était aussi qu'une ligne d'un particulier ne pouvait pas concurrencer les lignes des entreprises qui auraient renégocié leurs tarifs.

Les normes DSL

Nom Commercial Désignation	Date	Débit	Distance Max entre usager et DSLAM	Symétrique /Asymétrique	Nombre de paires Torsadée
Normes pour les csu servant à amener des lignes T1/E1					
HDSL G.991.1	Fin 1980	2 Mbps max	3,6 km	S	1 ou 2
SDSL Nd	Fin 1990	2 mbps max	5,5 km	S	1
G.SHDSL G.991.2 SDSL	2001, update en 2003	5,6 mbps	5,5 km	S	1 ou 2
ADSL					
ADSL G.dmt G.992.1	1999	7 mbps down 800 kbps up	5,5 km	A	1
ADSL G.lite G.992.2	1999	1,5 mbps down 512 kbps up	5,5 km	A	1
ADSL2					
ADSL2 G.dmt.bis G.992.3	2002	12 mbps down 1 Mbps UP	5,5 km	A	1
ADSL2 G.lite Bis G.992.4	2002	1.5 mbps down 512 kbps UP	5,5 km	A	1
ADSL2+ G.992.5	2003	24 Mbps down 1 Mbps Up	5,5 km	A	1
ADSL2- RE G.992.3	2003	8 mbps down 1 mbps up	6 km	A	1
RADSL ND	ND	600 Kbps à 7 Mbps down 64kbps 1 mbps <u>up</u>	5,5 km	S ou A	1
VDSL et VDSL2					
VDSL G.993/1	2004	55 Mbps down 26 mbps up	1,5 km	S ou A	1
LR VDSL2-12 Mhz G.993.2	2005	55 Mbps down 30 Mbps up	4 à 5 km	S ou A	1
SR VDSL2-30 Mhz G.993.2	2005	100 Mbps up & down	0,5 km	S ou A	1

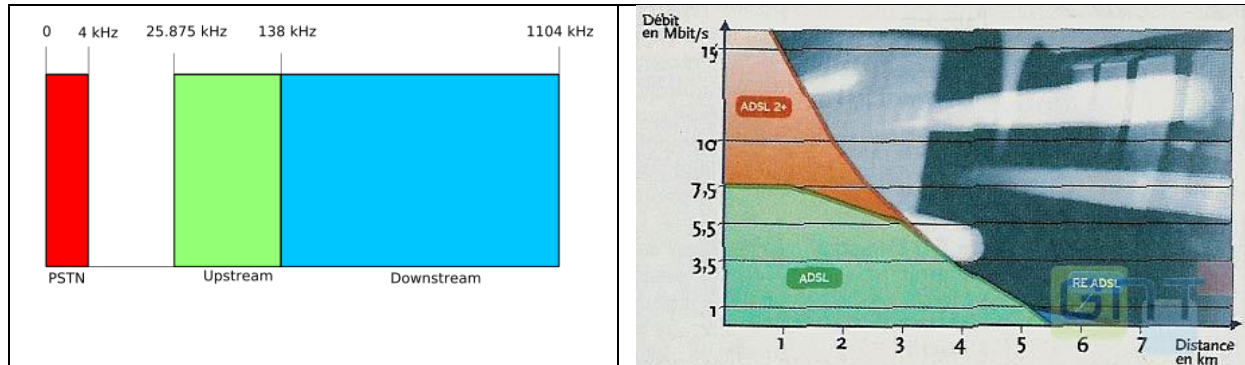
La norme ADSL

La norme ADSL est conçue pour permettre à un particulier de recevoir des données à haut débit sans que ce dernier ne perde l'usage du Téléphone et sans devoir installer une nouvelle ligne.

On utilise la paire torsadée existante du téléphone.

Le téléphone classique est désigné en anglais par Plain Old Telephone Service (**POTS**) .

Le téléphone classique utilise simplement une bande passante de 4 kHz alors qu'une paire téléphonique offre une bande passante supérieure à 1 mhz si il n y a pas de bobine de Pupin



L'adsl dispose d'une bande passante de 1104 khz soit environ 1 mégahertz.

Le principe de l'ADSL est d'utiliser la bande supérieure à 4 KHz et de diviser cette bande en deux La bande passante d' **upstream** pour envoyer les data vers le Telco (25 kHz à 138 khz) et une Bande passante de **downstream** pour le trafic descendant (ici de 138 à 1104 KHz).

La banse passante plus élevée en downsteam explique le débit plus élevé de 7 Mbps en downstream contre 800 Kbps en upstream

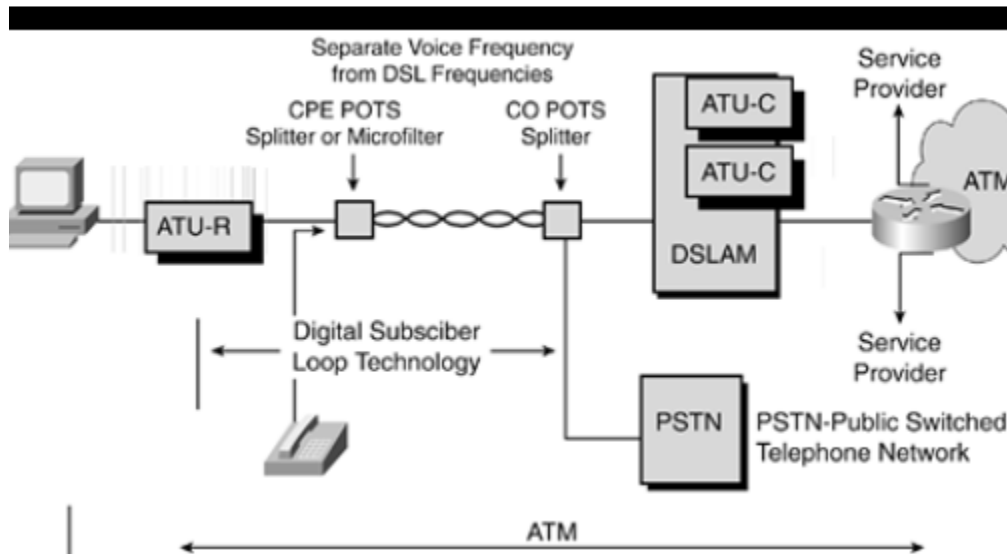
Cette bande passante en downstream est elle-même découpée en 256 canaux de 4,3 kHz . Chaque canal individuel est géré par un modem. Le débit par canal peut atteindre 28000 bit/S. L'électronique d'un modem ADSL intègre donc l'équivalent de 256 modems.

Trois plages de fréquences sont utilisées. Une pour le téléphone, une pour envoyer les données et une pour les recevoir, le tout en même temps. Notez qu'une quatrième bande de 4 kHz à 25 kHz est inutilisée pour dans le but de protéger au maximum la téléphonie classique. On parle de **multiplexage fréquentiel** quand plusieurs transmissions se produisent en même temps dans une même bande passante.

Malheureusement le débit en downstream de 7 mégabits (certaines sources parlent de 6 ou 8) de l'ADSL n'est pas constant sur les 5,5 km. **Vers 5 km, le débit de l'adsl diminue vers 1 mégabits.** Certaines sources limitent aussi le débit à 4,5 km (motif voir Loading coils)

Une version de la norme ADSL dite ADSL Lite ou ADSL G.Lite a été proposée. La bande passante a été limitée à seulement 550 KHz. Elle se caractérisait par un débit de 1,5 mbps en download et 512 kbps en upload. Cette version est rarement utilisée aujourd'hui.

Le vocabulaire du technicien ADSL



- **ATU-C** : ADSL Transmission Unit Central office. C'est le modem DSL faisant face à l'abonné dans le CO du provider .
- **ATU-R** : ADSL Transmission Unit Remote. C'est un modem DSL qui se trouve chez l'abonné. L'ATU-R peut parfois désigner un routeur.
- **CPE** : Terme qui chez Cisco désigne un routeur placé chez un particulier qui remplace l'ATU-R qui se retrouve dans le routeur).
- **Downstream** : Transmissions du CO vers un abonné.
- **DSLAM** : Un simple châssis contenant de multiples ATU-C.
- **Splitter** : Connu aussi comme POTS Splitter, c'est un périphérique passif qui est utilisé pour séparer le trafic DSL du trafic vocal. Les Splitters POTS sont insérés dans le réseau aux extrémités CO et CPE de la boucle locale. Aujourd'hui des microfiltres remplacent le splitter du côté CPE de la boucle locale.
- **MicroFiltre** : Un filtre passe-bas passif, connecté à la prise murale téléphonique d'un abonné (RJ-11), dans laquelle viennent se brancher les stations terminales (téléphones analogiques, faxes analogiques, modems...). Ces filtres sont nécessaires pour maintenir la qualité de la voix sur les périphériques analogiques quand le DSL est en fonctionnement sur la ligne. Ces filtres autorisent seulement les fréquences de 0 à 4 kHz vers le périphérique analogique.

Attention : Les filtres pour une norme ADSL2 et VDSL2 sont différents.

- **PSTN** : Réseau Téléphonique traditionnel
- **showtime**. Quand un ATU-R s'initialise, le processus de dialogue avec l'ATU-C est appelé la synchronisation. Quand la synchronisation est réussie on parle de **showtime**. Chaque modem dispose de voyants qui vous indiquent visuellement que la synchro est réussie.

Causes de réduction de performances de la ligne ADSL

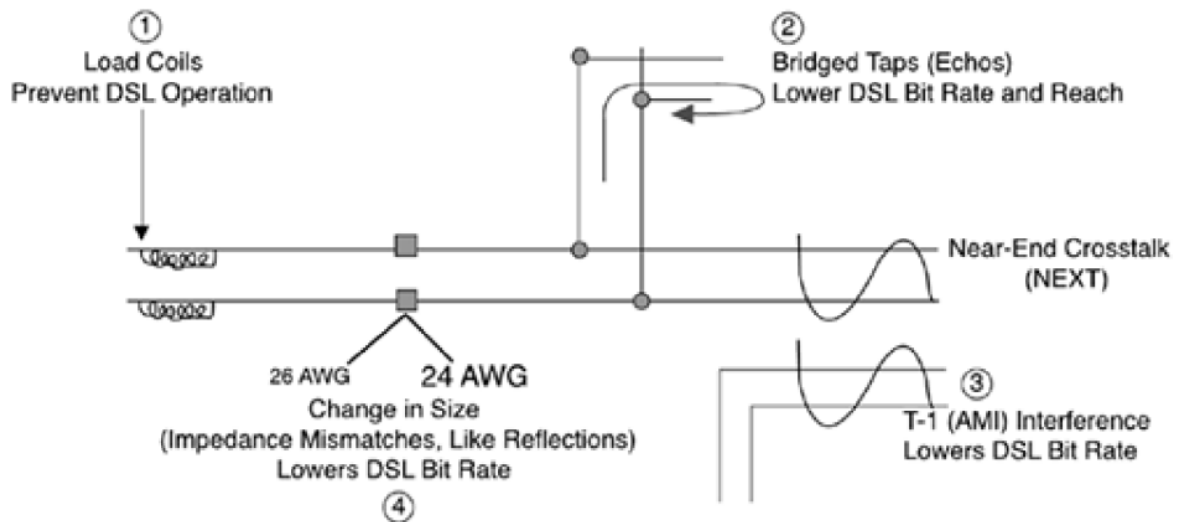


Figure 2-2. Summary of DSL Media Challenges

- **Bobines de Pupin (load coils)** : Ce sont bobines qui sont la pour régénérer les signaux de la voix afin d'augmenter la portée de des lignes de téléphone. Beaucoup d abonnés de téléphone, spécialement dans les zones rurales sont à plus de 4500 mètre du local technique. Pour atteindre ces usagers, la compagnie de téléphone est obligée d ajouter de l inductance , processus que l on désigne en anglais par **loading**. L inductance s effectue au moyen de bobines (**Load coils** en anglais) placées tout les 1800 mètres . Ce terme en français se traduit par **bobine de Pupin**. Les bobines malheureusement créent des filtres basse fréquence. En pratique les fréquences au-dessus du spectre de la voix humaine sont bloquées. Donc une ligne dotée de telles bobines ne peut supporter l adsl. Enlever ces bobines coute du temps et de l argent ce qui fait que certains provider contournent la difficulté en n offrant pas de service ADSL à plus de 4500 mètres
- **Interférences Radio** : Les fréquences radio AM peuvent interférer avec le signal DSL, ce qui provoquera une réduction du débit. Ceci est particulièrement vrai avec le câblage utilisé à l'intérieur des maisons, celui-ci étant souvent de mauvaise qualité (non torsadé par exemple)
- **Raccords (Bridge Taps)** : Sont des dérivation d une ligne principale. On donne aussi le nom de half-taps ou stubs. Une des raisons de leur existence est de faciliter le raccordement de résidences. Si 100 paires regroupées dans une gaine descendent un pâté de maisons, il est plus aisé de faire une dérivation à partir d une paire existante que de tirer un nouveau câble. Malheureusement ces branchements peuvent être source d interférence.

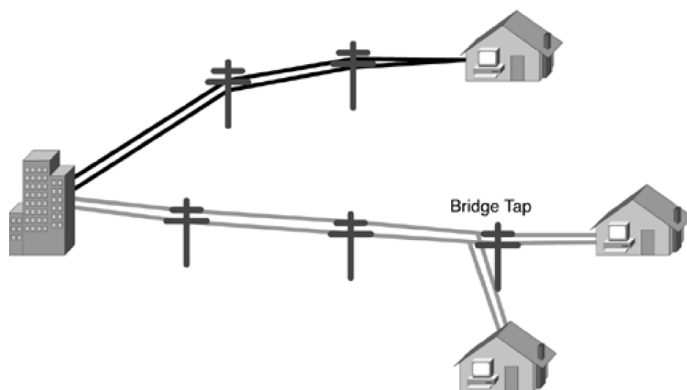


Figure 2-4. Bridged Taps Frequently Are Created for New Service

- **Interférences (Crosstalk)** : Deux câbles dans une même gaine peuvent se perturber mutuellement.

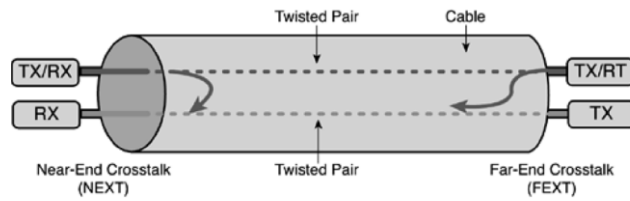


Figure 2-6. Crosstalk Is Signal Leakage

Il existe deux types d'interférences. Le next se produit quand l'énergie du signal digital transmise dans un sens se propage via un autre câble dans le sens inverse. Le Fext se produit quand l'énergie génère un autre signal dans le même sens dans une autre ligne. Des interférences existent aussi entre différents types de lignes DSL. Par exemple une ligne ADSL et VDSL1.

Pour ces raisons, une règle implicite veut que le nombre de lignes ADSL dans une gaine ne peut excéder 10 câbles.

- **Variation d'impédance** : Les variations d'impédance (Résistance) dans la boucle locale d'abonné provoquent des échos, qui se traduisent en signaux parasites. Une des causes de variation d'impédance est par exemple le changement d'épaisseur du câblage sur le raccordement de l'abonné. La corrosion est un autre exemple de variation d'impédance

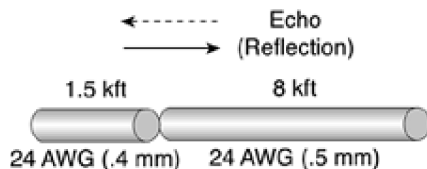
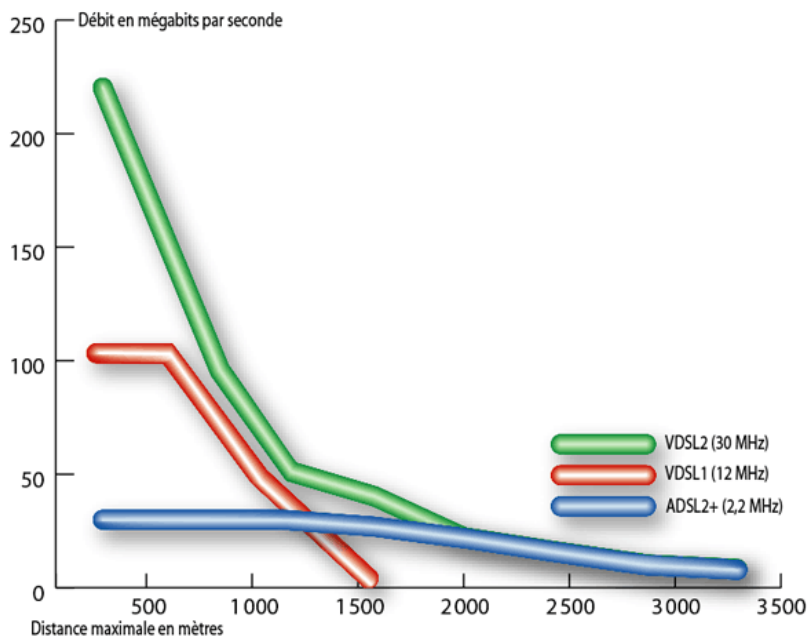


Figure 2-8. Impedance Mismatches Create an Echo Effect

- **Atténuation du signal** : L'atténuation est la perte ou la dégradation de la force du signal sur une distance donnée. L'atténuation est fonction de la distance entre l'abonné et le CO. Suivant le type de connexion l'atténuation est plus ou moins forte. **Concrètement, la vitesse des lignes adsl / vdsl diminue constamment pour atteindre seulement 1 mégabits vers 5 km.**



La norme ADSL 2

En juillet 2002, l'ITU-T approuve deux nouveaux standards : La G.992.3 et G.992.4. Ces normes se voient attribuer le nom ADSL2. La version G.992.4 est la version Lite de la G.992.3, la bande passante est limitée à 552 kHz

Le débit est porté à 12 Mbits/s du fait d'un meilleur codage, la bande passante est restée à 1,1 Mhz. et la portée est améliorée de 180 mètres.

Le nombre de canaux de transmission est toujours de 256 mais une nouvelle fonction SRA (***Seamless Rate Adaptation***) permet d'adapter le débit de chaque canal indépendamment des autres en fonction de la nature des interférences.

Il est possible aussi d'interdire la téléphonie analogique et donc récupérer 25KHZ, ce qui permet d'augmenter le débit en upstream de 256 kbits/

Les autres améliorations sont les suivantes :

- ***Diagnostics intégrés*** : Le technicien dispose d'outils améliorés pour résoudre les problèmes pendant et après l'installation.
- ***Démarrage plus rapide*** : Le processus menant au Showtime prend 3 secondes au lieu de 10 secondes.
- ***IMA*** : Il est possible d'obtenir des débits encore plus élevés en combinant plusieurs lignes ensemble. Jusqu'à 32 lignes peuvent être combinées en même temps même si en pratique, on se limite à un maximum de 2 ou 3.
- ***Le support Ethernet*** : La première norme ADSL se basait sur ATM pour acheminer les données de l'utilisateur jusqu'au routeur de Belgacom. Une nouvelle couche appelée ***PMT-TC*** permet de substituer Ethernet à ATM.

La norme ADSL 2+

L'ITU-T approuve l'ADSL2+ ou ADSL2plus comme G.992.5 en 2003 . **ADSL2+ double la bande de fréquence de 1,1 Mhz à 2,2 Mhz, augmentant ainsi le nombre de canaux à 512.**

Ceci entraîne que le débit en downstream passe à 24 Mbit/s sur des distances de 1,5 km bien qu'en pratique les valeurs rencontrées se situent plutôt entre 15 et 20 Mbps.

L'ADSL2+ offre la possibilité d'une ligne toute digitale exploitant la bande de fréquence entre 1,1 et 2,2 Mhz, ce qui permet de faire cohabiter plus facilement cette norme avec les standards ADSL et ADSL 2.

ADSL2+ a permis aussi aux opérateurs de télécom d'introduire le service Internet Protocol TV (IPTV). L'ADSL2+ est cependant limité quand plusieurs Téléviseurs et plusieurs accès internet sont nécessaires dans un Foyer.

La norme ADSL2-RE

C'est une norme Longue Distance (Reach Extended) de l'ADSL2. La portée est étendue à 6 Km et alors que les autres versions de l'ADSL ont un débit médiocre à la limite des 5,5 km. Cette norme parvient à maintenir un débit en downstream de 768 Kbps, Moins d'un mégabit, soit un gain de 1 km.

RADSL

Version non standard qui peut dynamiquement diminuer la vitesse en upstream pour augmenter la bande passante en downstream, dans le cas où le support subit des dégradations de signal importantes. Le débit en upstream peut être réduit à 64 kbps

VDSL

Le VDSL est standardisé par l'ITU-T en 2004 sous la recommandation G.993.1.

Le VDSL utilise une simple paire de cuivre et opère sur des distances très courtes. (De 300 m à 1,5 km). **La bande passante fait un bond à 12 Mhz** et le débit atteint des débits de 55Mbps en download et 26 Mbps en upstream. Voici quelques scénarios d'utilisation

Mode	Distance	Downstream Rate	Upstream Rate
Asymétrique	900 m	26 Mbps	3Mbps
Asymétrique	300 m	52 Mbps	6Mbps
Symétrique	900 m	13Mbps	13Mbps
Symétrique	300 m	26Mbps	26Mbps

La norme VDSL est maintenant remplacée par la VDSL2

VDSL2

Les efforts de standardisation ont démarré en janvier 2004. Ceci a donné naissance au G.993.2. en 2005. L'objectif du VDSL2 est la télévision de génération suivante et la VOD.

Deux variantes principales :

- **LR-VDSL2-12 Mhz** : Spécifié comme G.993.2, LR-VDSL2-12 MHz est la variante à longue portée avec un débit en downstream de 55Mbps en downstream et 30 Mbps upstream. Cependant, quand il est utilisé sur longue distance son débit chute et rejoint les débits de l'ADSL. Par exemple entre 4 et 5 km, le débit en downstream varie entre 1 et Mbps
- **SR-VDSL2-30 Mhz** : Spécifié comme G.993.2 SR-VDSL-2 30 MHz est la version courte portée, autorisant jusqu'à 100Mbps dans les deux directions, mais uniquement sur des distances de moins de 0,5 km. **A noter la bande passante qui passe de 12 Mhz à 30 mhz** pour la SR.

Comme Protocole de niveau 2, le VDSL2 offre le choix entre ATM et Ethernet. La technologie est aussi compatible avec l'ADSL, ADSL2 et ADSL2+ alors que le VDSL ne l'était pas.

Le VDSL2 autorise les applications triple ou quadruple. Une connexion VDSL2 typique peut supporter trois téléviseurs, 5 Mbps de Web surfing et la Voice over IP simultanément.

Belgacom pour son offre tv installe en principe une connexion VDSL 2 mais peut substituer une ADSL2 dans certains cas.

Les protocoles de niveau 2 utilisé avec les lignes XDSL

PPP over Ethernet (PPPoE)

Définition et objectifs

- PPPOE signifie Point to Point Protocol over Ethernet (PPPoE) .
- PPPOE est conçu pour envoyer des paquets IP d'un pc vers un routeur d'agrégation d'un provider via une ligne ADSL. Sur ce trajet la trame sera découpée en cellules ATM.
- Il se présente sous forme d'un logiciel client PPPoe fonctionnant sur un PC connecté à un modem (ATU-R) . Une autre alternative est un routeur (CPE) contenant un client PPPoe

Présentation de l'architecture PPPOE

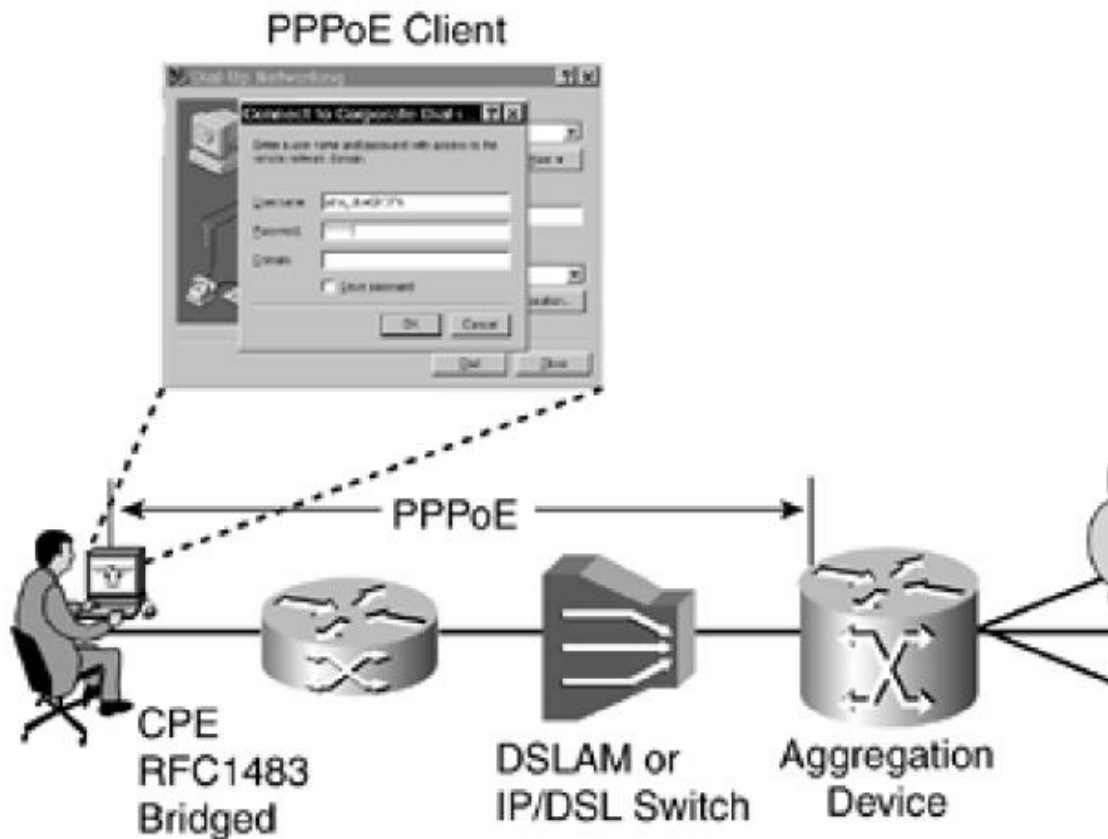
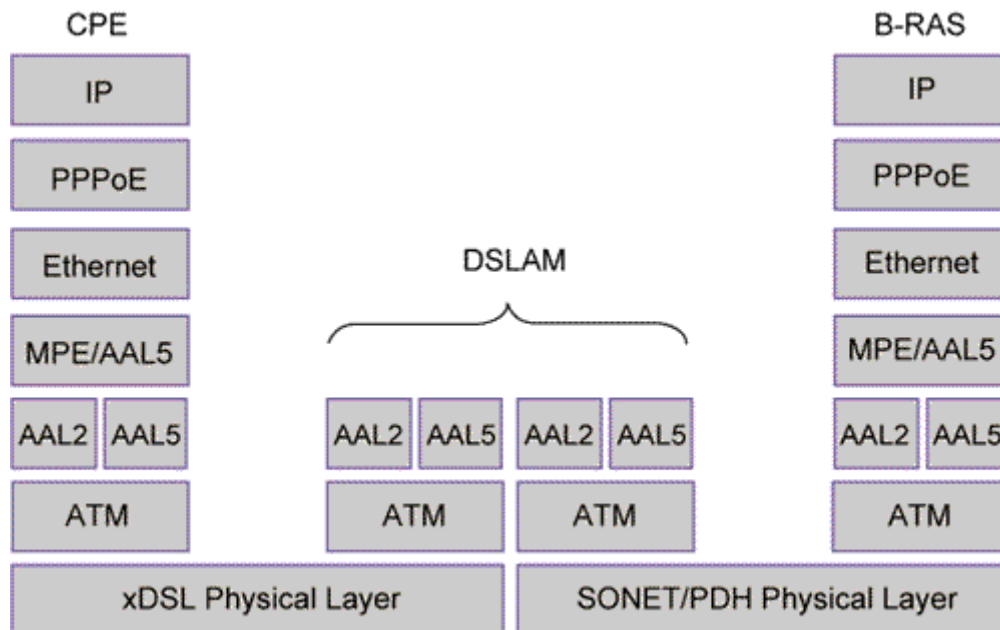


Figure 3-7. PPPoE Session

- Entre le client PPPOe sur PC et le modem , une trame Ethernet est utilisée.
- C'est essentiellement une architecture de type pontage (bridging). Le pontage signifie qu'on adapte la trame Ethernet au format de la Cellule ATM . Les cellules sont expédiées vers le DSLAM
- Le DSLAM se contente de récupérer les cellules ATM de la paire torsadée de l'abonné et de les envoyer sur le réseau du provider à destination du Routeur d'agrégation

- L'inconvénient des architectures de type pontage est qu'elles comportent de nombreuses failles de sécurité. En utilisant l'architecture PPP qui l'authentification PAP ou CHAP), on obtient une plateforme plus robuste au niveau de la sécurité, car on peut déterminer de manière unique l'utilisateur avec un couple Nom de Login /Mot de Passe .
- La trame PPP est véhiculée dans une Trame Ethernet Ceci explique le Nom PPPoE (**Over**). La norme définit aussi une trame supplémentaire spécifique appelée PPPoE qui se place entre ppp et la trame Ethernet.

La pile de protocole pppoE



Les phases d'une connexion PPPoE

- Discovery Phase
- PPP session Phase
- Ensuite nous avons le transfert de données

Discovery phase

Pour initialiser une session PPPoE, le client PPPoE (qui peut se trouver dans un pc ou un routeur CPE) doit en premier découvrir le routeur d'agrégation avec lequel il se connectera.

Il peut y avoir plusieurs routeurs d'agrégation sur le Réseau. (un routeur Cisco 6400 est un exemple). Dans ce client le Client PPPoE choisira un routeur parmi ceux qui offrent leurs services.

La connexion entre le client PPPoE et le Routeur d'agrégation choisit est identifiée par un PPPoE SESSION_ID. Le but de la Discovery Phase est de fabriquer cet identifiant.

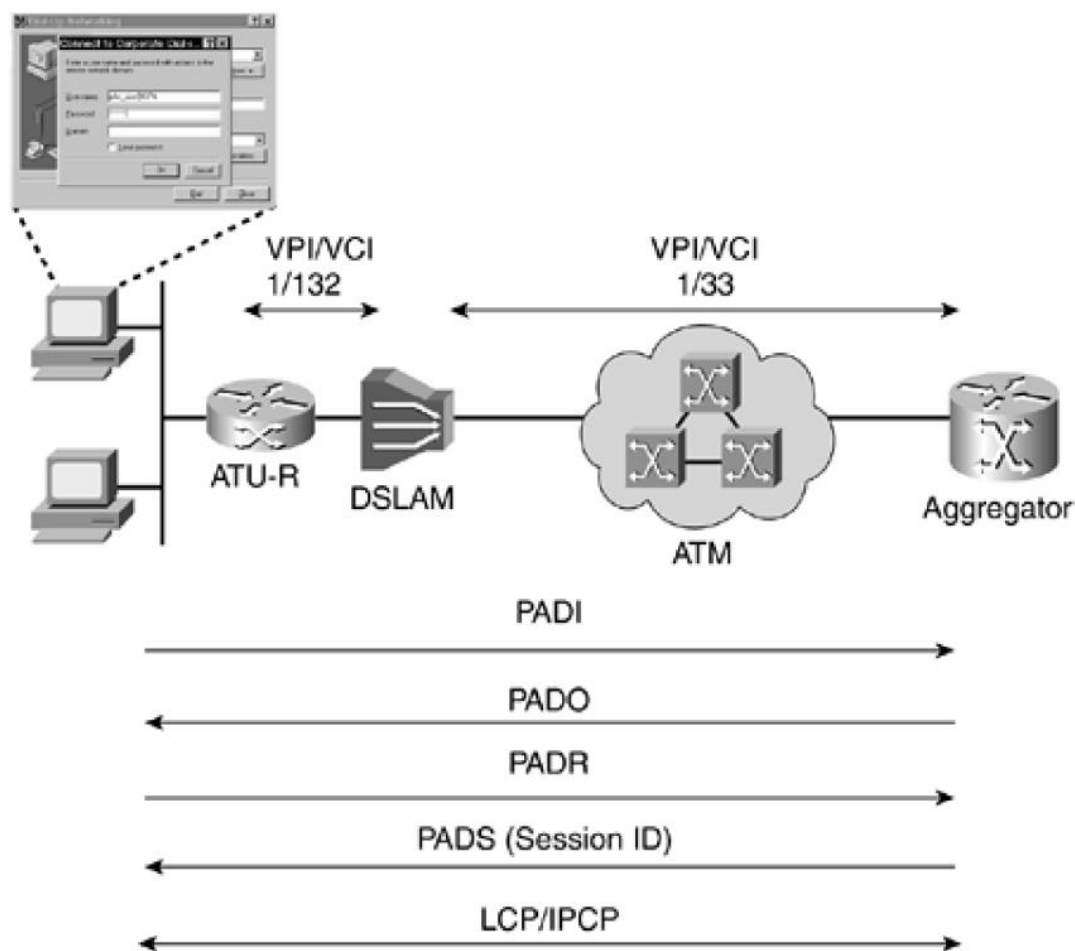


Figure 3-8. PPPoE Connectivity

Il y'a quatre étapes de base dans la phase de découverte :

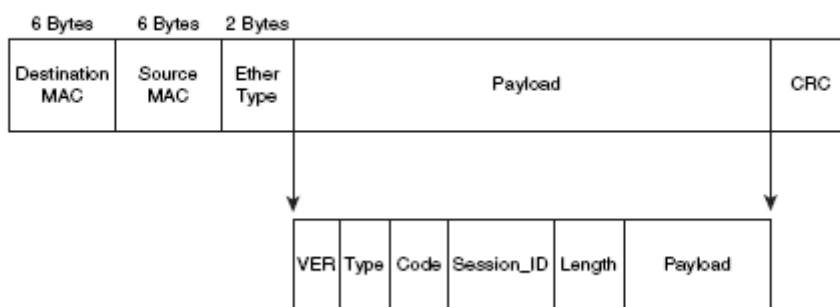
1. Le client PPPoE envoie un paquet PPPoE Active Discovery Initiation (**PADI**) demandant le service. L'adresse MAC de destination est fixée à broadcast. La source est la mac de l'Hôte hébergeant le client PPPoE.
2. Les routeurs d'agrégation répondent avec un paquet PPPoE Active Discovery Offer (**PADO**) décrivant les services offerts. L'adresse de destination MAC est unicast vers le client qui a effectué la requête.

3. Le client PPPoE envoie un paquet PPPoE Active Discovery Request (**PADR**) vers le routeur d'agrégation qu'il a choisi. Le paquet Ethernet est maintenant unicast car il contient la MAC de Destination du Routeur D agrégation choisit
4. Le routeur d'agrégation génère un Session ID qui est placé dans le Paquet PPPoE de confirmation (PADS) renvoyé par le routeur. L'adresse mac source contient la mac du L agrégations routeur et la mac Destination celle du Hôte

Structures de données de la Discovery Phase

L'adresse MAC de destination durant la phase de découverte est FF :FF :FF :FF :FF :FF qui l'adresse de broadcast dans l'univers Ethernet. Par contre l'adresse source MAC est celle du routeur CPE. Le champ ETHER_TYPE vaut soit 0X8863 (code correspondant à la **Discovery Phase**) ou 0x8864 (valeur correspondant à la **Session phase**).

Figure 4-6 PPPoE Frame Structure



A l'intérieur du champ de données, se trouve la structure PPPoE qui est fait une structure spécifique. Voici le détail de cette structure :

- Le champ VER est de 4 bits et doit être fixé à 0x1 pour cette version de PPPoE
- Le champ TYPE qui ne doit pas être confondu avec le champ ETHER_TYPE de la trame Ethernet est de 4 bits et doit être fixé aussi 0x1 dans cette version de PPPoE.
- Le champ CODE est fixé à 8 bits. Sa valeur durant la découverte, est basée sur l'étape courante du processus de découverte. Ce champ doit être à 0X00 durant la phase Session.
- Le SESSION_ID est de 16 bits. C'est une valeur non signée (network byte order). Sa valeur dépend de l'étape courante du processus de découverte (**Discovery**). Quand arrive la session PPP sa valeur reste fixée à celle assignée pendant la phase Discovery. Cette valeur avec les deux macs source et destination fixe une session PPP
- Le champ LENGTH est de 16 bits. Sa valeur (network byte order), indique la longueur de la charge PPPoE. Elle n'inclus pas la longueur de la trame Ethernet ou de l'entête PPPoE.

Pendant la phase de découverte (DISCOVERY), les variables CODE et SESSION_ID vont changer selon les étapes franchies. La phase de découverte, comprend l'initiation, L'offre, la requête, la confirmation de session et les opérations de terminaison. Ces valeurs seront constantes durant la phase de session.

PPP Session phase (LCP/IPCP)

La phase de session PPPoE commence, Les données PPP servant au paramétrage sont envoyées comme n'importe quelle autre encapsulation PPP. Les procédures propres à PPP peuvent enfin commencer. LCP est mis en œuvre en premier.

RFC 2516 fixe une **Maximum Receivable Unit (MRU)** pour PPPoE à une taille de 1492 octets. Le header PPPoE est de 6 octets de long avec un Champ Protocol ID de 2 bytes. . Ceci permet de garder la trame PPPoE compatible avec la limite de 1500 octets maximum fixée par Ethernet.

Le champ ETHER_TYPE dans l'entête Ethernet est fixé à 0x8864. Le champ PPPoE code est fixé à 0x00. Le champ SESSION_ID qui a été fixé pendant la phase de découverte (Discovery) ne doit pas changer. La charge utile de la trame PPPoE est une trame PPP. La trame commence avec le champ PPP protocol-ID (PID).

Les modules **PAP** ou **Chap** vont permettre de vérifier que le **nom de login/mot de passe de l'utilisateur est valide** .

Enfin le module IPCP de NCP attribuera une IP Publique au modem (Adresse IP lui permettant de surfer sur Internet).

L encapsulation des les trames PPPoE

Le MTU Est la taille maximum que peut avoir un paquet IP sans fragmentation.
Donc plus un paquet est gros , meilleur sera en principe le débit effectif.
Malheureusement ce n'est pas le cas

Voici les composants intervenant dans l'encapsulation PPPoE

Component	Size (in bytes)
Data payload	1-1452
TCP header	20
IP header	20
PPP header	2
PPPoE header	6
Ethernet header	18
AAL5 trailer	8 bytes + 1-40 bytes padding
ATM cell header	5 bytes per cell
ATM cell payload	48 bytes per cell

Avec le TCP & Ip Headers, la charge utile de la trame PPP atteint les 1492 octets pour PPPoE. A cela nous ajoutons la taille des entêtes PPP, PPPoE et Ethernet pour atteindre

$$1492 + 2 + 6 + 18 = 1518 \text{ octets}$$

La couche ATM adaptation 5 (AAL5) ajoute un en-tête de 8 octets et fait du bourrage (padding) pour atteindre une taille multiple de 48 octets. Chaque cellule ATM a une taille de 48 octets et un en-tête de 5 octets, sans exception

Le nombre de cellules nécessaires pour transporter la trame PPPoE est de

$(1518 \div 48) = (31 \text{ cellules} + 30 \text{ octets})$ ou 32 cellules

Au 30 octets restant à casser. Il faut ajouter les 8 octets du trailer AAL5 et donc 10 octets de bourrage pour atteindre les 48 octets.

Comme nous avons donc 32 cellules, l'overhead est de 5 octets par cellule.

$32 \text{ Cellules} * 5 \text{ octets d'entête}$ cela donne 160 octets

Le nombre d'octets transmis est donc le suivant

$1518 + 8 \text{ (trailer AAL5)} + 10 \text{ (octets de bourrage)} + 160 \text{ (entête ATM)} = 1696 \text{ octets}$

1696 octets sont donc transmis pour 1452 octets de donnée (1492 moins les 40 octets d'overhead de TCP & IP)

En pourcentage cela donne :

$100 * (1696 \div 1452) = 116.80 \% - 100 \% = 16.80 \text{ overhead}$

Si on réduit la Taille du MTU à 1454 octets avec pour objectif d'obtenir un parfait multiple de 48 cellules afin d'éviter les octets de bourrage (ici 10 octets)

$1454 + 2 \text{ (entête PPP)} + 6 \text{ (entête PPPoE)} + 18 \text{ (entête Ethernet)} = 1480 \text{ Octets à véhiculer}$

$(1480 \div 48) = 30 \text{ cellules} + 40 \text{ octets}$ ou 31 cellules

Il faut rajouter les 8 octets du trailer AAL-5 et cela donne toujours 31 cellules

L'overhead des cellules ATM est de $31 \text{ cellules} * 5 \text{ bytes} = 155 \text{ bytes}$

Le nombre d'octets réellement transmis est donc de $1480 + 8 + 155 = 1643 \text{ octets}$

1643 Octets sont donc transmis pour 1414 octets de données (1454 moins 40 octets d'overhead) . Ceci nous donne un % de

$100 * (1643 \div 1414) = 116.20 \% - 100 \% = 16.20 \% \text{ d'overhead}$

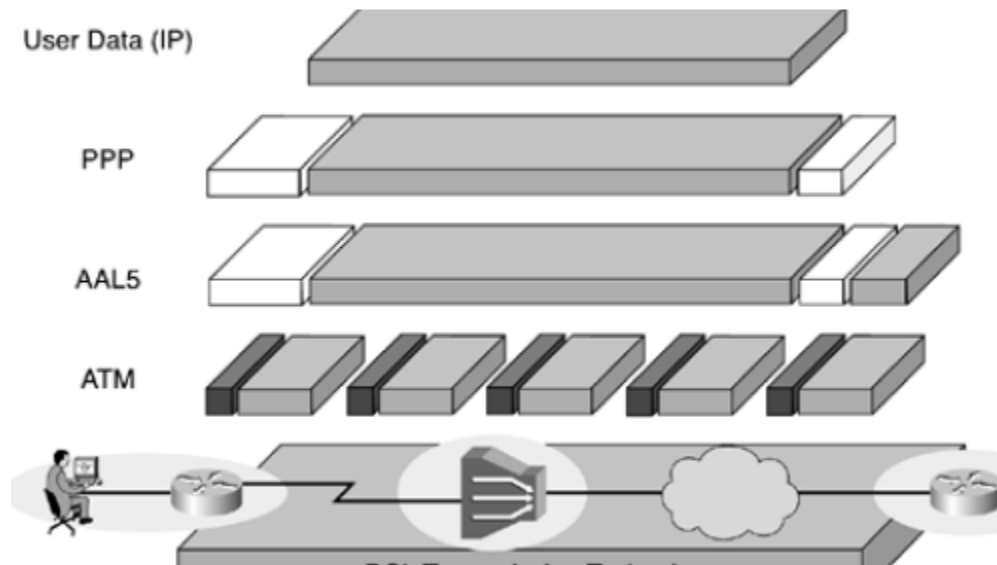
A la fin l'efficacité est très similaire avec seulement une différence de 0.6 %. Cependant cela représente une réduction de la surcharge de 3.6 % par trame. Le résultat est que la vitesse de transmission est légèrement supérieure . A 1.544 Mbps , cela donne 9.3 kbit/s et à 3Mbps, le gain est de 36 kbps.

PPP over ATM

Présentation

PPPoA est très similaire à PPPoE. En fait les deux protocoles utilisent les fonctions de implémentation RFC 1483/2684. La grande différence entre PPPoA et PPPoE est que **PPPoA n'utilise pas de trame Ethernet**.

Le processus d'encapsulation



Vous notez la disparition de la trame PPPoE et de la Trame Ethernet

Les versions

- Virtual circuit multiplexed PPP over AAL5 (AAL5VCMUX)
- LLC encapsulated PPP over AAL5 (AAL5SNAP)
- Cisco PPP over ATM (PPPoA)

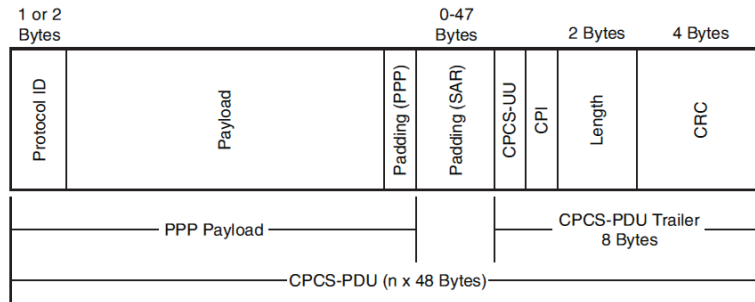
VC Multiplexed PPP over AAL5

VC Multiplexed PPP over AAL5 (Aussi connu comme VC-MUX or AAL5MUX)
Spécifie un type de protocole par conduit VPI/VCI

Supposons que je veuille transporter de L IP , de L AppleTalk ou IPX.

On peut assigner le conduit 8/35 à IP, 8/36 à Appletalk et 8/37 à IPX

Figure 6-2 AAL5MUX

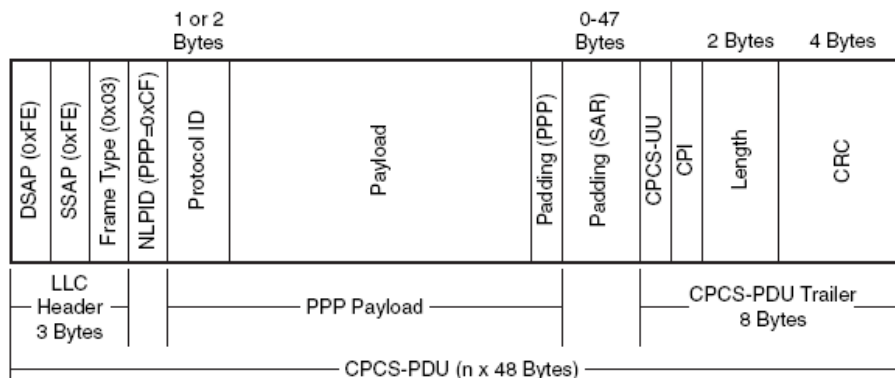


Comme il y a qu'un seul type par conduit, le champ Protocol ID suffit et désigne uniquement le type de protocole de niveau 3.

LLC Encapsulated PPP over AAL5

Un même conduit (par ex 8/35) peut transporter plusieurs protocoles distincts. Le contenu de la trame LLC indiquera le protocole transporté.

Figure 6-3 LLC Encapsulated PPP



La signification de l'entête LLC sera abordée dans le TOME 2. En résumé nous dirons que cette trame sert à indiquer le type de trame transportée. Si on change de Type de trame, il suffit de changer la valeur dans cette trame pour informer le récepteur.

Le champ NLPID valant ici 0xCF, ce qui correspond à PPP.

Le **CPCS-PDU Trailer** appelé aussi **SAR Trailer** est rajouté par la couche AAL avant le découpage en cellules ATM. Ce trailer fait 8 octets et permet de vérifier au réassemblage chez le destinataire qu'aucun élément n'été perdu. Le champ CRC permet de détecter si le train de cellules a été corrompu.

Comme les deux schémas , vous le suggère, la trame LLC est découpée pour être encapsulée dans des cellules ATM.

Dans les entêtes des cellules, ATM utilise des circuits virtuels qui sont identifiés par un identificateur unique de connexion. Chaque identificateur de circuit est constitué d'un **Virtual Path Identifier (VPI)** et d'un **Virtual Circuit Identifier (VCI)**. Les paires valides sont basées sur l'équipement en usage.

Les valeur pour le VPI sont 0 à 255 et pour le VCI de 0 à 66535.

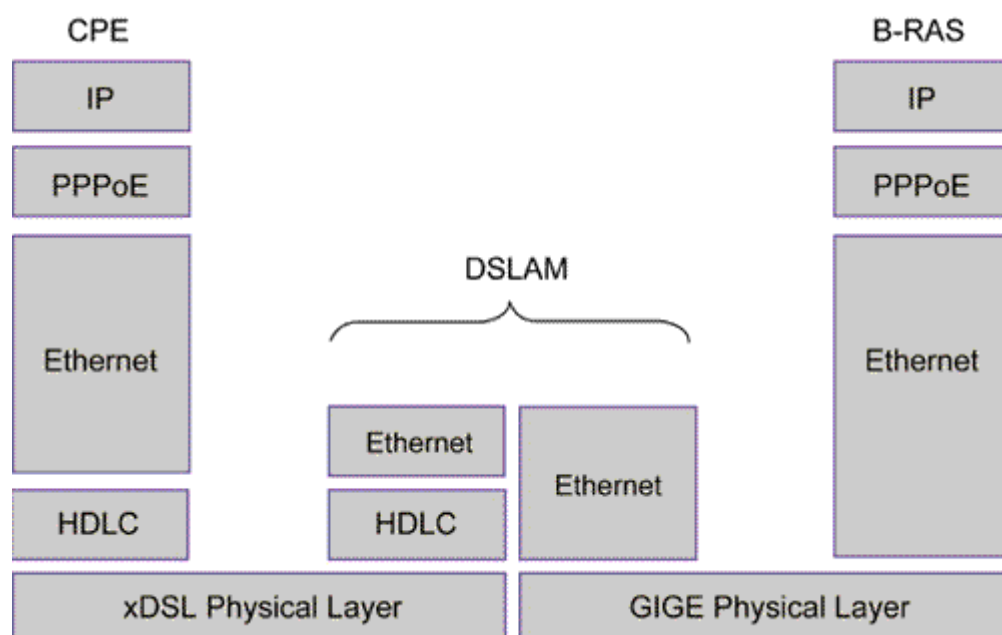
En pratique Seuls les valeurs VPI à partir de 32 sont disponibles pour l'utilisateur.

L'opérateur de Telecom doit fournir donc à l'utilisateur une paire VPI/VCI

C'est la RFC 2364 (<http://abcdrfc.free.fr/rfc-vf/rfc2364.html>) qui décrit les échanges basés sur le protocole PPPoA .

Le futur du niveau 2 ADSL

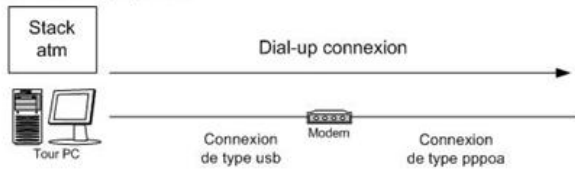
L'utilisation du modèle basé paquet PTM-TC permet de s'affranchir d'ATM et de diminuer le temps de traitement



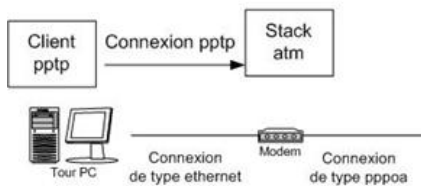
Les types de modem adsl et leurs connexions respectives

Présentation

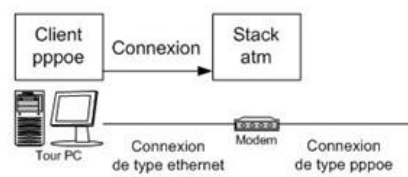
Modem de type passif



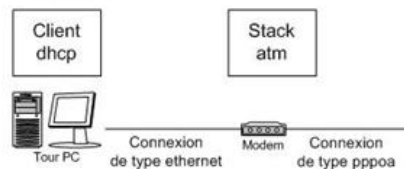
Modem de type Semi-intelligent Variante 1



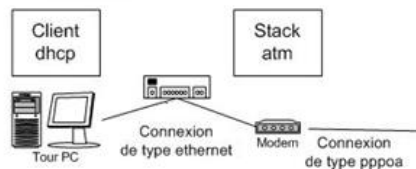
Modem de type Semi-intelligent Variante 2



Modem de type intelligent Variante 1



Modem de type intelligent Variante 2



Les modems de type **passif** ne gèrent que la connexion physique adsl. A charge du pc de gérer la pile de protocole et la connexion. Ce type modem utilise une connexion usb.

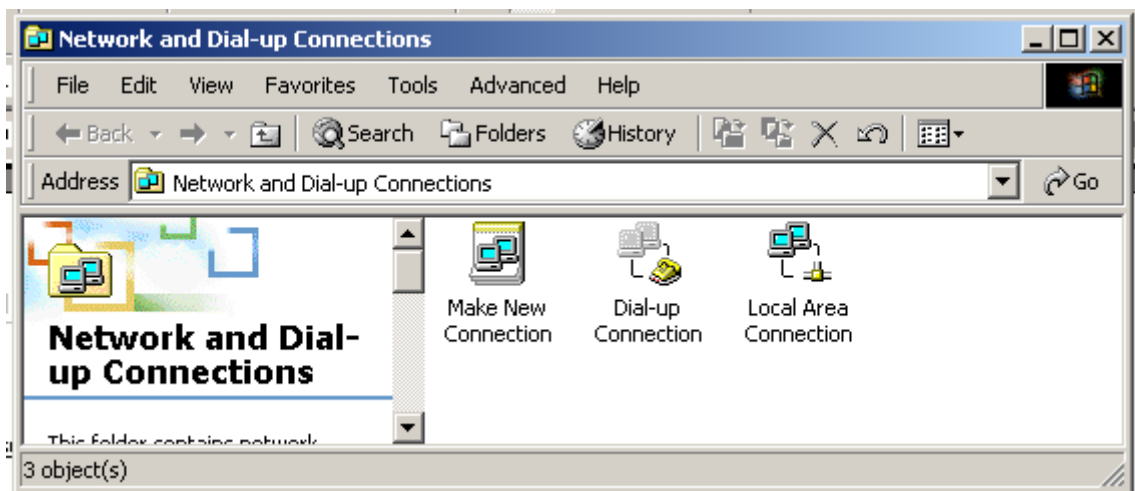
Les modems **semi-intelligents** gèrent le stack atm pour vous mais l'ouverture de la connexion se fait à partir du pc. Les paramètres **nom de login** et **mot de passe** sont entrés sur le pc.

Les modems intelligents gèrent le stack atm et effectuent toute demande de connexion. Les paramètres **nom de login** et **mot de passe** sont encodés au **niveau du modem**. Le pc est simplement configuré comme client **dhcp**. Le modem est vu par le client pc comme un routeur.

Un lien : <http://www.adslguide.org.uk/qanda.asp?faq=DSLHardware>

Voici les protocoles utilisés avec ces configurations.

Type de modem	Connexion entre PC & Modem	Client PC	L adresse IP Publique est fournie	Le Login/Mot de passe est dans
modems de type passif	usb	Accès réseau à distance, Client PPPOA	Au PC	Le PC
modems semi-intelligents	Ethernet	Client PPPoE	Au PC	Le Pc
modems intelligents (modem routeur) Le routeur Intègre un Client PPPOE ou PPPOA.	Ethernet Le routeur intègre un modem ou celui-ci est externe	Client DHCP	Au Routeur. Le PC reçoit une adresse privée du routeur Via DHCP	Le routeur

Modem passif : Accès réseau à distance via connexion USB

Au préalable installer le driver de votre modem.

Il faut Créer un **Accès réseau à Distance** (*dial-up connect*). Utilisant le périphérique speedtouch
Voir tome 2

Les paramètres à rentrer son le **nom de login** et le **mot de passe**. Le numéro de téléphone n'a pas de sens ici.

Pour se connecter, il faut cliquer sur l'accès réseau à distance créé.

Modem Semi-intelligent : Le client pppoe

Ce client nécessite une connexion Ethernet entre le pc et le modem.
XP intègre ce type de client et vista le conserve. Voici la démarche

La procédure suivante indique comment configurer xp comme client pppoe.
Source : www.microsoft.com

To configure Windows XP for a broadband connection using PPPoE

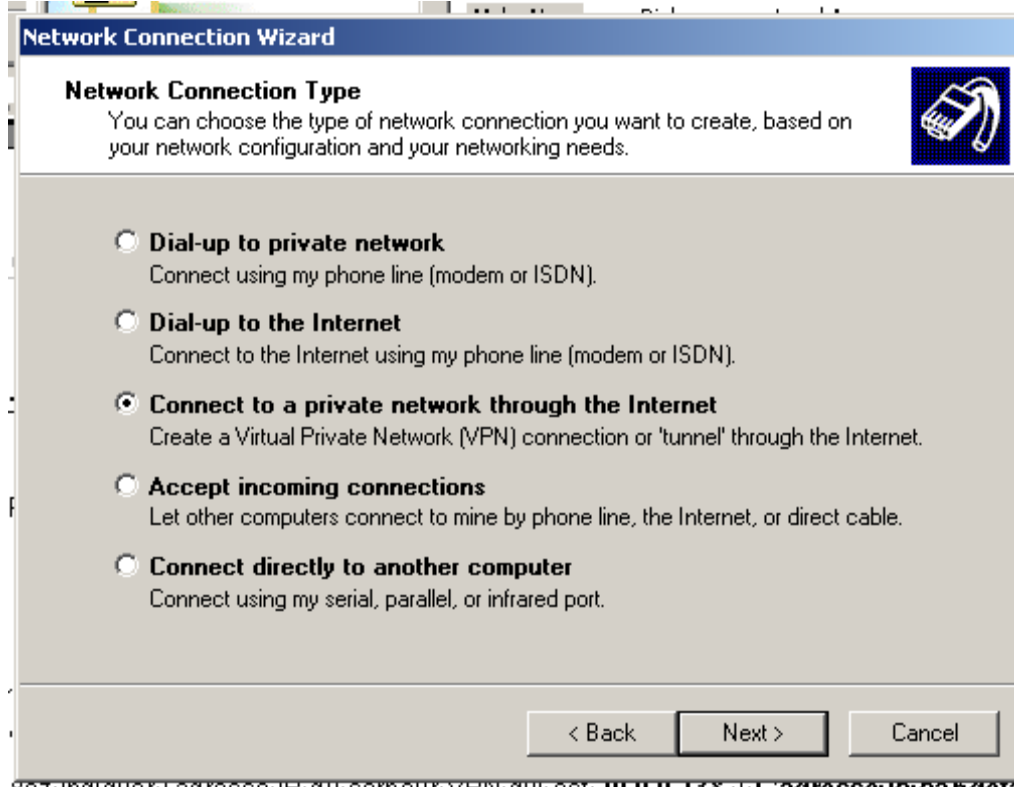
1. Click **Start**, click **Control Panel**, click **Network and Internet Connections**, and then click **Network Connections**.
2. Under **Network Tasks**, click **Create a new connection**, and then click **Next**.
3. Click **Connect to the Internet**, and then click **Next**.
4. Click **Setup my connection manually**, and then click **Next**.
5. Click **Connect using a broadband connection that requires a user name and password**.
6. In the **Connection Name** dialog box, type the name of the ISP. This becomes the name of the connection. Click **Next**.
7. In the **Internet Account Information** dialog box shown in Figure 1 below, type the user name and password. Additional checkboxes allow you to specify whether this connection and its user name and password is available to all users (selected by default), whether this connection is your default Internet connection (selected by default), and whether to enable the Internet Connection Firewall on the connection (enabled by default). Make the appropriate selections, and then click **Next**.



Accès réseau à distance via vpn.

Ce type modem se raccorde via une carte ethernet au pc. Un hub intermédiaire peut-être branché entre le PC et le modem

1



Il faut Créer un **Accès réseau à Distance** (*dial-up connect*)

Utiliser l'option **Microsoft VPN Adapter** pour **PPTP tunneling**.

Vous devez indiquer l'adresse IP du serveur VPN qui est **10.0.0.138**. (*L'adresse Ip par défaut du modem speedtouch*)



Le nom d'hôte par défaut est speedtouch

Comme pour la connexion usb, les paramètres à rentrer son le **nom de login** et le **mot de passe**. Le numéro de téléphone n'a pas de sens ici.

Pour se connecter, il faut cliquer sur l'accès réseau à distance créé.

<http://windows.microsoft.com/fr-FR/windows7/Change-TCP-IP-settings>

Les modems intelligents ou modem routeur

Modem Routeur Philips	BBOX (un)
	

Configuration du modem Routeur EICON MULTIPC ADSL (non illustré)

Notes extraites de la documentation online **Belgacom**.

Ce genre de modem se comporte comme un routeur autonome. C'est donc un **modem dit intelligent**. La configuration de ce type de modem se fait via un browser Internet.

Ce type de modem est capable d'établir lui-même la connexion vers votre provider et de partager cette connexion entre vos PCS.

Dans la fenêtre du browser vous tapez l'adresse IP de cet équipement (il c'est une adresse configurée en usine). Exemple de valeur : **192.168.1.1**.

Le nom de login éventuellement (souvent admin)

Vous devez aller dans un menu **Set up a Connection**,

Aller dans le menu **Advanced Connection Settings**.



Advanced Connection Settings	
Provider	Choisir dans liste
VPI	8
VCI	35
Encapsulation	LLC (obligatoire si PPPoA)
Connection Type	PPPoA ou PPPoE
PPP options (Si la connexion est de type PPP)	
Username	Fq971654@SKYNET
Password	*****
Authentification Method	Automatic (CHAP then PAP)
IP options (required only if your coonexion is IP)	
IP address	0.0.0.0
IP mask	255.255.255.0
Primary DNS address	195.238.2.21
Secondary DNS address	195.238.2.22

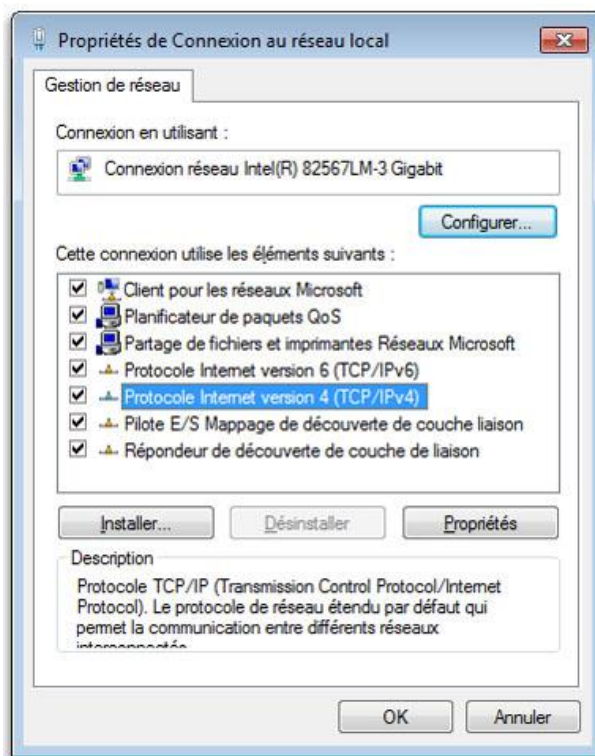
Le client DHCP.

Le modem est ici un routeur et il est conseillé de laisser le modem attribuer dynamiquement des adresses via son serveur dhcp intégré. Le modem est branché aux pc via un hub.

TCP/IP définit comment votre ordinateur communique avec d'autres ordinateurs.

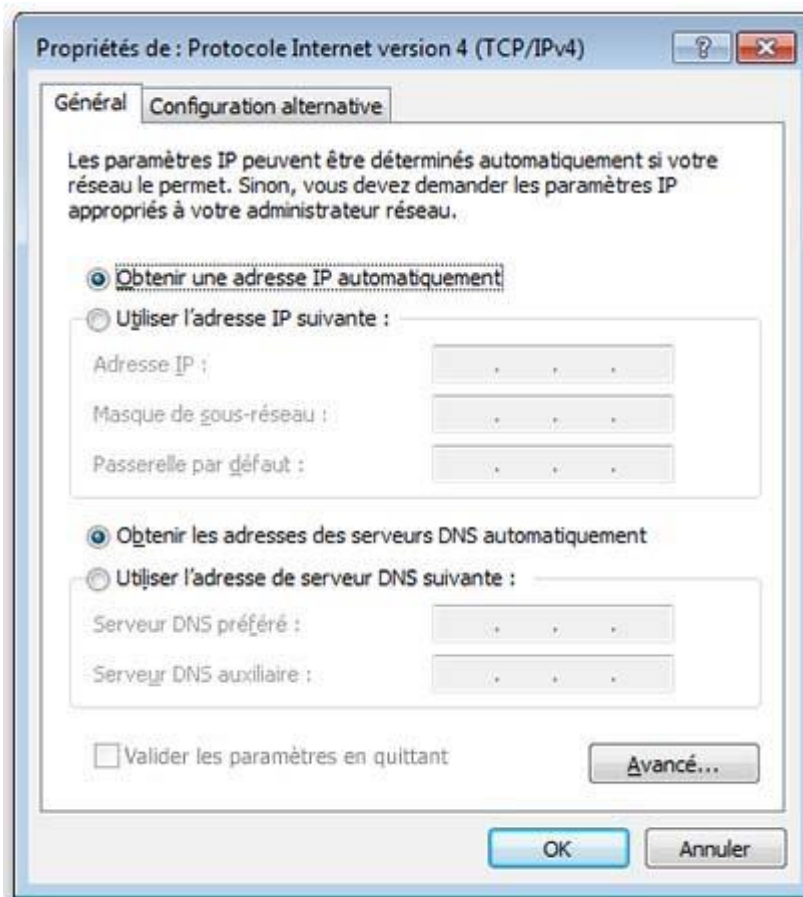
Pour faciliter la gestion des paramètres TCP/IP, il est recommandé d'utiliser le protocole DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) automatisé. DHCP assigne automatiquement des adresses IP aux ordinateurs de votre réseau si ce réseau le prend en charge. Si vous utilisez DHCP, il n'est pas nécessaire de modifier vos paramètres TCP/IP lorsque vous déplacez votre ordinateur à un emplacement différent ; DHCP ne requiert pas la configuration manuelle des paramètres TCP/IP tels que DNS (Domain Name System) et WINS (Windows Internet Name Service). Pour activer DHCP ou modifier d'autres paramètres TCP/IP, procédez selon les étapes suivantes :

1. Pour ouvrir les Connexions réseau, cliquez sur le bouton Démarrer , puis sur Panneau de configuration. Dans la zone de recherche, tapez carte réseau, puis, sous Centre Réseau et partage, cliquez sur Afficher les connexions réseau.
2. Cliquez avec le bouton droit sur la connexion que vous souhaitez modifier, puis cliquez sur Propriétés.  Si vous êtes invité à fournir un mot de passe administrateur ou une confirmation, fournissez le mot de passe ou la confirmation.
3. Cliquez sur l'onglet Mise en réseau. Sous Cette connexion utilise les éléments suivants cliquez sur Protocole Internet version 4 (TCP/IPv4) ou Protocole Internet version 6 (TCP/IPv6), puis sur Propriétés.



La boîte de dialogue Propriétés de Connexion réseau

4. Pour spécifier les paramètres de l'adresse IP IPv4, procédez comme suit :
 - Pour obtenir des paramètres IP automatiquement à l'aide de DHCP, cliquez sur Obtenir une adresse IP automatiquement, puis cliquez sur OK.
 - Pour spécifier une adresse IP, cliquez sur Utiliser l'adresse IP suivante puis, dans les zones Adresse IP, Masque de sous-réseau et Passerelle par défaut, tapez les paramètres de l'adresse IP.
5. Pour spécifier les paramètres de l'adresse IP IPv6, procédez comme suit :
 - Pour obtenir des paramètres IP automatiquement à l'aide de DHCP, cliquez sur Obtenir une adresse IPv6 automatiquement, puis cliquez sur OK.
 - Pour spécifier une adresse IP, cliquez sur Utiliser l'adresse IPv6 suivante puis, dans les zones Adresse IPv6, Longueur du préfixe de sous-réseau et Passerelle par défaut, tapez les paramètres de l'adresse IP.
6. Pour spécifier les paramètres de l'adresse de serveur DNS, procédez comme suit :
 - Pour obtenir une adresse de serveur DNS automatiquement à l'aide de DHCP, cliquez sur Obtenir les adresses des serveurs DNS automatiquement, puis cliquez sur OK.
 - Si vous souhaitez spécifier une adresse de serveur DNS, cliquez sur Utiliser l'adresse de serveur DNS suivante, puis dans les zones Serveur DNS préféré et Serveur DNS auxiliaire, tapez les adresses du serveur DNS principal et du serveur DNS auxiliaire.



La boîte de dialogue des propriétés du protocole Internet Version 4 (TCP/IPv4)

7. Pour modifier les paramètres DNS, WINS et IP avancés, cliquez sur Avancé.

Les types de modem vdsl et leurs connexions respectives

Belgacom n'a proposé qu'un modem intelligent (modem routeur) pour le VDSL. Sa solution actuelle est la BBOX2. Le protocole est toujours PPPoE.



Menu Advanced Settings
Sous Menu network interfaces
Sous Menu Wan PPPo

Connection Properties

Name:	WAN PPPoE
Device Name:	ppp0
Status:	Connected
Network:	WAN
Underlying Device:	Wan eth1.10 PPP
Connection Type:	PPPoE
IP Address:	91.180.212.220
Subnet Mask:	255.0.0.0
Default Gateway:	91.180.212.1
DNS Server:	195.238.2.21 195.238.2.22
Service Name:	
User Name:	bk219486@SKYNET
Received Packets:	36384
Sent Packets:	40118
Time Span:	5:56:30

Quelques autres protocoles de niveau 2

Nom	Description
SDLC	Utilisé par IBM dans ses réseaux de mainframe
HDLC	SDLC normalisé par ISO
LAPB	SDLC adopté par le CCITT et utilisé dans les réseaux X-25. On y reviendra quand on parlera des réseaux publics de données.
SLIP	Utilisé sur Internet, ne permet pas l'authentification et est en voie d'abandon

Annexe

PPP sous linux pour modem adsl usb pppoa

Remarques préliminaires

Ici nous ne nous concentrons pas sur l'aspect driver de l'installation. Ceci fait partie d'un cours de système d'exploitation

Il faut disposer du driver propre au modem et s'assurer que le support ppp est intégré au noyau.

Pour ces aspects lire l'article

Installation sous linux du modem ADSL Alcatel Speedtouch USB sur le site LEA

http://www.lea-linux.org/cached/index/Trucs:Alcatel_SpeedTouch_USB.html



Les paramètres de la connexion

Le fichier **/etc/ppp/peers/adsl** doit être créé

```
noauth
noipdefault
pty "/speedtouch-1.3/bin/pppoa2 -vpi 8 -vci 35"
sync
noaccomp
nopcomp
noccp
novj
holdoff 4
maxfail 25
persist
usepeerdns
user "bk999999@skynet"
defaultroute
debug
kdebug 1
```

pppoa2 est le driver pour le speedtouch
bk999999@skynet C'est le nom de login.

Le fichier d'authentification **/etc/ppp/chap-secrets**.

```
# Secrets for authentication using CHAP
# client      server          secret                IP addresses
# INBOUND CONNECTIONS
#client      hostname    <password>  192.168.1.1
"bk999999@skynet" "*"      "XXXXXXXX"  "*"

```

Le fichier d'authentification **/etc/ppp/pap-secrets**.

```
# Secrets for authentication using PAP
# client      server          secret                IP addresses

```

```
"bk999999@skynet" "*" " XXXXXXXX " "*"
```

Le script de lancement

```
/speedtouch-1.3/bin/modem_run -f /usr/local/share/speedtouch/mgmt.o -m
```

La ligne ci-dessus charge le firmware mgmt.o dans le modem

pppd call adsl

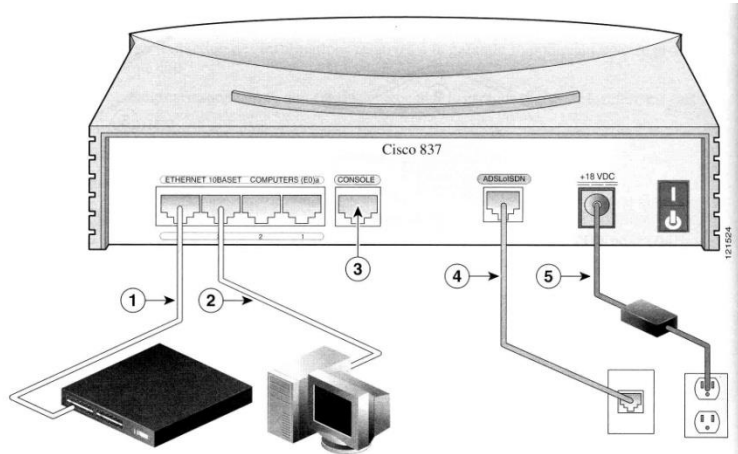
lance la connexion ppp proprement dite.

Le résultat

```
using channel 1
Using interface ppp0
Connect: ppp0 <--> /dev/pts/2
sent [LCP ConfReq id=0x1 <asynmap 0x0> <magic 0xec91bcf6>]
rcvd [LCP ConfReq id=0x62 <mru 1500> <auth chap MD5> <magic 0x2eb0e264>]
sent [LCP ConfNak id=0x62 <auth pap>]
rcvd [LCP ConfRej id=0x1 <asynmap 0x0>]
sent [LCP ConfReq id=0x2 <magic 0xec91bcf6>]
rcvd [LCP ConfReq id=0x63 <mru 1500> <auth pap> <magic 0x2eb0e264>]
sent [LCP ConfAck id=0x63 <mru 1500> <auth pap> <magic 0x2eb0e264>]
rcvd [LCP ConfAck id=0x2 <magic 0xec91bcf6>]
sent [LCP EchoReq id=0x0 magic=0xec91bcf6]
cbcp_lowerup
want: 2
sent [PAP AuthReq id=0x1 user=" bk999999@skynet" password=<hidden>]
rcvd [PAP AuthAck id=0x1 ""]
sent [IPCP ConfReq id=0x1 <addr 0.0.0.0> <ms-dns1 0.0.0.0> <ms-dns3
0.0.0.0>]
rcvd [IPCP ConfReq id=0xf2 <addr 80.200.96.1>]
sent [IPCP ConfAck id=0xf2 <addr 80.200.96.1>]
rcvd [IPCP ConfNak id=0x1 <addr 80.200.96.129> <ms-dns1 195.238.2.21> <ms-
dns3 195.238.2.22>]
sent [IPCP ConfReq id=0x2 <addr 80.200.96.129> <ms-dns1 195.238.2.21> <ms-
dns3 195.238.2.22>]
rcvd [IPCP ConfAck id=0x2 <addr 80.200.96.129> <ms-dns1 195.238.2.21> <ms-
dns3 195.238.2.22>]
local IP address 80.200.96.129
remote IP address 80.200.96.1
primary DNS address 195.238.2.21
secondary DNS address 195.238.2.22
Script /etc/ppp/ip-up started (pid 1647)
Script /etc/ppp/ip-up finished (pid 1647), status = 0x0
sent [LCP EchoReq id=0x1 magic=0xec91bcf6]
rcvd [LCP EchoRep id=0x1 magic=0x2eb0e264]
sent [LCP EchoReq id=0x2 magic=0xec91bcf6]
rcvd [LCP EchoRep id=0x2 magic=0x2eb0e264]
sent [LCP EchoReq id=0x3 magic=0xec91bcf6]
rcvd [LCP EchoRep id=0x3 magic=0x2eb0e264]
sent [LCP EchoReq id=0x4 magic=0xec91bcf6]
rcvd [LCP EchoRep id=0x4 magic=0x2eb0e264]
Hangup (SIGHUP)
```

PPP vers un provider sous CISCO

Paramétrage d'un routeur Cisco connecté à un routeur d'un ISP (belgacom)



C'est la configuration d'un particulier ou d'un indépendant. Le routeur (par exemple le cisco 837) doit demander une adresse publique pour pouvoir se connecter . Pour pouvoir la recevoir il doit s'authentifier

```
interface Dialer1
```

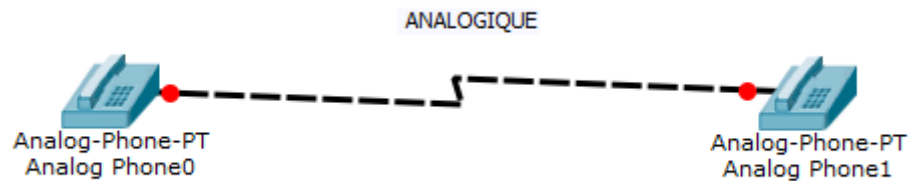
```
....
```

```
ppp authentication pap chap callin
ppp chap hostname bk219486@SKYNET
ppp chap password 7 070C2E5F43060A5C4E
ppp pap sent-username bk219486@SKYNET password 7 1511041F0925387D71
ppp ipcp dns request
ppp ipcp wins request
!
```

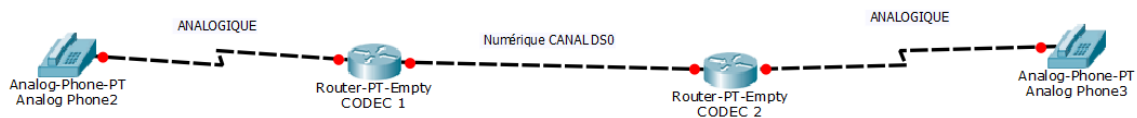
Interface Dialer1 designe l'interface ADSL

La commande PPP permet les paramètres de la configuration PPP

Complement évolution téléphonie



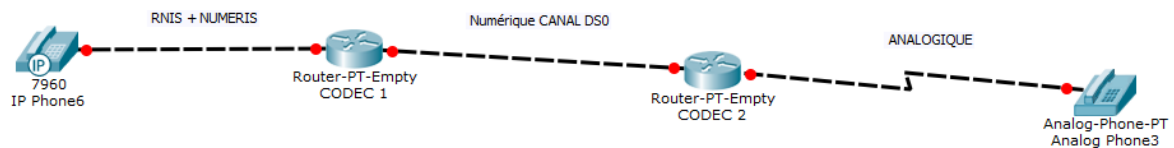
Au départ la connexion entre deux téléphones fixe était analogique ce qui avait l'avantage d'une grande portée . La bande passante du téléphone classique étant de 4 KHz



Fin des année 70, on décide de numériser le réseau interne de l'opérateur de téléphonie. Résultat des codecs sont installés au niveau du central téléphonique qui prélèvent 8000 échantillons de 8 bits par sec soit $8 \text{ KHZ} * 8 = 64000 \text{ bit/s}$. C'est le canal DS0.

https://fr.wikipedia.org/wiki/Hi%C3%A9rarchie_num%C3%A9rique_pl%C3%A9siochrone

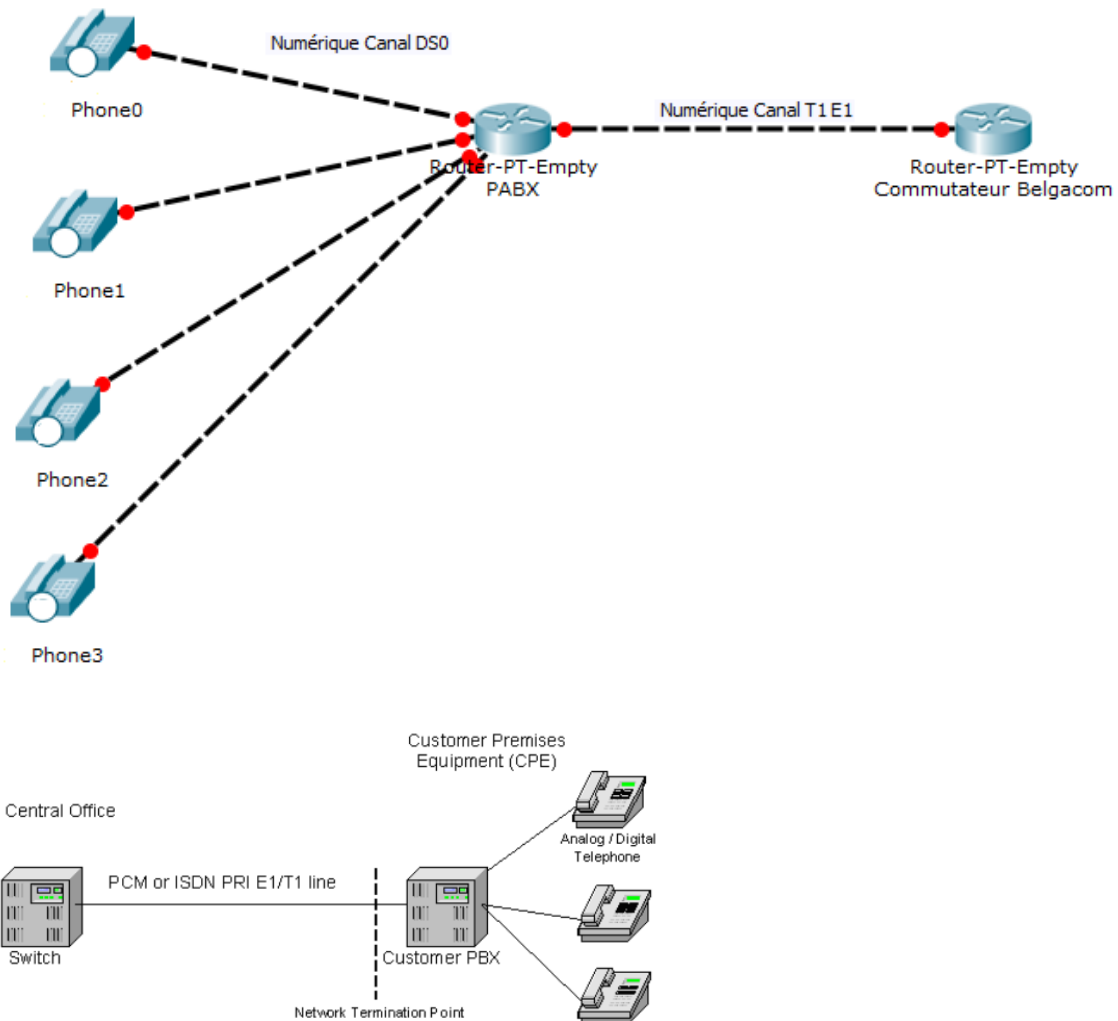
<https://fr.wikipedia.org/wiki/T-carrier>



Pendant les années 80 , l'utilisateur pouvait aussi avoir un canal numérique à domicile. C'était le l'offre RNIS , appelée numéris par France télécom. L'utilisateur recevait deux canaux B de 64K . Il était possible aussi de monter dans son PC fixe un adaptateur RNIS pour la connexion internet. Exemple de produit : AVM FRITZ!Card PCI - adaptateur de terminal RNIS – ISDN.

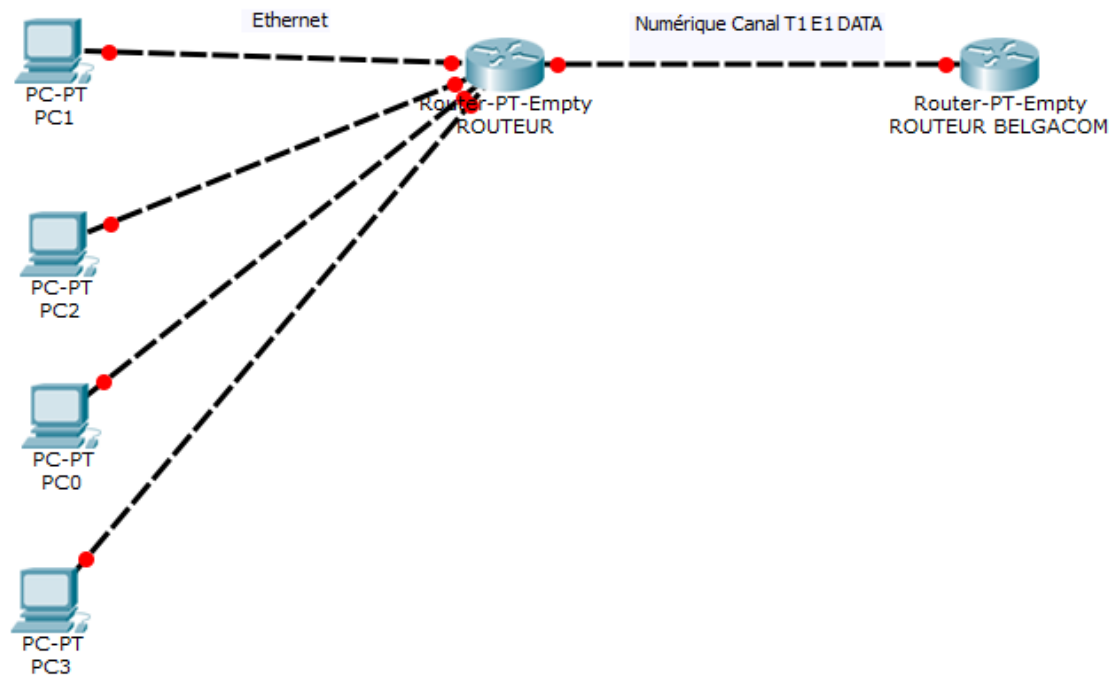
https://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9seau_num%C3%A9rique_%C3%A0_int%C3%A9gration_de_services

<https://www.commentcamarche.com/contents/1117-numeris>

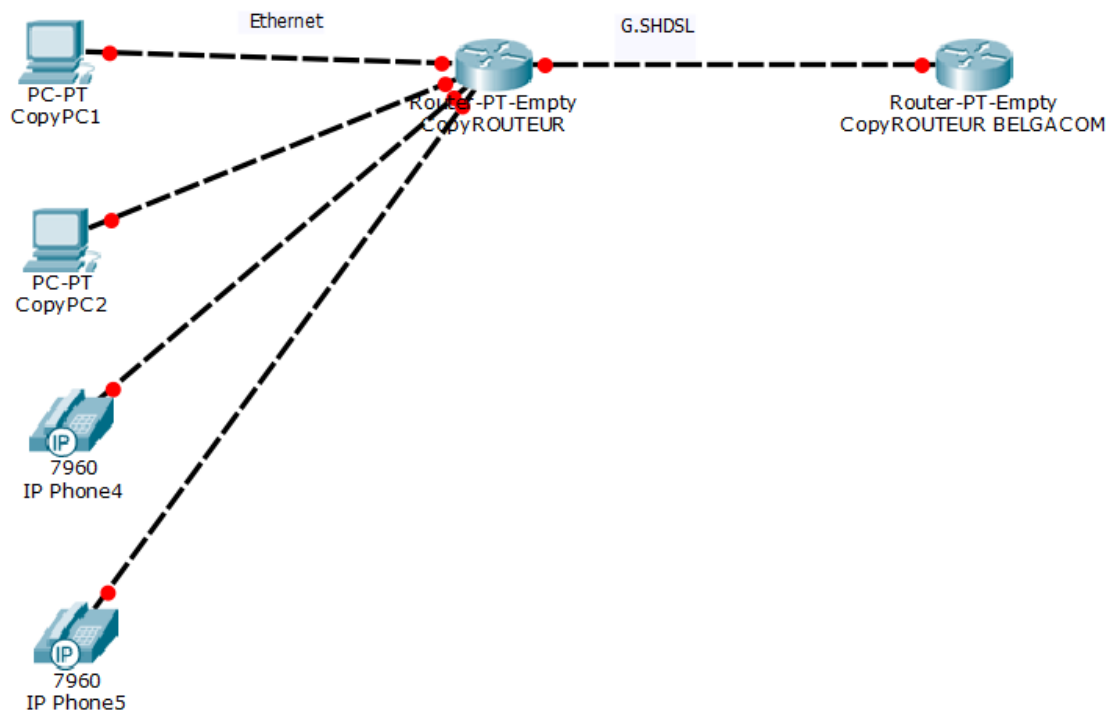


Dans une entreprise dans les années 70, 80 chaque employé devait avoir son téléphone. Or impossible pour Belgacom de tirer une paire torsadée pour chaque employé de son commutateur vers l'entreprise. Une seule paire torsadée était tirée vers l'entreprise sur laquelle on plaçait une ligne T1 /E1 qui pouvait véhiculer simultanément 24 canaux DS0 .

<https://fr.wikipedia.org/wiki/T-carrier>
[T1 E1 Interfaces Overview.pdf](#)



On remplace les téléphones par des PCS , le PABX par un routeur et la Ligne T1/E1 est employée maintenant pour transporter les données.



L'arrivée des téléphone IP a permit d'utiliser la liaison de donnée pour les communications téléphoniques et donc de se passer de l'abonnement de téléphonie classique et du PABX associé

Bibliographie

Ouvrages

- Site O'Reilly Safari
- Les réseaux Edition 2005, Pujolle, Edition 2005
- Computer Networks : Andrew S. Tanenbaum, Prentice Hall International Edition
- Réseaux : Andrew Tanenbaum , InterEditions.
- 802.11 Réseaux sans fil, Matthew Gast, O'Reilly.
- TCP/IP : Karanjit S. Siyan, S&SM.
- Pratique des réseaux d'entreprise : Jean-Luc Montagnier, Eyrolles.
- Cisco TCP/IP : Chris Lewis, Mc Graw Hill
- Réseaux, Tony Bastiannelli, ASBL DEFI.
- Les réseaux, Pujolle, Eyrolles.
- TCP/IP, Addison-Wesley, K. Washburn & J.T Evans.
- TCP/IP, Michel Beaulen, ASBL DEFI.
- TCP/IP MCSE : Emmett Dulaney, Sherwood Lawrence..., S&SM
- Guide pratique des réseaux Ethernet, Charles E. Spurgeon, vuibert
- TCP/IP Illustrated Volume 2 ; Gary R. Wright, W. Richard Stevens.

Encyclopédies

- Encyclopédie Universalis.

Revues

- PC Expert.
- Linux magazine.
- Linux pratique.

Remerciements

William Gatoyé

Fibre optique : <http://geeko.lesoir.be/2014/06/06/belgacom-souhaite-accelerer-ladoption-de-sa-fibre-optique-au-sein-des-entreprises/>
<http://datanews.levif.be/ict/actualite/a-partir-de-janvier-jusqu-a-70-mbps-sur-le-reseau-belgacom/article-4000431707385.htm>

http://www.belgacomwholesale.be/wholesale/gallery/content/documents/OA12_0815_OUT_annexe.pdf

Adresse IP ; <http://whatismyipaddress.com/>

<http://geeko.lesoir.be/2014/02/19/belgacom-pousse-ses-lignes-cuivrees-a-70mbps-grace-a-la-vectorisation/>

<http://www.clubic.com/reseau-informatique/wi-fi/actualite-805610-wifi-1024-qam-2167-mbps-supplante-ethernet.html>

RESEAUX ET PROGRAMMATION RESEAUX	1
TOME 21 LA COUCHE HOTE RESEAU CONNEXIONS POINT A POINT	1
Liste complète des notes.....	2
La couche Hôte Réseau dans les connexions point à point	3
Définition	3
Les Couches Hôte – Réseau Typiques	3
Caractéristiques de la couche physique dans les réseaux point à point.....	3
La notion de bande passante.....	3
La transmission digitale vs Analogique.....	4
La transmission en mode de base	5
La transmission en analogique	6
La définition du modem	6
Représentation d'un signal électrique.....	6
La modulation d'amplitude	6
La modulation de fréquence	6
La modulation de phase	6
La définition du baud.....	6
La porteuse	7
Signal sur bruit	7
Constellation diagram.....	7
Les normes de modem normalisé	8
Mécanismes implémentés par une couche Liaison dans les réseaux points à points.....	9
La notion de trame.....	9
Remarques générales	9
Les types de découpages en trame	9
Le champ type de protocole	9
Le service orienté connexion.....	10
La correction d'erreurs.....	10
Le contrôle de flux	10
Les codes détecteurs.....	11
Objectif.....	11
Algorithme de calcul de crc : La pratique.....	11
Utilisation dans un programme client / serveur	12
Présentation des normes PPP & HDLC	13
Les liaisons séries.....	13
Les types de réseaux de données physiques offert par les TELCOS	Erreur ! Signet non défini.
Les lignes physiques proposées par les telco :T1	14
Le Canal DS0	14
Le PABX	14
T1 pour les datas.....	15
Synchrone ou asynchrone.....	16
Les fonctionnalités communes de HDLC et PPP	17
Comparaisons de HDLC et PPP	17
Configuration CISCO d'une ligne HDLC	18
Fonctionnalités spécifiques à PPP	19
Liste des fonctionnalités de LCP	20
Détection d'une liaison en boucle.....	21
Détection d'erreur.....	21
Authentification sur les liaisons WAN.....	21
Définition.....	21
Protocoles PAP et CHAP	22
Connexion entre deux routeurs avec IP configure sur les deux routeurs sans chap.....	23
Connexion entre deux routeurs avec IP configure sur les deux routeurs Avec Chap	24
Configuration de router1	24

Configuration de router2	24
Les lignes ADSL/SDSL	26
Ses objectifs	26
Les normes Hauts débits pour l'entreprise.....	26
Le Normes E1/T1 à base de codage AMI.....	26
HDSL -- High data rate Digital Subscriber Line	27
SDSL	27
G.SHDSL qui en Europe s' appelle aussi sdsl	27
Les variantes DSL	27
Les normes DSL.....	28
La norme ADSL	29
Le vocabulaire du technicien ADSL	30
Causes de réduction de performances de la ligne ADSL.....	31
La norme ADSL 2.....	33
La norme ADSL 2+.....	33
La norme ADSL2-RE.....	33
RADSL.....	34
VDSL	34
VDSL2	34
Les protocoles de niveau 2 utilisé avec les lignes XDSL	35
PPP over Ethernet (PPPoE)	35
Définition et objectifs	35
Présentation de l'architecture PPPOE.....	35
La pile de protocole pppoe.....	36
Les phases d'une connexion PPPoE	37
Discovery phase.....	37
Structures de données de la Discovery Phase	38
PPP Session phase (LCP/IPCP).....	39
L'encapsulation des trames PPPoE	39
PPP over ATM	41
Présentation	41
Le processus d'encapsulation.....	41
Les versions.....	41
VCMultiplexed PPP over AAL5	41
LLC Encapsulated PPP over AAL5	42
Le futur du niveau 2 ADSL.....	43
Les types de modem adsl et leurs connexions respectives	44
Présentation	44
Modem passif : Accès réseau à distance via connexion USB.....	45
Modem Semi-intelligent : Le client pppoe	46
Accès réseau à distance via vpn.....	47
Les modems intelligents ou modem routeur.....	48
Les types de modem vdsl et leurs connexions respectives	51
Quelques autres protocoles de niveau 2	52
Annexe.....	53
PPP sous linux pour modem adsl usb pppoa	53
Remarques préliminaires	53
Les paramètres de la connexion.....	53
PPP vers un provider sous CISCO	55
Paramétrage d'un routeur Cisco connecté à un routeur d'un ISP (belgacom)	55
Bibliographie	59
Ouvrages	59
Encyclopédies.....	59
Revue	59