

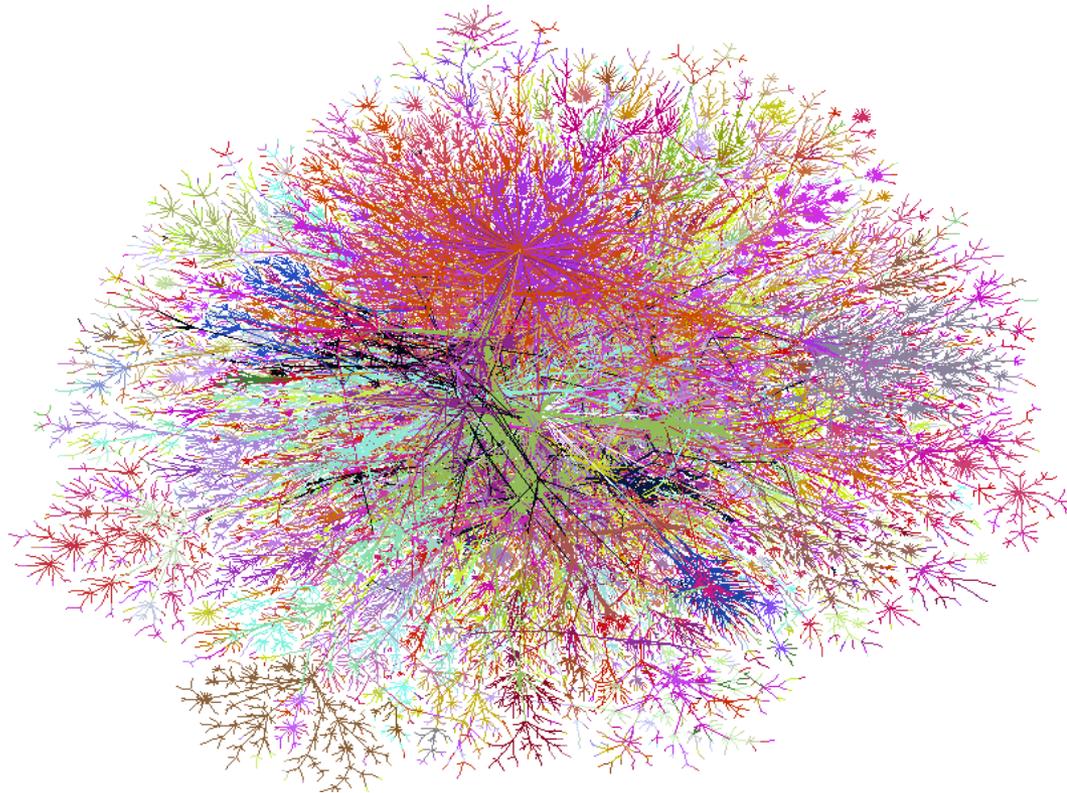
Internet

Intranet

ADSL

# Principe du routage

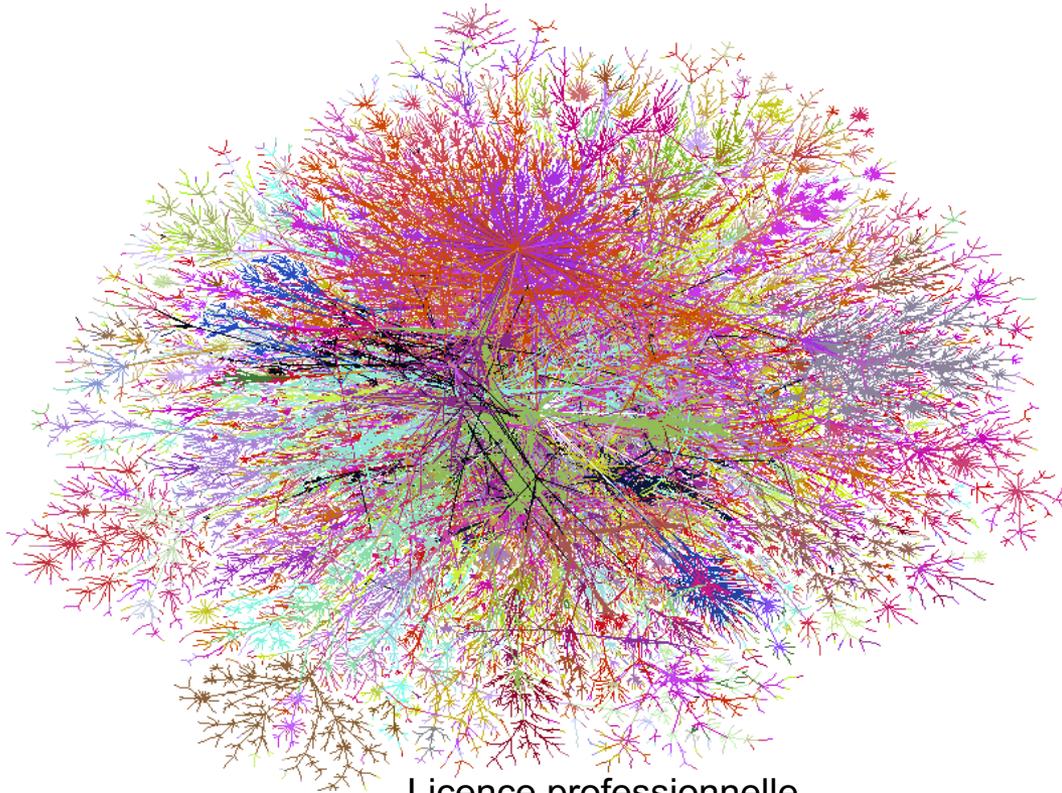
L'acheminement des paquets vers un destinataire dans un réseau maillé est réalisé par un procédé appelé routage



# Principe du routage

A chaque noeud correspond un routeur contenant une table et mettant en place des algorithmes permettant l'acheminement des paquets dans Internet et éventuellement la mise a jour des tables automatiquement.

Les nœuds routent du mieux qu'ils peuvent (best effort d'IP);

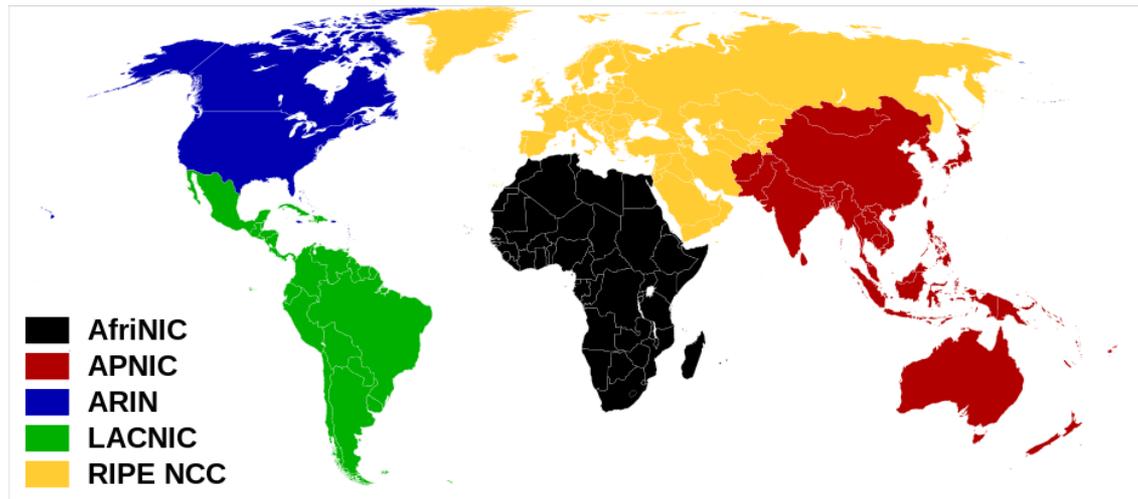


# Gouvernance Internet

- IANA *Internet Assigned Numbers Authority* (**IANA**)
- Gere:
  - Racine du DNS
  - Adresses IP
  - Numéro d'AS (autonomous system)
  - RIR (*Registre Internet régional*)
- IETF (**Internet Engineering Task Force**)
- Promotion et specification des protocols

# Gouvernance Internet

- RIR (register internet regional)
  - Organisme qui alloue les adresses, en france->AFNIC



# Autonomous System

## ➤ Découpage d'Internet en systèmes autonomes

- IETF document, RFC 4271
- Identifiés par id sur 16 bits

## ➤ Id fournis par IANA (*Internet Assigned Numbers Authority* )

- organisation dont le rôle est la gestion de l'espace d'adressage [IP](#) d'[Internet](#), et des autres ressources partagées de numérotation requises soit par les protocoles de communication sur Internet, soit pour l'interconnexion de réseaux à Internet. (wiki)

## ➤ Concept de «**Système Autonome**» (AS) :

- Domaine de routage (réseaux + routeurs) sous la responsabilité d'une autorité unique.
- Architecture de routage indépendante des autres systèmes autonomes
- correspond à un découpage de l'Internet.
- Un AS est identifié par un numéro unique (16 Bits) attribué par le NIC.
- Assignés par [Internet Assigned Numbers Authority](#) (IANA)

# Autonomous System

- Tous les routeurs d'un AS sont interconnectés:
  - 2 réseaux locaux d'une même société nécessitant un autre AS pour communiquer (non directement connectés) ne peuvent constituer un AS unique.
- Les routeurs d'un AS échangent les informations de routage:
  - un routeur dans un AS est dit ***internal gateway***
  - Le protocole de routage entre internal gateway est appelé ***Interior gateway Protocol***
  - Exemple de IGP's: RIP, OSPF, IGRP.

# Autonomous System

- Des routeurs spéciaux appelés **exterior gateway** permettent d'échanger des informations entre AS.

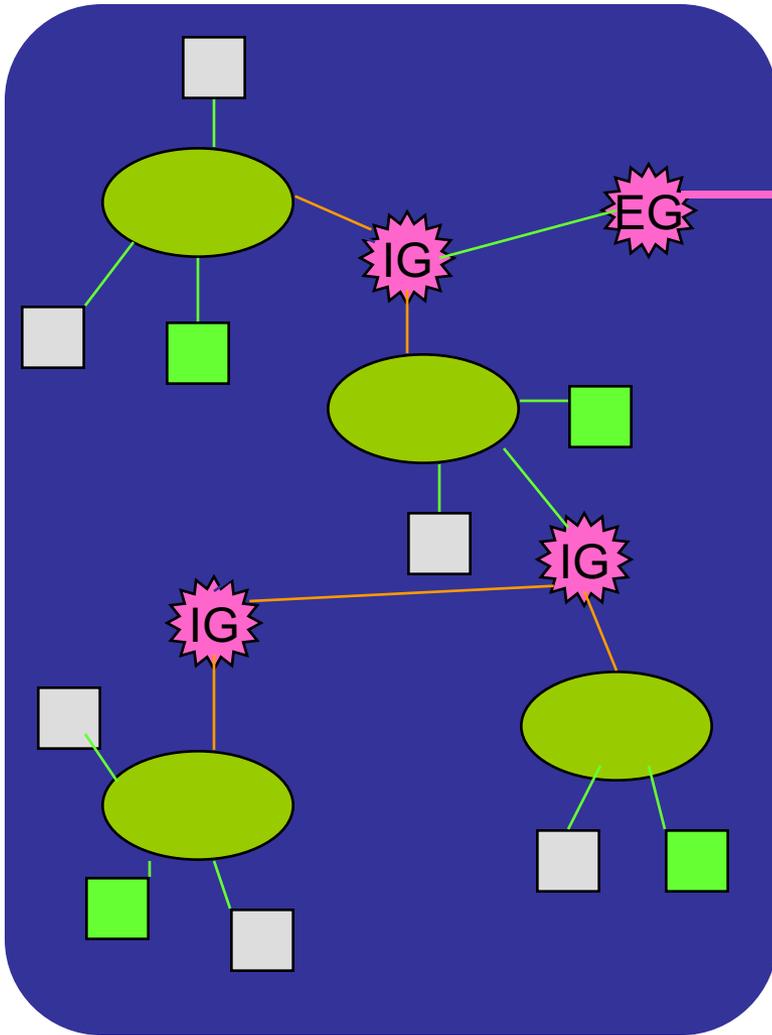
Ex: découvrir des réseaux externes a l'AS

- EGP (**External Gateway Protocol**) a pour fonction l'échange d'information sur la connectivité entre AS's.

Cette information exprime un ensemble de réseaux connectés.

Exemple d'EGP's: EGP, BGP (border gateway protocol, collaboration Cisco/IBM)

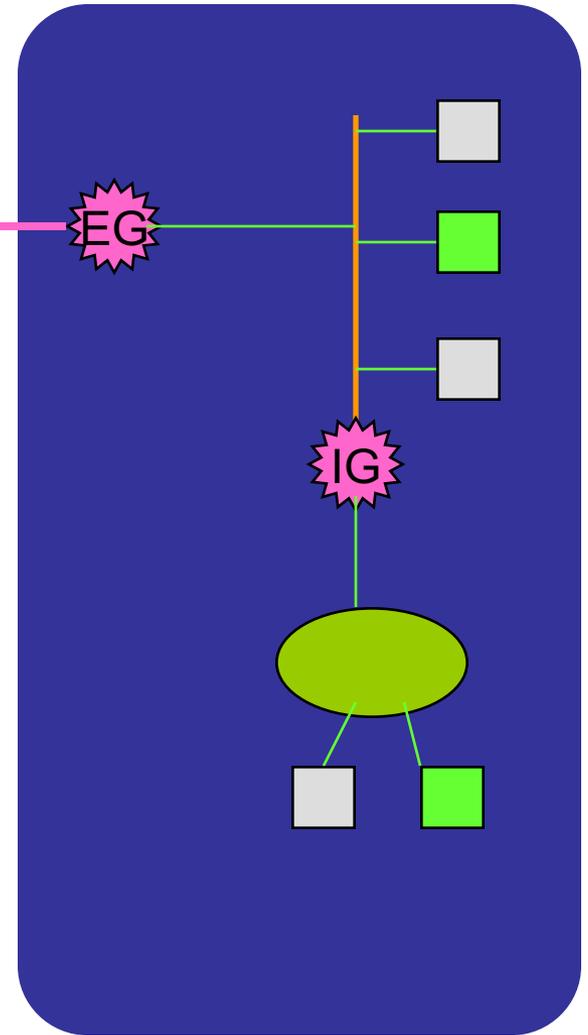
# Autonomous System



**AS 1**

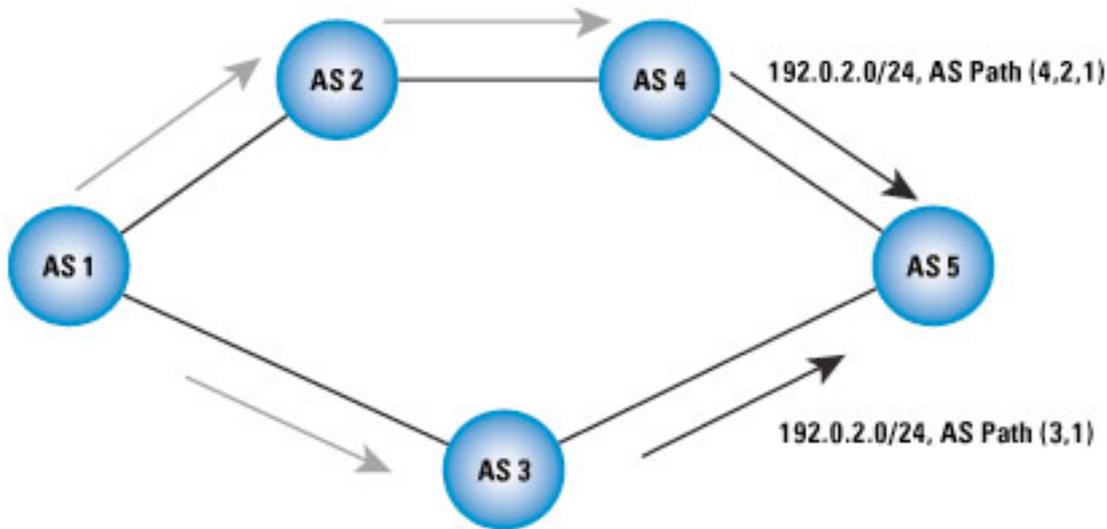
Resp. S. Salva

Licence professionnelle

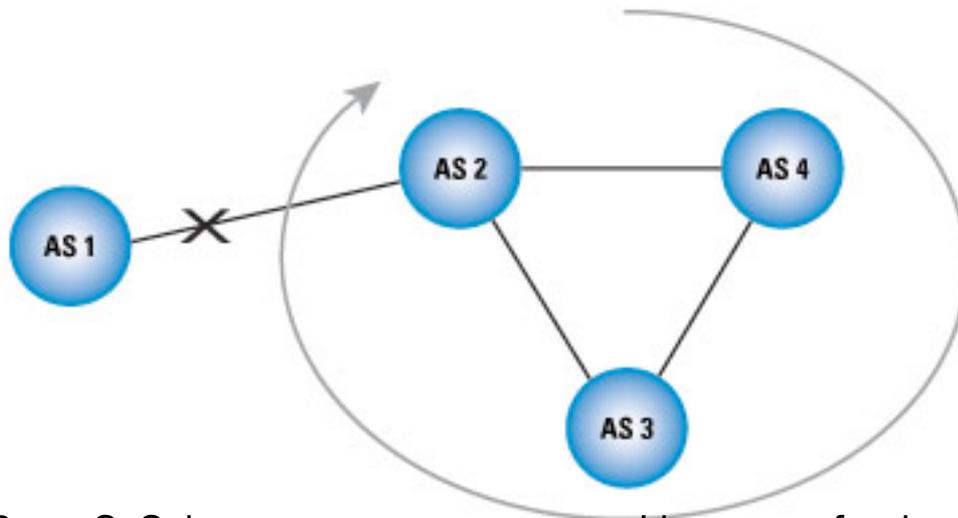


**AS 2**

# Autonomous System



Mise en place des routes (vecteur distance)



Possibilité de création de boucles !

# AS vs . Nom de domaine

Un **nom de domaine** = identifiant de domaine internet.

Identifie un réseau hébergeant des machines ayant une relation commune

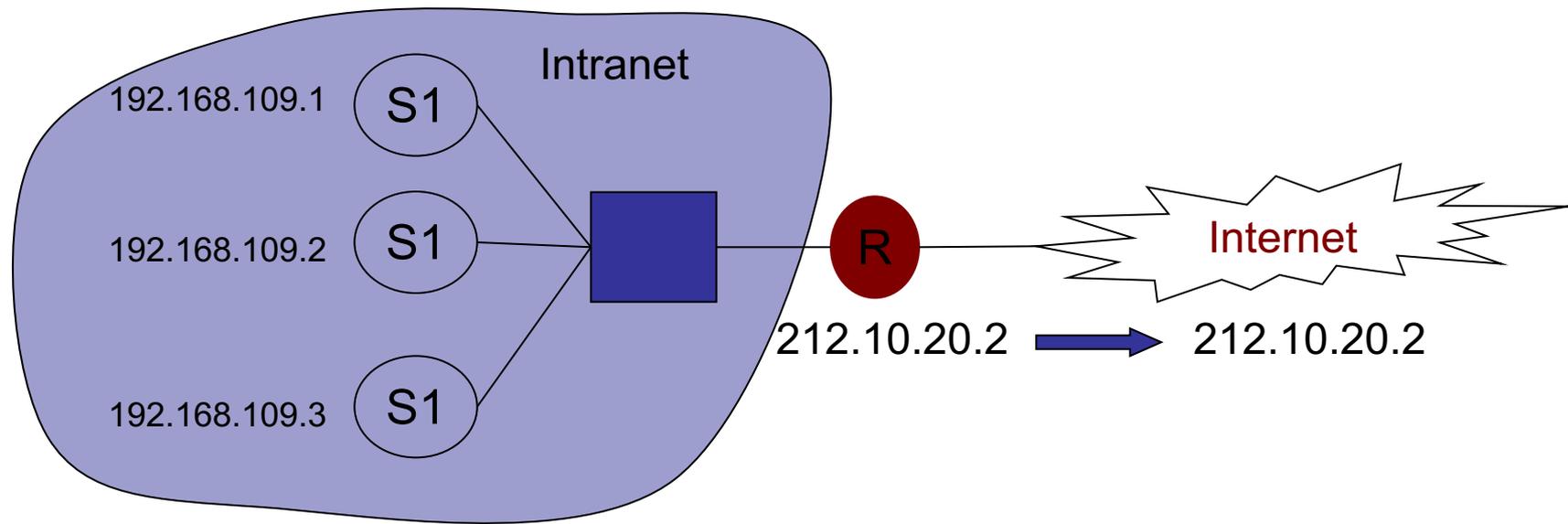
Facilite la mémorisation de nom de sites (surtout en IPV6 !)

Nom de domaine français enregistrés par AFNIC en france (gere la racine .fr)

# Les réseaux

## Technologies IP

### IP dans les entreprises



Le parc de l'entreprise est appelé un intranet

Les stations ont des adresses IP locales, non routables

Connexion à Internet par une passerelle (généralement un routeur)

Les entreprises possèdent 1 ou pl adresses IP pour aller sur Internet

=> NAT

# Configuration IP

## Découpage de l'intranet en pl. réseaux virtuels:

utilisation de Vlan (réseaux virtuels configurés par des switches)

Utilisation de sous-réseaux

## L'adresse IP des stations peut être configurée automatiquement

par le protocole DHCP (serveurs DHCP)

serveur DHCP fournit les adresses IP aux stations

DHCP statique=> attribution d'une adresse IP précise (toujours la même) à une adresse MAC donnée

## Utilisation d'un parefeu hardware ou logiciel

souvent, mise en place d'une DMZ (zone démilitarisée), un ou pl. serveurs sont sortis de la zone sécurisée (ne sont pas gérés par parefeu)

# Configuration IP

## Utilisation d'un proxy

gestion d'un cache de page  
de règles d'accès

## Utilisation d'un VPN

connexion authentifiée et généralement sécurisée à l'intranet de l'entreprise depuis l'extérieur

# Les Vlan

- Découpage d'un réseau non pas au niveau 3 comme les sous-R mais en niveau 2
- Configuration sur routeur ou switch
- Chaque vlan est identifié par une étiquette.
- Configuration avec 2 protocoles
  - protocole [IEEE 802.1Q](#) => ajout d'une étiquette à l'en-tête du paquet Ethernet, la marquant comme appartenant à un certain VLAN
  - ISL de cisco (propriétaire)
- Découpage par pl. types: protocole, par port du switch, par sous-R,...

# Les firewall

➤ Un pare-feu (firewall en anglais), est un système qui permet de protéger un réseau local d'intrusions de personnes en provenance d'Internet.  
système permettant de bloquer des [ports](#) et des adresses IP, c'est-à-dire en interdire l'accès aux personnes provenant de l'extérieur

## ➤ Fonctionnement de base :

Filtrage des paquet: analyse de l'entête des paquets TCP (UDP) et de l'entête du paquet IP

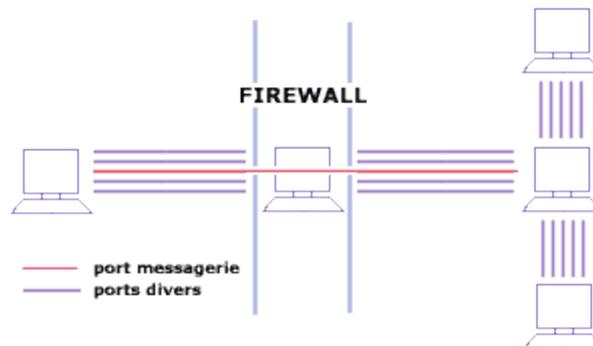
Filtre suivant :

L'adresse IP de la machine émettrice

L'adresse IP de la machine réceptrice

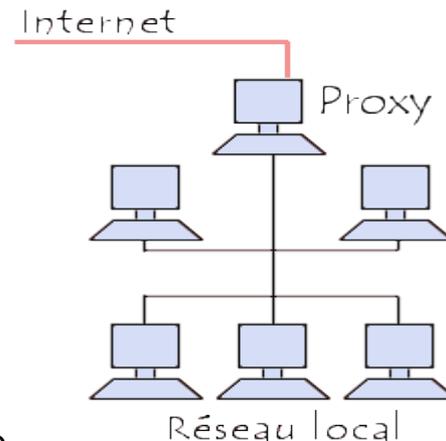
Le protocole ([TCP](#), [UDP](#), ICMP, ARP, ...)

Le numéro de [port](#)



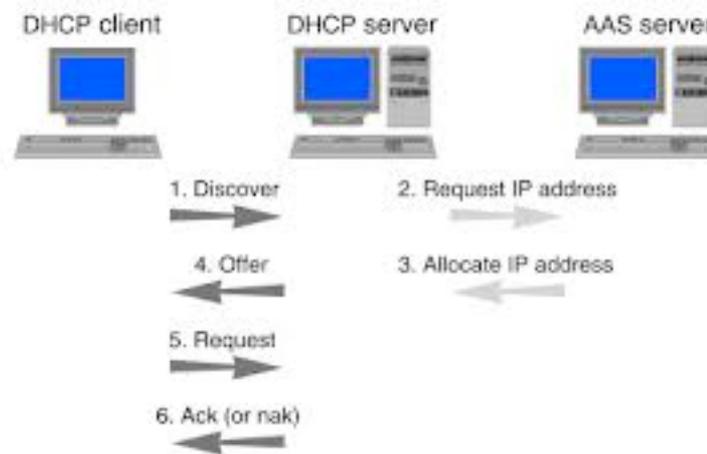
# Les Proxy

- Un proxy est une machine intermédiaire entre 2 stations qui peut modifier les données protocolaires (entêtes)
- Il est utilisé principalement aujourd'hui pour
  - permettre aux ordinateurs du [LAN](#) d'accéder à Internet par son intermédiaire (masquerading),
  - servir de cache, c'est-à-dire garder en mémoire les pages les plus souvent visitées pour pouvoir les fournir plus rapidement, on l'appelle alors serveur proxy-cache. Lorsque l'on demande une page html a un navigateur, le navigateur interroge d'abord le proxy
- Un proxy peut automatiquement mettre a jour son cache
- Il peut aussi interdire l'accès à certains site (~firewall niveau 7)
- jouer le rôle de firewall



# Serveurs DHCP

- Serveur qui fournit des adresses IP suivant une plage configurée



- DHCP statique
- Pour une adresse MAC donnée <-> toujours la même adresse IP

➤ Très utile pour les stations hébergeant des services (serveurs Web, BD, etc.) car ces serveurs gardent la même adresse dans le temps

➤ Permet de faire des règles de NAT qui ne changent pas

# VPN (virtual private network)

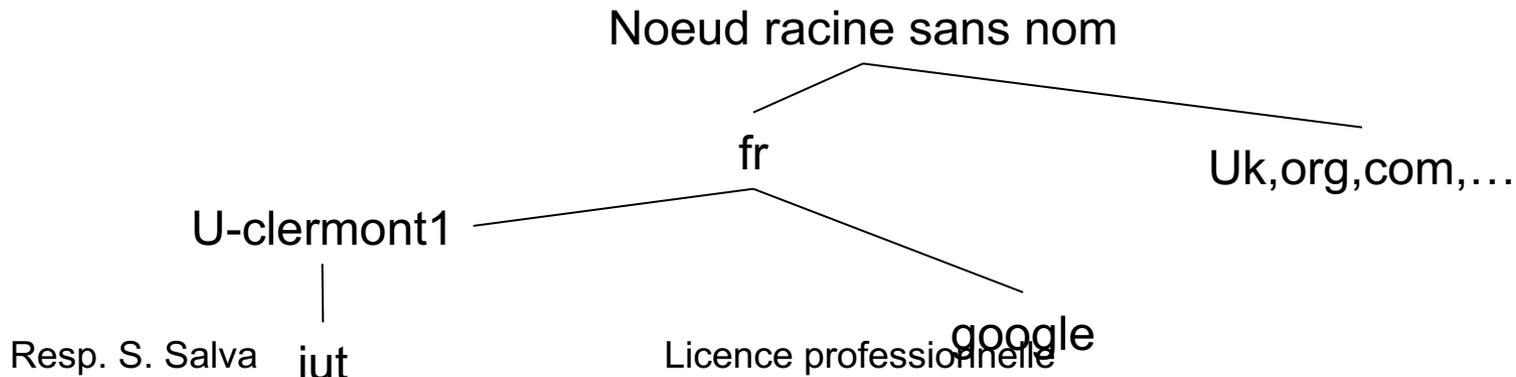
- Un VPN d'entreprise est créé en mettant en place une connexion virtuelle point à point entre une station extérieure et un serveur de l'intranet.
  - La connexion virtuelle se fait généralement via un protocole dit de tunneling (ex: PPP, IPSec) entre le client VPN et le serveur VPN dans l'entreprise.
  - Une authentification est demandée
  - Le trafic est généralement chiffré
  - La station prend une IP disponible de l'intranet fournie par le serveur VPN (adresse virtuelle)

# VPN (virtual private network)

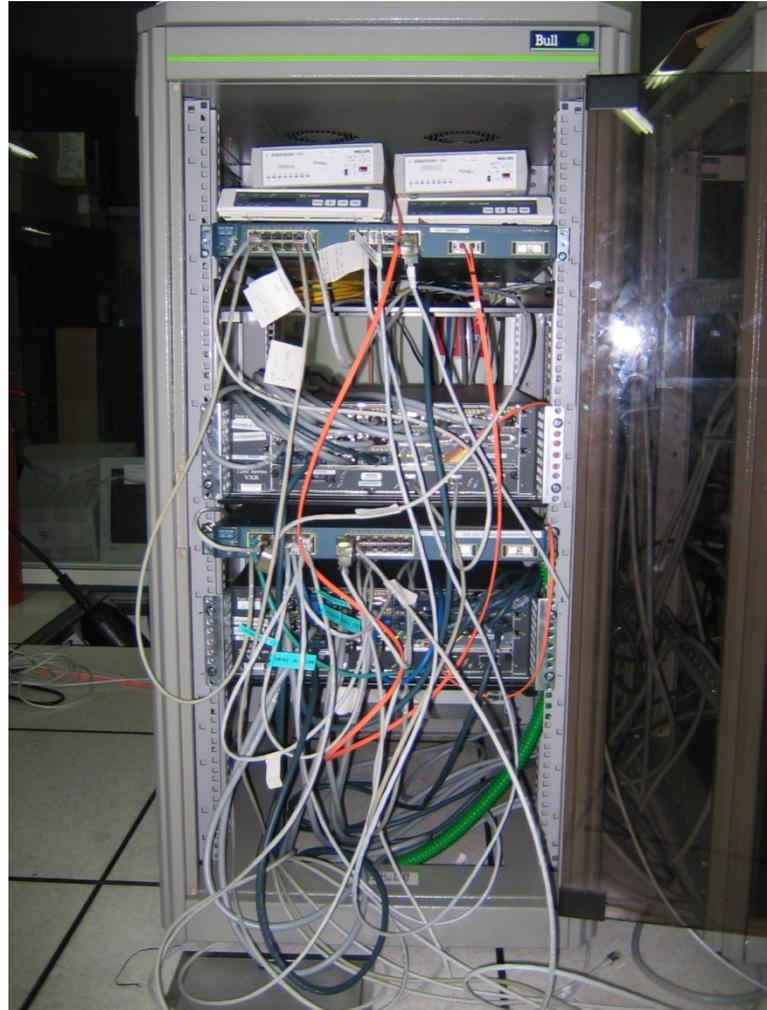
- Authentification
  - Par certificats
  - Login/mdp
  - Clés privées partagées entre utilisateur
  - Un mix de ce qui précède
- Exemple de protocole de chiffrement et de tunneling
  - PPTP (basé sur PPP)
  - L2TP
  - Ipsec
  - SSL/TLS
- VPN d'entreprise <> hidemyass.com <> darknet (Tor)
- Exemples: openVPN,

# DNS Correspondance IP - Nom station

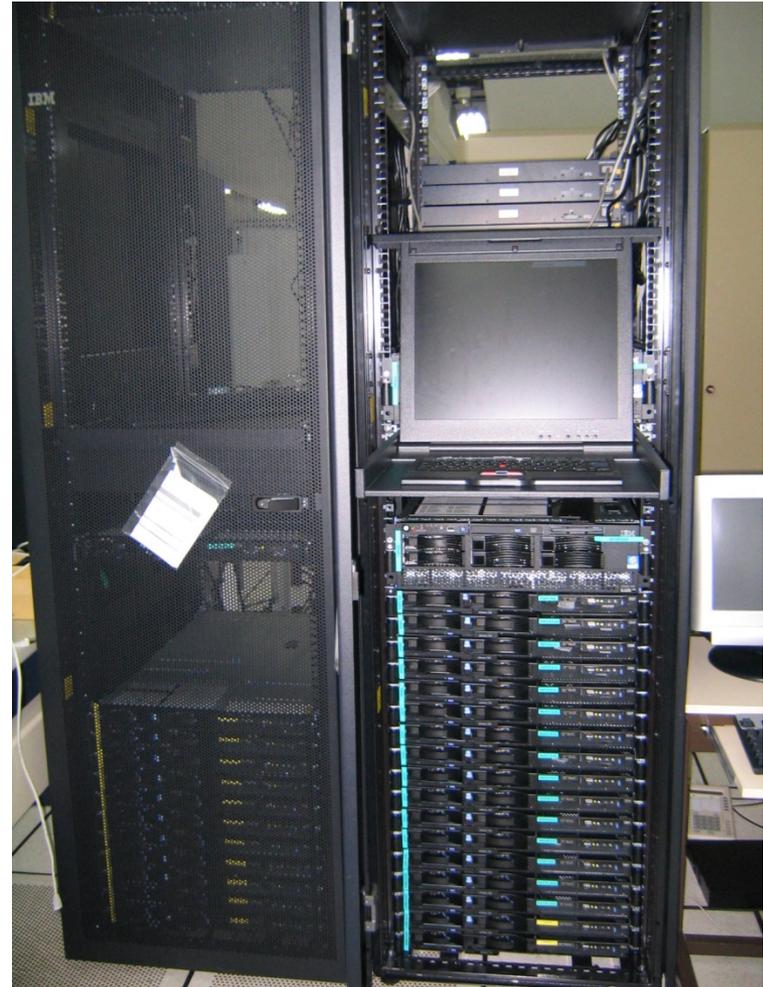
- Stations sur Internet sont nommées
  - plus simple d'utiliser un nom qu'un adresse IP
- Utilisation de caches sur les stations (/etc/hosts)
  - possible sur un réseau local
- Utilisation de Serveurs de noms DNS (Domain name server)
  - 1 serveur / domaine
  - serveurs hiérarchisés en arbre
  - serveurs permettent de retrouver l'ad IP d'une station par son nom



# Arrivée réseau entreprise



# réseau entreprise



# La NAT statique

Dans un intranet, les stations utilisent des classes d'adresse IP non routable (qui ne peuvent être utilisées avec internet) ex: 192.168.4.2

Besoin de remplacer les adresses non routables par des routables (logique !)

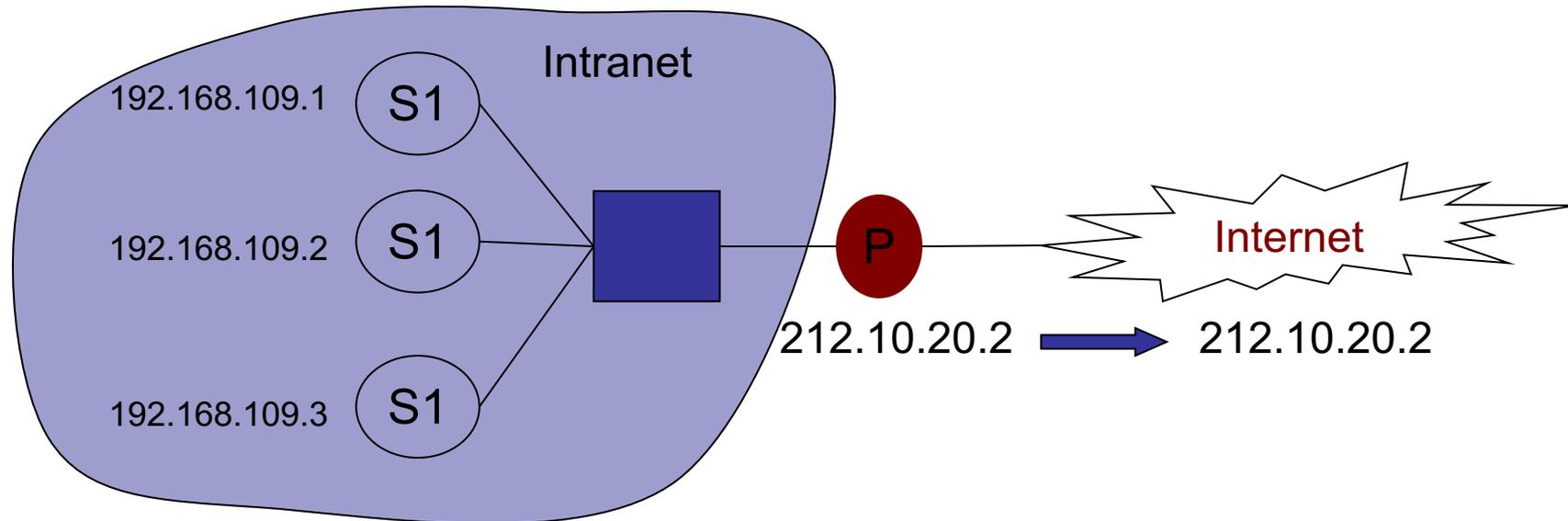
⇒ NAT (network translation address)

La NAT statique = association de n adresses avec n adresses.

C'est à dire qu'à une adresse IP interne, on associe une adresse IP externe.

Rôle du routeur: remplacer l'adresse de la station du réseau par une adresse externe (publique)

# L IP masquerading (NAT dynamique)



1 seule adresse est disponible pour envoyer des paquets IP vers Internet (ex: adsl)

Pb: Si plusieurs stations appartiennent sur le réseau local, comment les différencier ?

=> Utilisation de NAT dynamique (Network Address Translator) = IP masquerading

# L IP masquerading (NAT dynamique)

- Translation automatique de l'adresse IP station du réseau avec adresse IP Passerelle (routeur, proxy) et translation du port (PAT port address translation)
- La translation du port permet de différencier les stations qui utilisent la même adresse IP Passerelle

## Fonctionnement (NAT+PAT):

### Envoi de paquets vers Internet:

- La passerelle
1. récupère l'adresse+port\_origine de la station
  2. échange l'adresse+port par son adresse IP + autre\_port choisi par la passerelle
- (lien sauvegardé)

Resp. S. Salva IP+port origine  IP routeur + port choisi

# L IP masquerading (NAT dynamique)

**Lorsque des paquets arrive à la passerelle en destination d'une station**

La passerelle change l'adresse IP + port par l'adresse de la station + port\_origine

Le paquet est ensuite envoyé vers le réseau local

Pour ce type d'accès, c'est automatique, pas besoin d'administrer quoique ce soit.

Alors pourquoi faire des règles de NAT ?

# L IP masquerading (NAT dynamique)

- Si des serveurs de l'intranet doivent être accessibles depuis Internet il faut spécifier des règles de NAT pour chacun (serveurs HTTP, SSH, emule ?,...):
- Ex: serveur Web d'adresse 192.168.1.3  
⇒ il faut spécifier une règle indiquant à la Passerelle que dès qu'un paquet TCP/IP avec comme port source 80 est reçu, il faut le rediriger vers le serveur web 192.168.1.3 avec le port 80
- Règle à écrire : (port source)80 (port destination) 80 (destination) 192.168.1.3
- Si les ports sont identiques on dit qu'il s'agit de *port forwarding* sinon *port mapping*

# L IP masquerading (NAT dynamique)

•Exemple:

The screenshot shows the configuration interface for a Linksys ADSL Gateway (WAG54G-XV, Firmware Version: 1.00.6). The page is titled "Applications & Gaming" and has several tabs: Setup, Security, Access Restrictions, Applications & Gaming, Administration, and Status. Under the "Applications & Gaming" tab, there are sub-tabs for "Single Port Forwarding", "Port Range Forwarding", "Port Triggering", and "DMZ". The "Single Port Forwarding" sub-tab is selected and circled in red.

On the left side, there is a sidebar with the following text:

- Port Forwarding : redirection de port.
- application = nom de votre redirection
- External port = port de votre pc
- Internal port = port du routeur
- Protocol = Protocole utilisé (tcp, udp, both)
- Ip adress = ip du pc concerné
- Enabled = activé

The main content area displays a table of port forwarding rules:

Application	External Port	Internal Port	Protocol	IP Address	Enabled
FTP	21	21	TCP	192.168.1.0	<input type="checkbox"/>
Telnet	23	23	TCP	192.168.1.0	<input type="checkbox"/>
SMTP	25	25	TCP	192.168.1.0	<input type="checkbox"/>
DNS	53	53	UDP	192.168.1.0	<input type="checkbox"/>
TFTP	69	69	UDP	192.168.1.0	<input type="checkbox"/>
finger	79	79	TCP	192.168.1.0	<input type="checkbox"/>
HTTP	80	80	TCP	192.168.1.0	<input type="checkbox"/>
POP3	110	110	TCP	192.168.1.0	<input type="checkbox"/>
NNTP	119	119	TCP	192.168.1.0	<input type="checkbox"/>
SNMP	161	161	UDP	192.168.1.0	<input type="checkbox"/>
msmsgs	36082	13095	UDP	192.168.1.3	<input checked="" type="checkbox"/>
msmsgs	8952	14729	TCP	192.168.1.3	<input checked="" type="checkbox"/>
	0	0	TCP	192.168.1.0	<input type="checkbox"/>
	0	0	TCP	192.168.1.0	<input type="checkbox"/>
	0	0	TCP	192.168.1.0	<input type="checkbox"/>

At the bottom of the page, there are buttons for "Save Settings" and "Cancel Changes", and the Cisco Systems logo.

# Le masquerading (NAT dynamique)

## ➤ **Avantages du masquerading:**

Accroît considérablement la longévité d'IPv4 si celui-ci est utilisé couramment

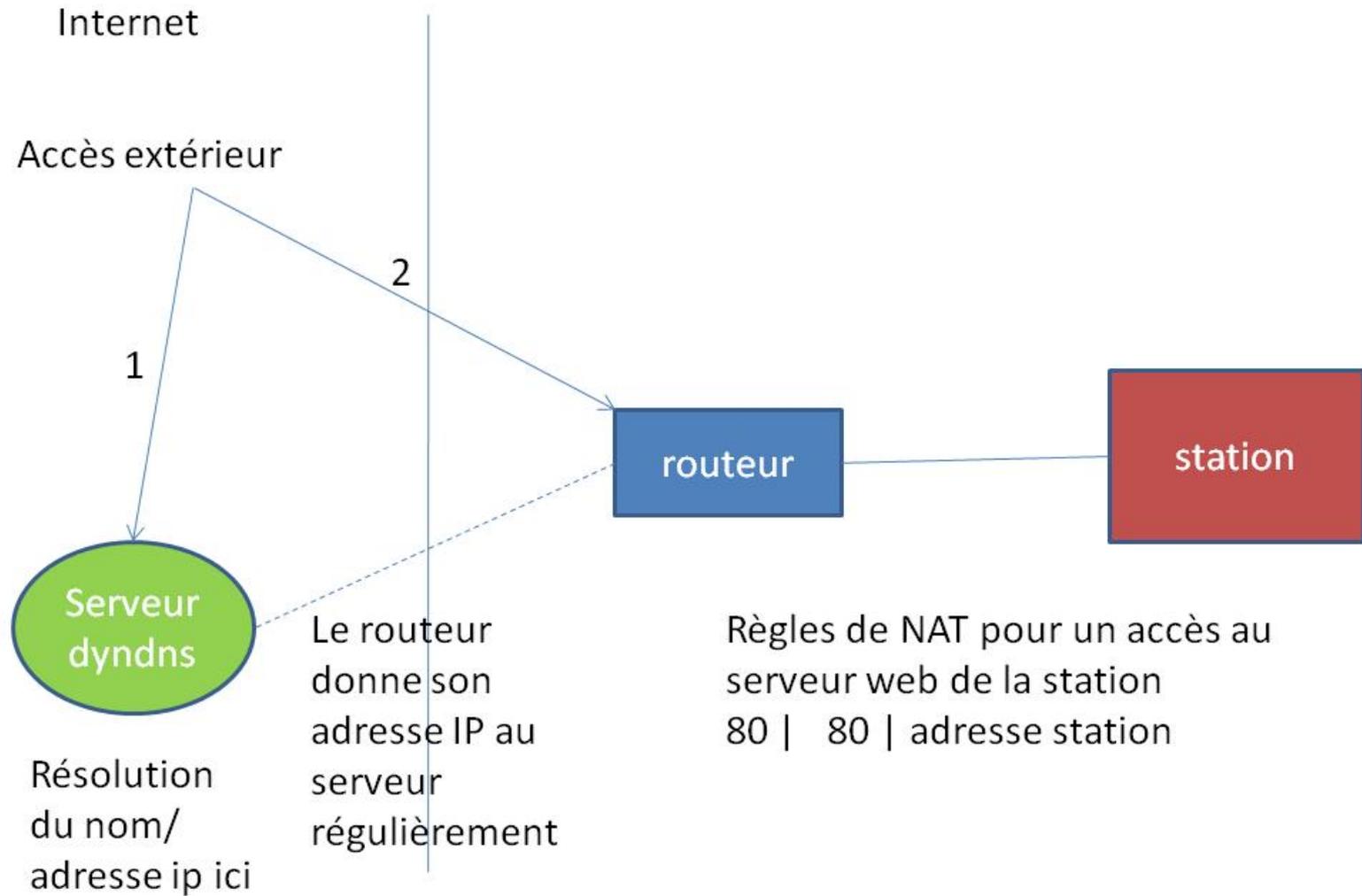
## ➤ **Inconvénients:**

Nécessite des passerelles (routeur) avec quantité de mémoire importante

Demande à ce que la passerelle manipule les couches 2 à 4 (au moins) => demande de nouveaux matériels

## ➤ **Nat Upnp (plug and play): pas de besoin de règle manuelle**

➤ Sans authentification sécurisée (99% des cas) rend très vulnérable votre intranet (tout s'ouvre seul)



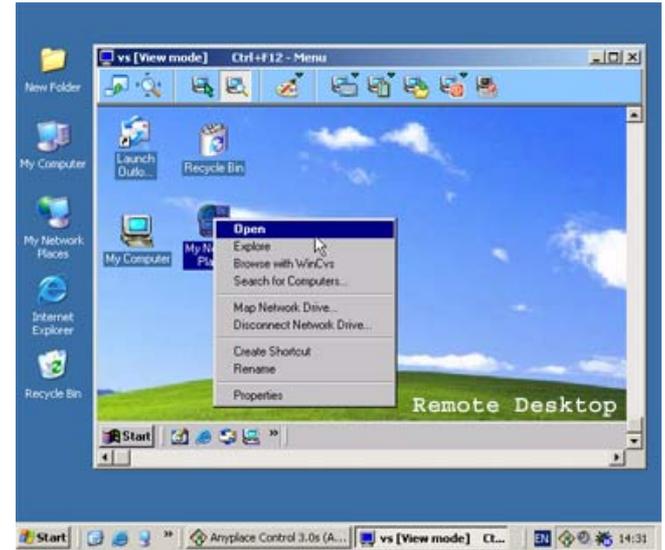
1. Accès au DNS pour récupérer l'adresse IP
2. Accès par l'IP, utilisation des règles de NAT pour

# Quelques outils d'accès

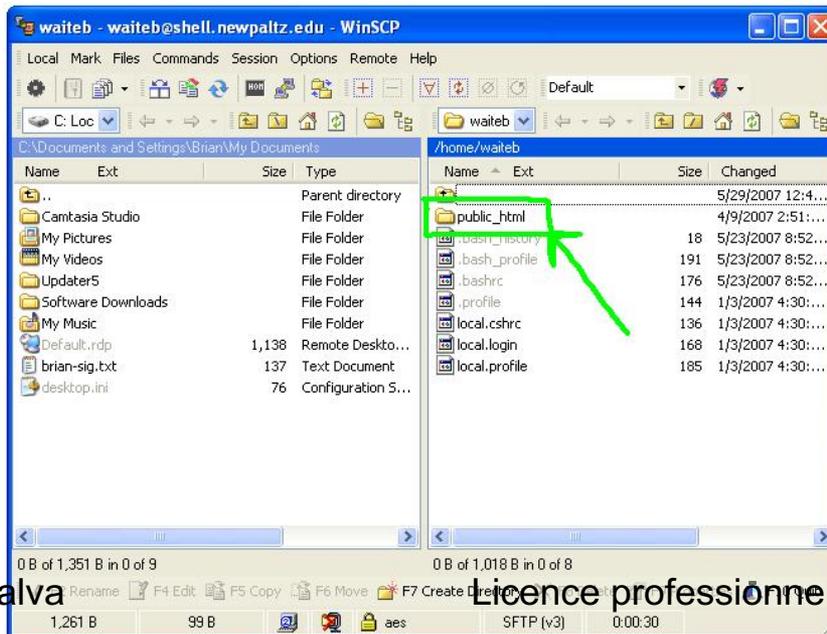
:

Serveurs ftp (vu)

UltraVNC, Teamviewer, etc.



WinScp



Resp. S. Salva Licence professionnelle

# Les technologies xDSL

ADSL Forum.

[Http://www.adsl.com/adsl\\_forum.html](http://www.adsl.com/adsl_forum.html)

FAQ

<http://www.adsl.com/faq.html>

*Rapport sur les technologies xDSL*

N. PHAM, M. LAOUIREM, P. COUSINEAU.

Etude bibliographique, cours réseaux, ENSEIRB E3, 1999.

*Les technologies xDSL*

P. GOOLD, F. TATIN.

Etude bibliographique, cours réseaux, ENSEIRB E3, 1999.

*Les réseaux de transmission de données*

P. Kadionik

Polycopié ENSEIRB

<http://www.adsl.com/>

# Technologies xDSL

- Utilisation du câblage réseau téléphonique classique sur paire torsadée (cuivre)

- voix : fréquence de 3.3 kHz
- passage des fréquences dans le MHz

⇒ Avec une fréquence plus élevée, on obtient un débit (très) supérieur mais la fréquence du signal est atténuée plus rapidement

- atténuation augmente avec la fréquence et la longueur

– DS1 (T1)	1.544 Mbps	5.5 km
– E1	2.048 Mbps	4.8 km
– DS2	6.312 Mbps	3.6 km
– E2	8.448 Mbps	2.7 km
– 1/4 STS1	12.960 Mbps	1.3 km
– 1/2 STS1	25.920 Mbps	0.9 km

- pour chacun de ces débits la distance abonné-réseau doit être respectée

# Technologies xDSL

## HDSL (High bit-rate DSL) :

technique de transmission *full duplex*

Offre un débit équivalent à l'accès primaire RNIS de types T1 (1544 kbit/s) et E1 (2048 kbit/s).

HDSL exploite en outre deux ou trois paires téléphoniques.

Distance maximale de 3.6 km

- 2 paires torsadées pour T1 (chaque paire à 1/2 vitesse)
- 3 paires torsadées pour T2 (chaque paire à 1/3 vitesse)
- Utilisation

connexion de PABX (autocom tel. Privé)

accès Internet (serveurs)

réseaux privés

# Technologies xDSL

## **SDSL (Symetric DSL ou Single line DSL) :**

version de HDSL utilisant une seule paire torsadée plus limitée en distance.

SDSL est tout à fait adapté à la visioconférence, aux travaux en groupe sur

LAN interconnectés et est une solution pour le remplacement des T1/E1.

- Débits 1.544 Mbs (T1) ou 2.0 48 Mbs (E1)
- une ligne supporte le service téléphonique et la transmission T1/E1
  - mode duplex
  - distance maximale de 3 km
- Utilisation
  - toute application nécessitant des accès symétriques

# Technologies xDSL

## **RADSL (Rate Adaptative DSL) :**

extension de la variante ADSL,  
capable d'adapter le débit du modem à des vitesses de replis, lorsque la qualité de transmission de la ligne se détériore.

Particularité de cette technique asymétrique = mettre en œuvre des mécanismes de replis permettant l'adaptation du débit aux ratés physiques intervenue sur le canal.

# Technologies xDSL

## **RE-ADSL (Reach Extended ADSL) :**

Extension du protocole ADSL pour optimiser les distances: couverture ADSL augmentée à 7 8 km. => permet la connections des 99% (dir France telecom)

Utilise la technologie ADSL mais la quantité d' énergie est augmentée pour renforcer les hautes fréquences.

Débit dans le meilleur des cas : 1Mbit/s en réception, en moyenne probablement 512kbit/s voire 128.

# ADSL, DSL Lite

G.Lite DSL, Norme ITU G922.2

## **une alternative au modem RTC traditionnel**

Version allégée de l'ADSL, surtout destinée aux accès rapides à Internet.  
Moins complexe à mettre en œuvre

Les débits de l'ADSL Lite sont sur le canal descendant de 1,5 Mbit/s (T1)  
et de 512 kbit/s sur le canal montant

Elle fonctionne à des débits inférieurs à ceux de son aîné  
(lesquels sont toutefois 25 fois plus élevés que ceux des modems V.90)

Plus de limitation de distance

Pas d'intervention chez l'abonné

Pas de pose d'un séparateur de fréquence (téléphone-ADSL) (filtre)

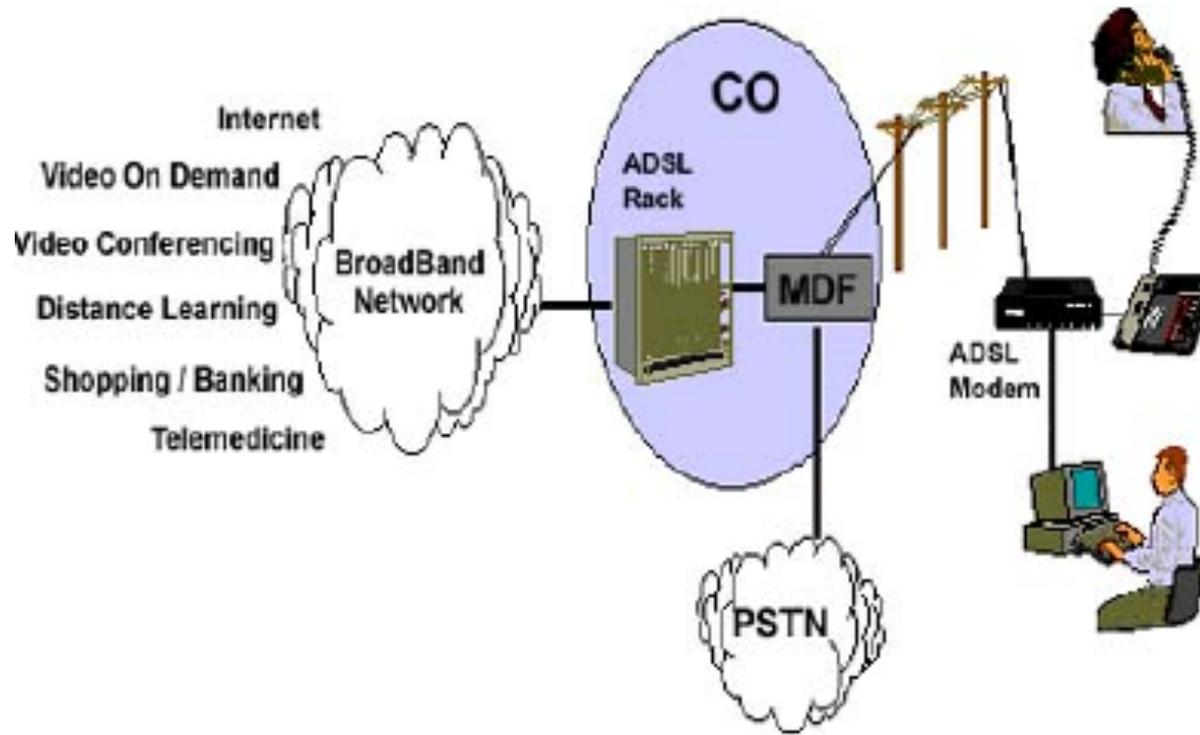
# Technologie ADSL

ADSL = *ASYMMETRIC digital subscriber line*

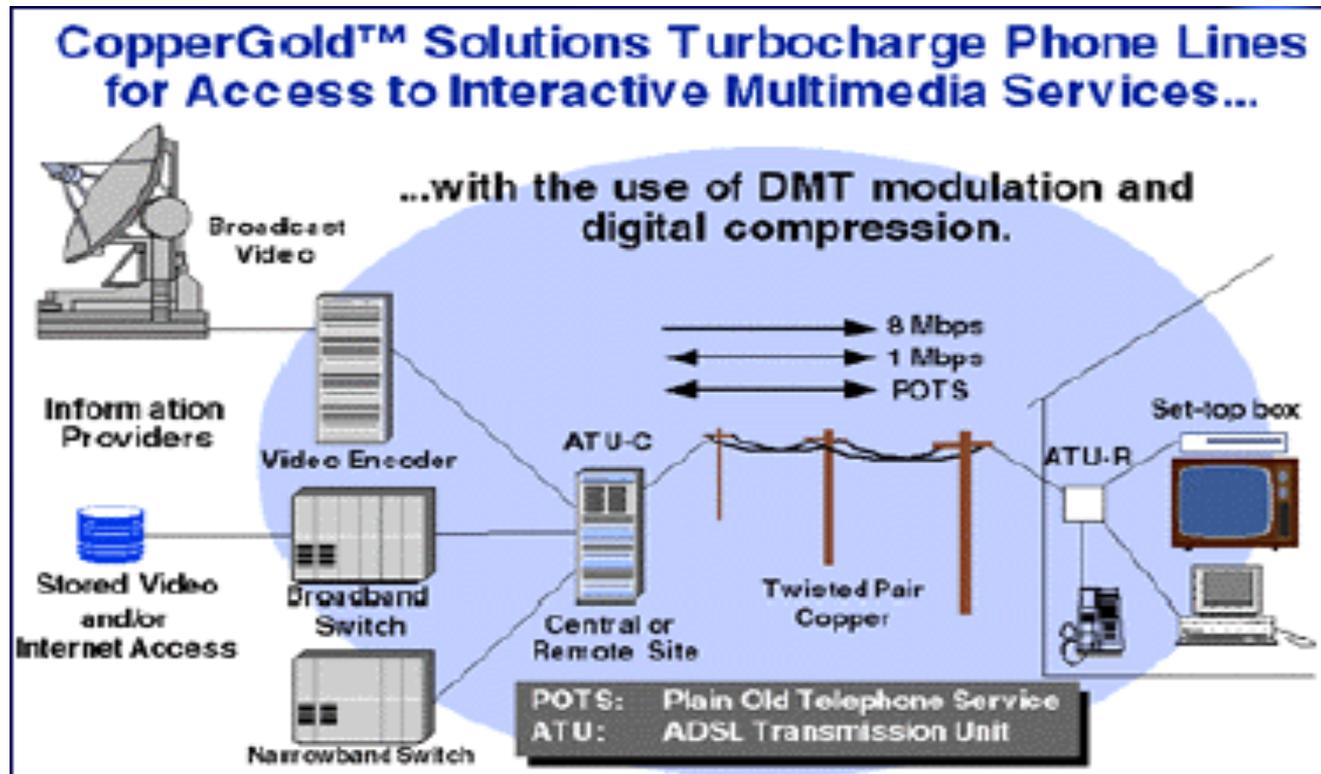
*Asymmetric pour une voie descendante (download) + une voie montante (upload)*

*Différentes.*

norme ANSI T1.413



# Technologie ADSL



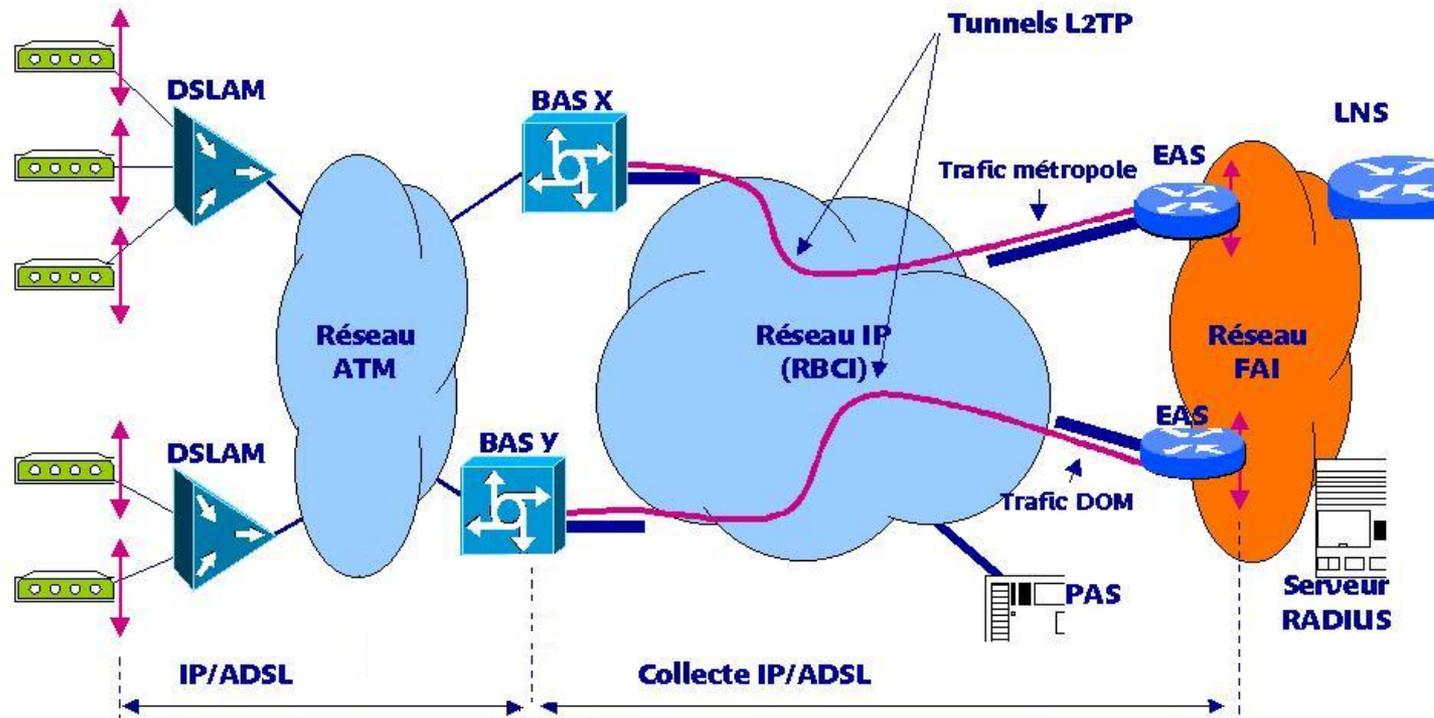
Copper => sur cuivre (paire torsadée)

Utilisation de serveur ATU-C connectés aux modem des stations

Mode de Connexion permanente

# Technologie ADSL

## IP/ADSL + Collecte IP/ADSL, architecture simplifiée



# Technologie ADSL

**Le modem ADSL** (Asymmetric Digital Subscriber Line) :

Permet la liaison entre l'hôte utilisateur (parfois utilisé comme routeur) et le BAS. Il peut supporter plusieurs protocoles d'accès dont principalement PPPoE (Point-to-Point Protocol over Ethernet), PPPoA (Point-to-Point Protocol over ATM) et PPTP (Point-to-Point Tunneling Protocol).

**Le DSLAM** (Digital Subscriber Line Access Multiplexer) :

Est le plus souvent utilisé comme filtre différenciant les fréquences de voix et celles de l'ADSL, redirigeant simplement les paquets reçus au BAS.

Plusieurs lignes ATM sont multipliées

# Technologie ADSL

**Le BAS** (Broadband Access Server) :

Relie l'opérateur télécom au fournisseur d'accès.

Il centralise les connexions ADSL et les redirige vers le fournisseur d'accès (FAI).

Dans certains cas, le BAS s'occupe directement du routage et il n'y a pas de LNS.

C'est au niveau du BAS que l'authentification du client va se faire et que les paramètres IP vont être transmis (serveur RADIUS, généralement). La liaison entre le client et le BAS utilise généralement ATM. Le trafic est ensuite en IP.

Chaque liaison s'effectue via un VC (virtual channel) ATM. Plusieurs VC sont multiplexées en VP (virtual path) entre le DSLAM et le BAS.

Les utilisateurs sont connectés au BAS grâce au protocole PPP.

# Technologie ADSL

**Le LNS** (L2TP Network Server) :

C'est l'autre bout de la session **PPP** établie avec le client. C'est la passerelle externe du réseau de l'utilisateur.

Ce serveur, situé chez le FAI, n'est utilisé que pour un établissement de communication en modèle fermé.

**Le NRA:**

Noeud de raccordement. Bâtiment où sont regroupés les lignes des usagers vers le DSLAM. Un NRA dégroupé possède plusieurs sections.

# Technologie ADSL

## Serveur RADIUS :

Le protocole RADIUS comprend deux parties :

### 1) L'authentification, qui permet à l'utilisateur de se connecter en transmettant des

attributs comme son identifiant et son mot de passe, elle se fait par des échanges BAS PAS-serveur RADIUS. En cas d'acceptation, le PAS (proxy radius) transmet des attributs comme l'adresse IP attribuée à l'utilisateur et le nom du routeur virtuel du BAS auquel l'utilisateur appartient.

### 2) Le comptage permet de mesurer le temps de connexion d'un utilisateur par

l'envoi par le BAS de d'un message de début et d'un message de fin (ou intermédiaire) qui contient des attributs comme le nombre d'octets envoyés et reçus par exemple.

# Technologie ADSL

## **Dégroupage**

le réseau du FAI arrive jusque dans le DSLAM

## **Dégroupage partiel:**

le FAI loue les fréquences hautes

## **Dégroupage Total:**

le FAI loue toute la bande passante (y compris celle du téléphone classique)

# Technologie ADSL

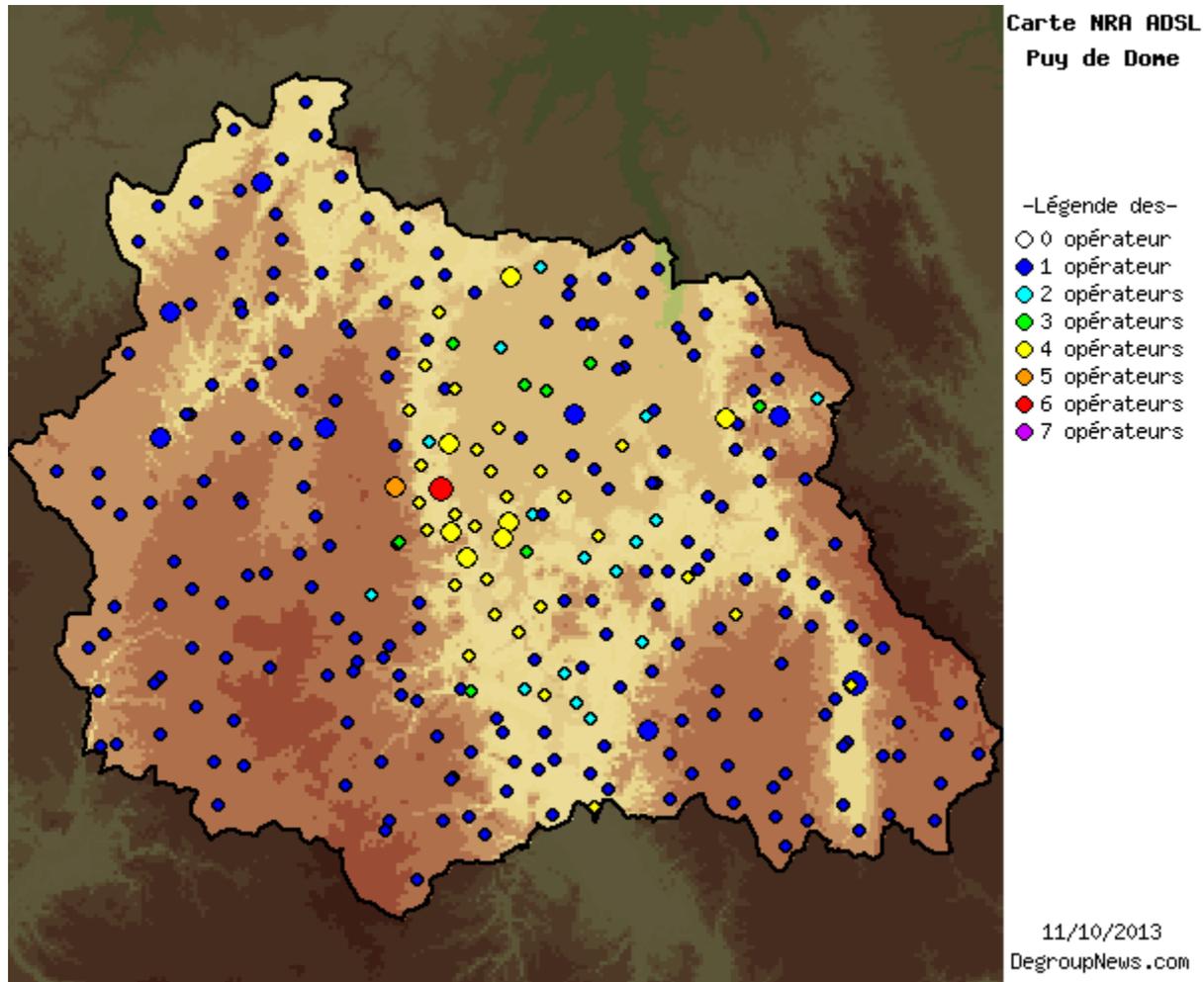


Dslam alcatel



Dslam eci

# Technologie ADSL



# Technologie ADSL

- Débits

*VOIE descendante*(downstream) : 1.5 Mbs à 8.448 Mbs  
=T1, E1, DS2, E2

Voie montante (upstream) : 16 kbs à 640 kbs

- Signalisation, opérations de contrôle et d'adaptation aux lignes, trafic usager
- Le service téléphonique reste disponible

Pour différencier les voies montante descendante et le service téléphonique, on utilise un filtre séparant les fréquences

# ADSL : multiplexage FDM

Multiplexage des fréquences:

spectre divisé en 3 régions

- téléphone : 4 kHz
- canal montant (usager-réseau)
- canal descendant (réseau-usager)

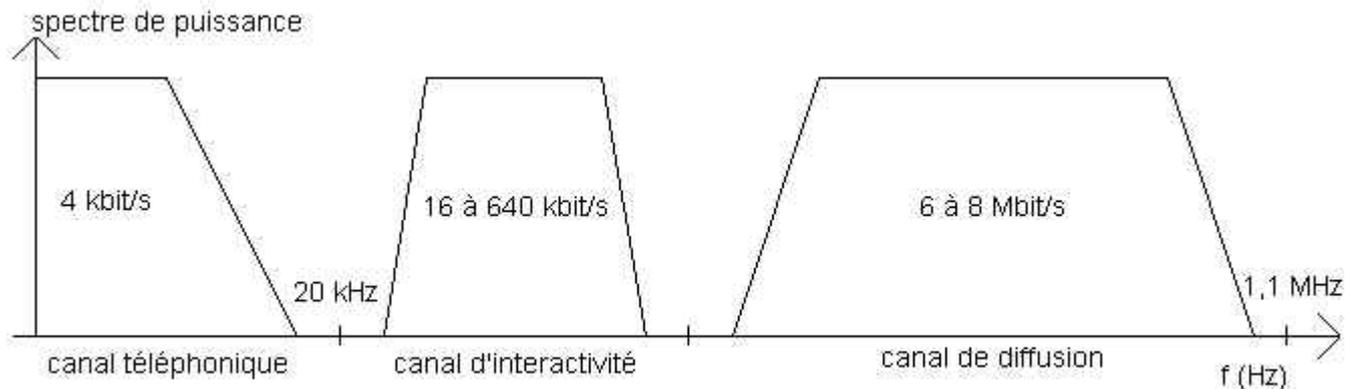


fig II.1 répartition des spectres de fréquences pour la technologie ADSL

# ADSL : multiplexage FDM

## **Le spectre de fréquences ADSL héberge trois canaux :**

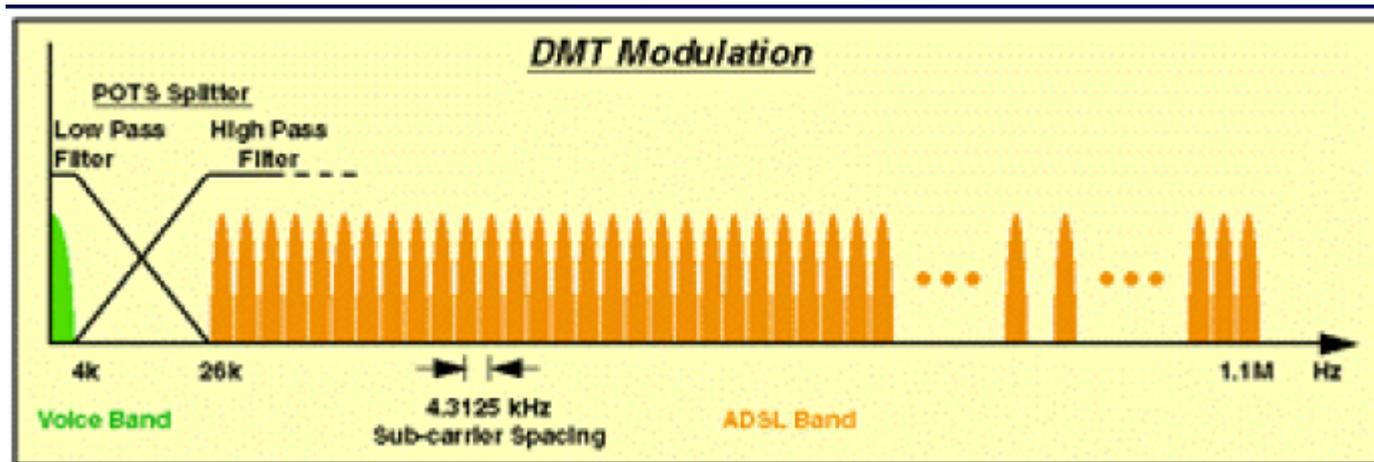
- un canal de diffusion haut débit dans le sens réseau-abonné pour recevoir des données
- un autre canal de diffusion dans le sens abonné-réseau pour émettre,
- un canal réservé à une communication téléphonique classique.

La base du système est constitué d' un multiplexeur d' accès ADSL qui multiplexe le flux voix provenant des réseaux téléphoniques classique et les flux ascendant et descendant=> réseau FULL-duplex

Les modems effectuent un traitement spécifique du signal pour réduire l' influence du bruit et supprimer les échos parasites.

Ces techniques permettant d' atteindre un débit de plusieurs Mbits/s sur une distance de quelques kilomètres.

# ADSL: Modulation DMT



- Division de la bande (0-1.1 MHz) en 256 sous-canaux de 4.31 kHz
- chaque canal à son propre flot de signaux
- le protocole ADSL permet aux extrémités de savoir quels canaux sont utilisés en fonction du SNR (Signal Noise Ratio) = force du bruit de la ligne
- utilisation de cette information pour éclater le flux de données sur les différents canaux

# ADSL: Modulation DMT

Chaque canal est modulé en phase et en amplitude (modulation QAM) à 256 états (8 bits par signal élémentaire).

Chaque canal constitue un symbole DMT.

Ce code en ligne affecte donc jusqu' à 8 bits par symbole à une vitesse de modulation de 4 kBd/s.

Le sens émission (ou canal ascendant) se voit octroyer vingt canaux, soit un débit total de  $20 \times 8\text{bits} \times 4\text{ k symboles}$  égal à 640 kb/s.

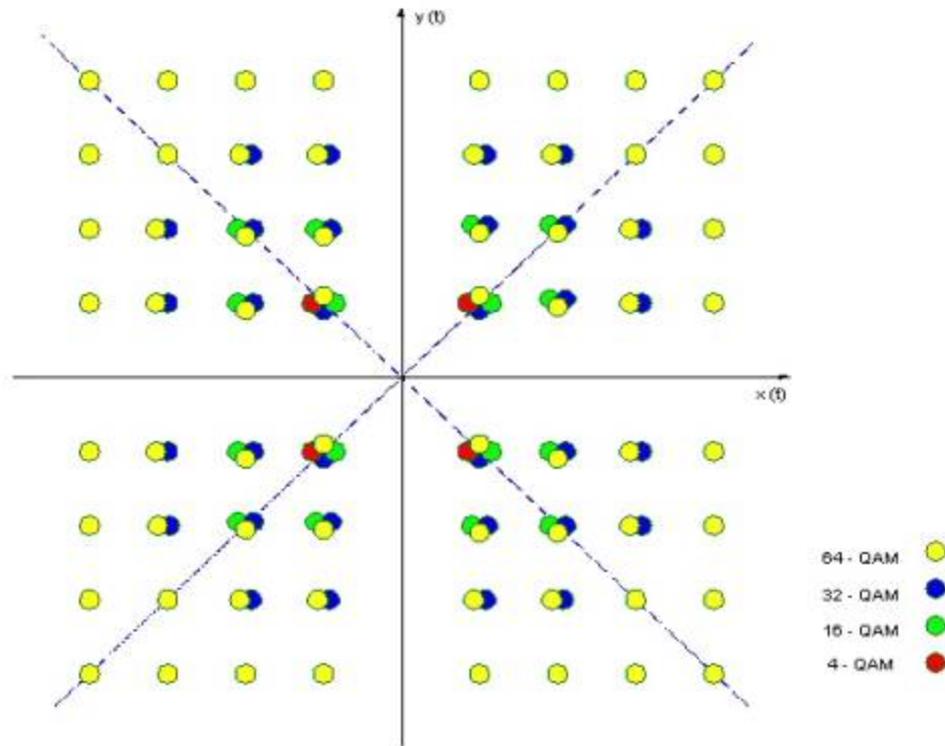
Le sens réception (ou canal descendant) bénéficie de 256 canaux, soit un débit cumulé de  $256 \times 8\text{bits} \times 4\text{ k symboles}$  égal à 8,192 Mbit/s.

# ADSL: Modulation DMT

Modulation QAM (représentation en points)

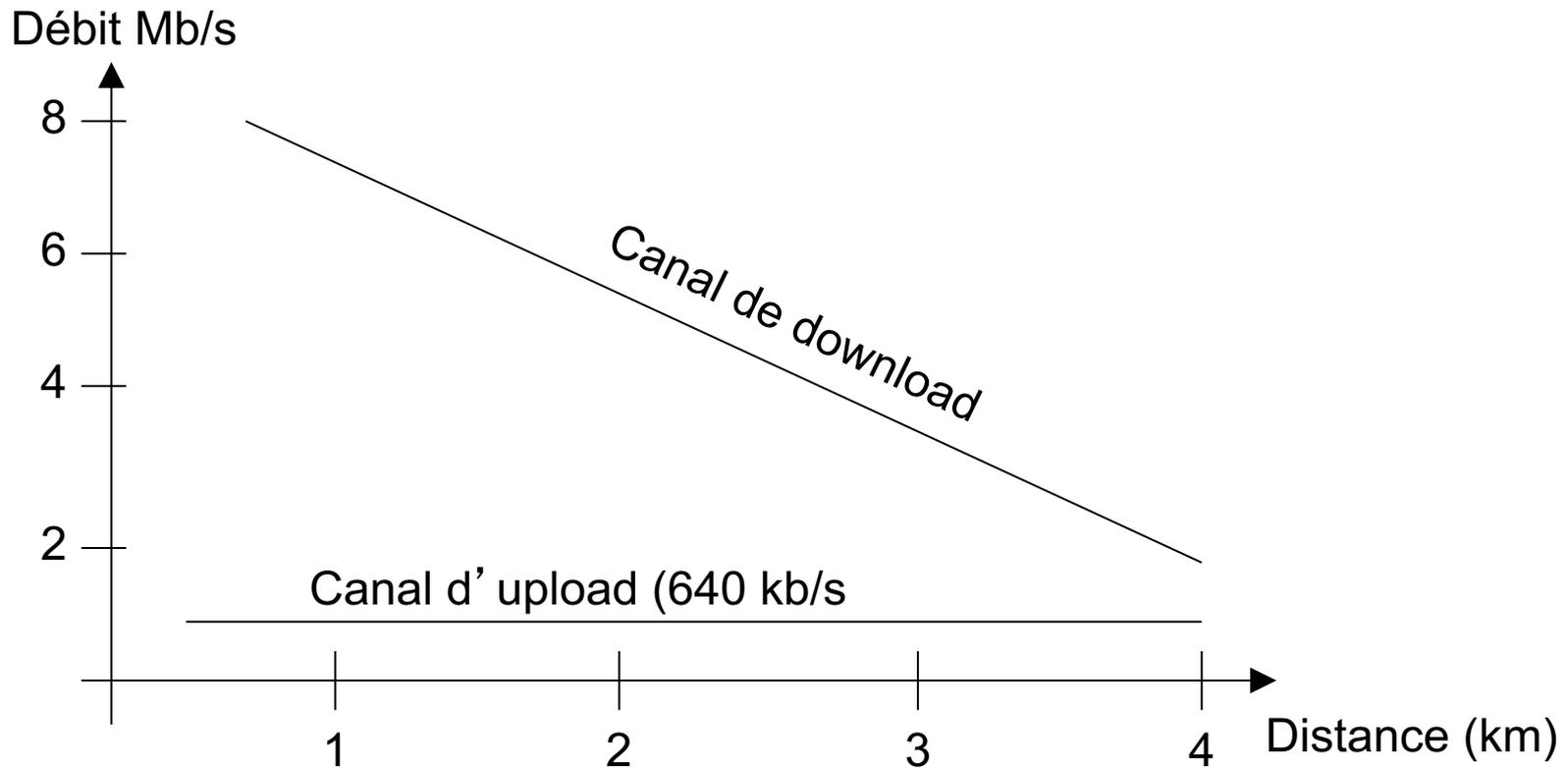
X=amplitude

Y=phase



# ADSL: Modulation DMT

En fonction des conditions des lignes, certains canaux peuvent être inhibés en fonction de la distance sur une boucle locale traditionnelle d'abonné



Distance = distance usager – commutateur FT

# ADSL: Débit

## Débits possibles:

le standard de l'ANSI autorise le transport de 16 bits/Hz

la plupart des implémentations actuelles ne transportent que 8 bits/Hz !!!

Débit = nb de canaux \* nb bits/canal / vitesse de modulation

Avec 8 bits/hertz:

Débit montant max =  $25 * 8 * 4000 = 800$  kbps

Débit descendant max =  $249 * 8 * 4000 = 7.968$  Mb/s

Débit descendant normalisé : 6.1 Mb/s

équivalent à 4 T1 (USA) ou 3 E1 (Europe)

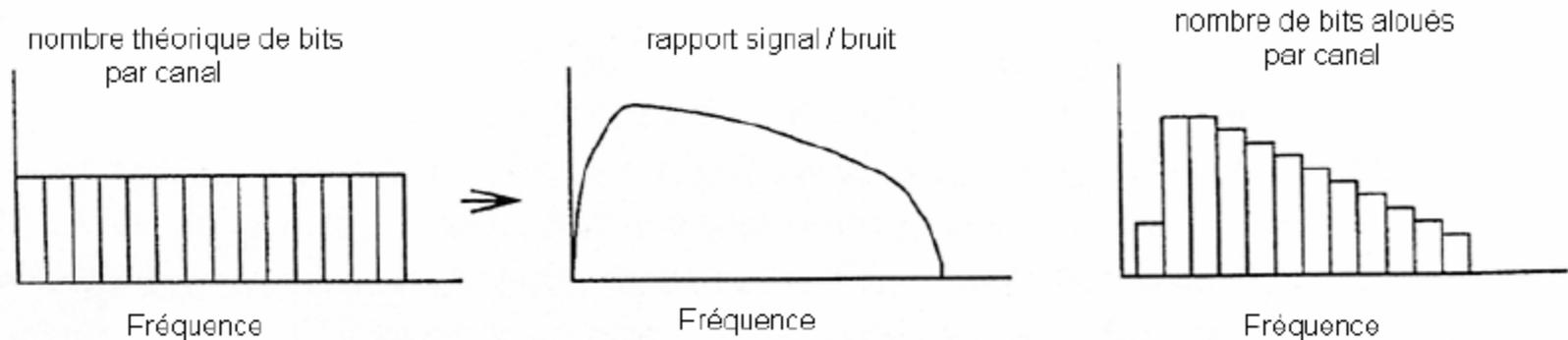
# ADSL: Débit

Le débit varie en fonction du rapport signal/bruit de la ligne

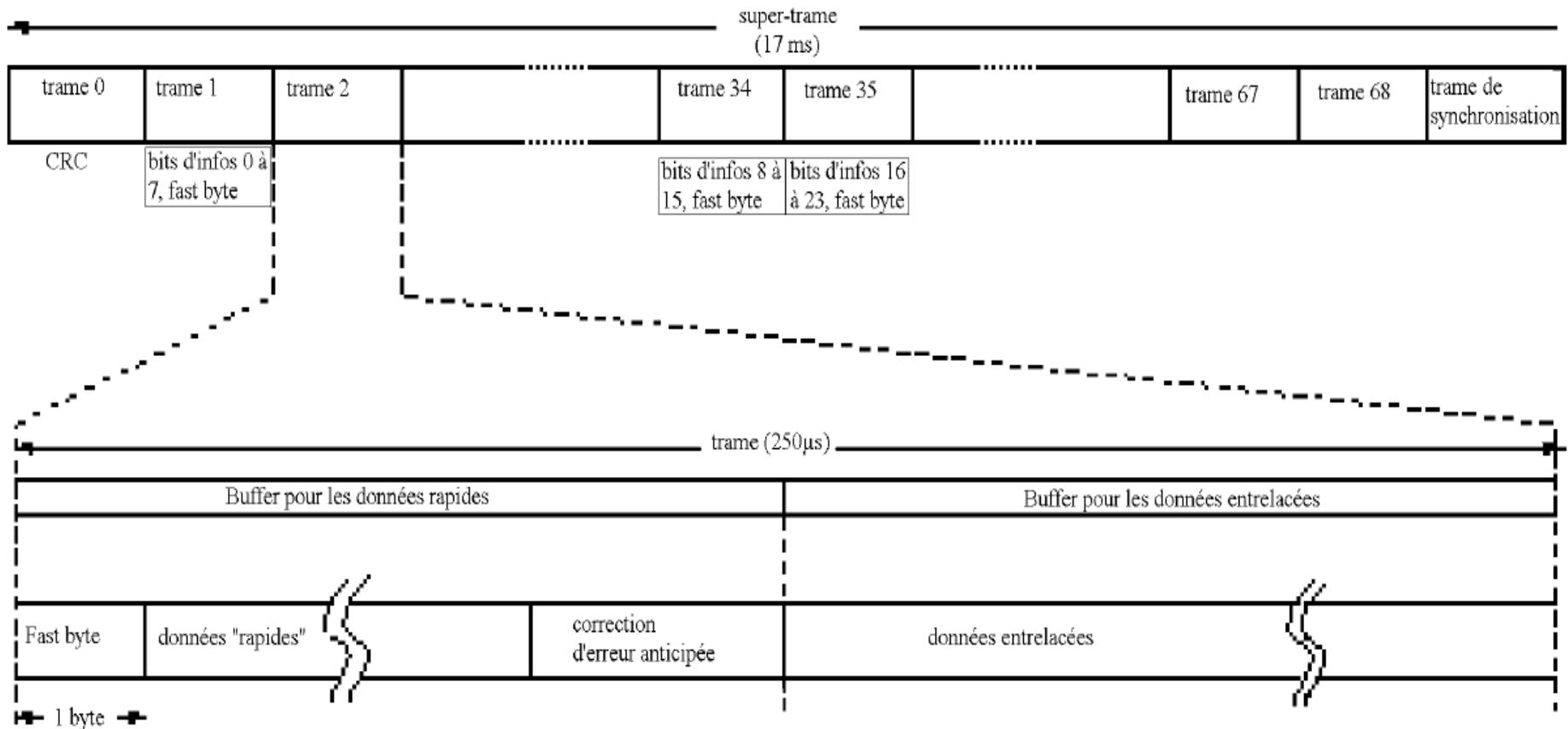
En modulation DMT, les canaux sont indépendants

⇒ Attribution du nb de bits / canal suivant rapport S/B

⇒ Permet d'obtenir le meilleur de la ligne



# Trame ADSL



# Trame ADSL

1 supertrame adsl = 68 trames données + 1 trame de synchro + trame CRC

Canal entrant=> dans buffer rapide

Canal sortant=> dans buffer entrelacé

Dans une super-trame : 8 bits de CRC, 24 bits pour la gestion OAM (operation, administration, maintenance) dans les trames 1,34 et 35

La partie « Fast byte » du buffer rapide contient soit les bits CRC, soit les bits de synchronisation, et la partie suivant la zone Fast Data est utilisée pour la correction d'erreur anticipée « Forward Error Correction ».

# Trame ADSL

Chaque trame de données au sein d'une même supertrame peut contenir:

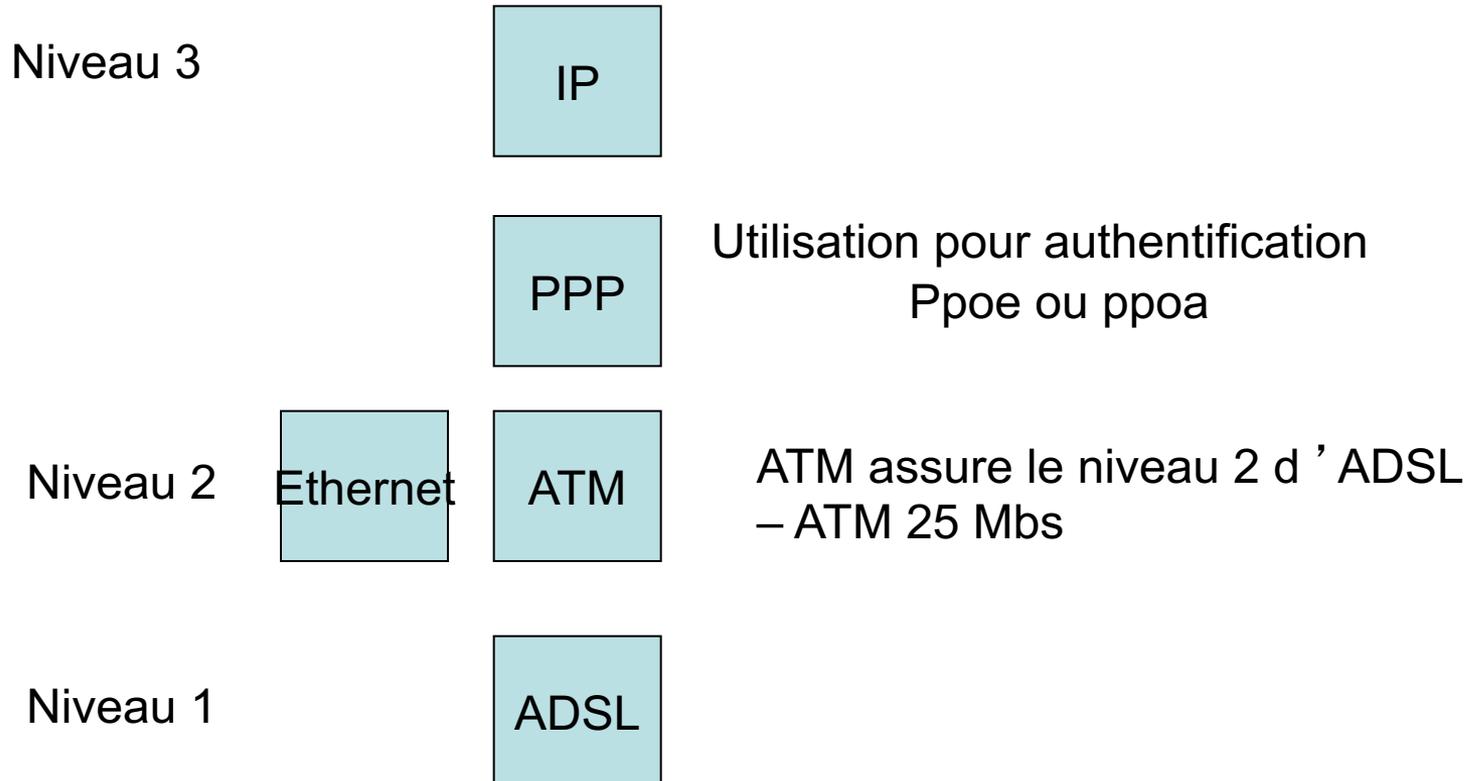
- des données temps réel ne subissant pas l'entrelacement (Fast Data)
- des données non temps réel subissant l'entrelacement (Interleaved Data).

L'entrelacement démontre son efficacité dans le cas d'une ligne bruitée

Par contre le temps de traitement associé à cette opération est d'environ de 15 à 20 ms

# ADSL: IP et ADSL

## Protocoles mis en oeuvre

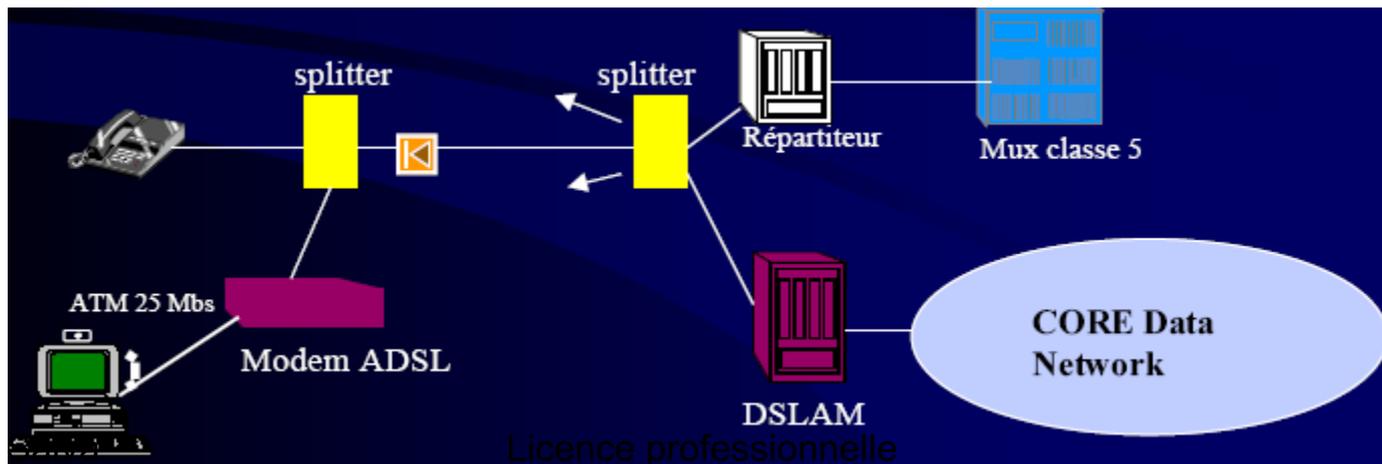


# ADSL: connexion

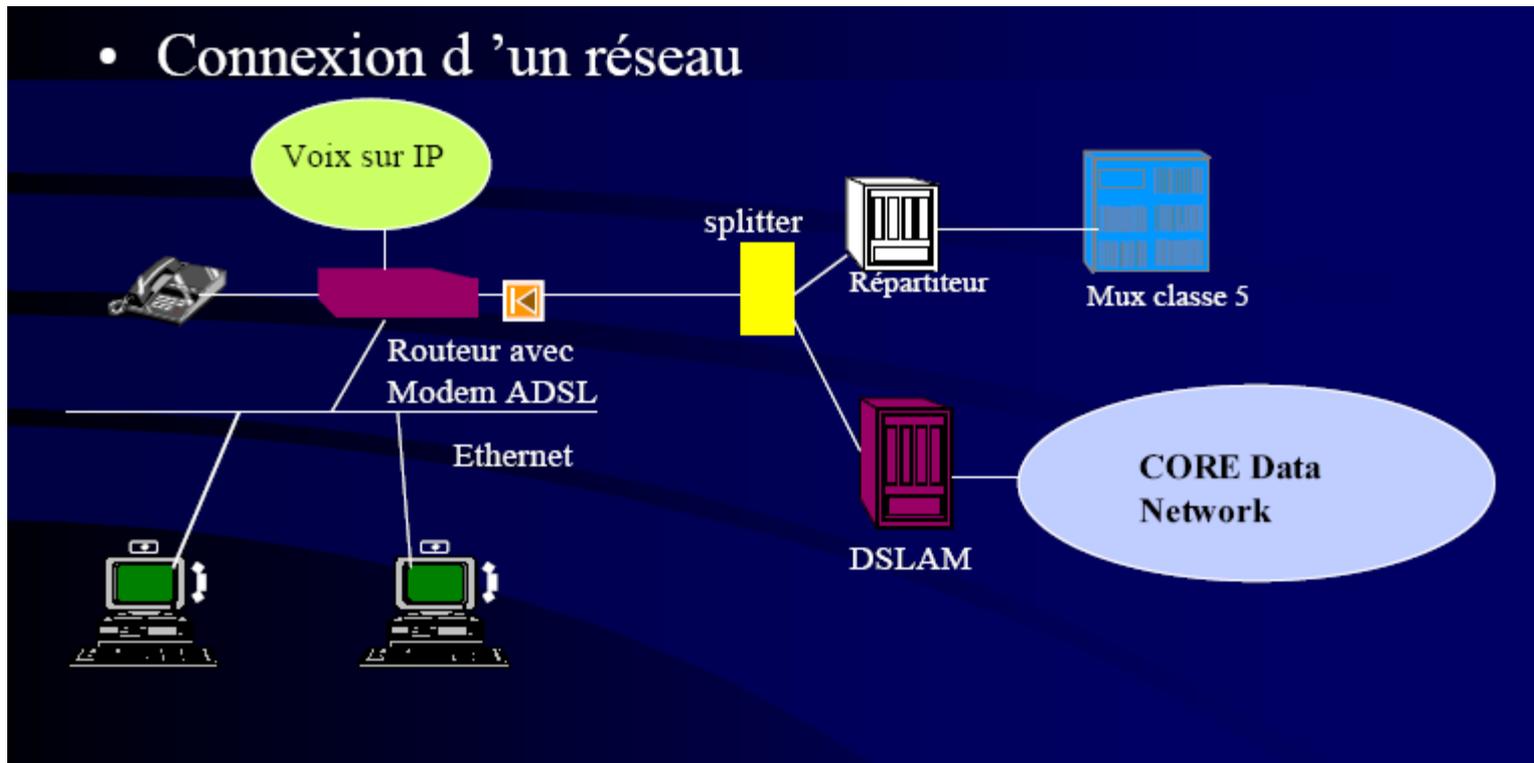
Connexion téléphonique classique



Connexion ADSL: principe

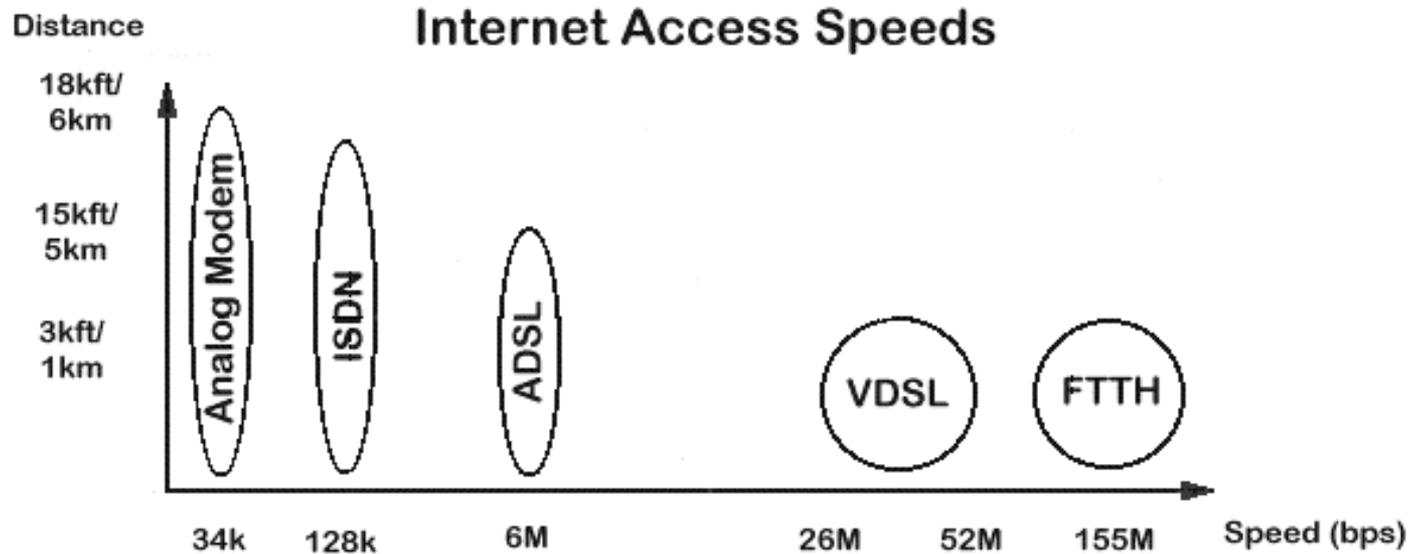


# ADSL: connexion



DSLAM : Digital Subscriber Line Access Multiplexer = multiplexeur des lignes ADSL  
Au-delà, nécessité d'un câblage réseau offrant un haut débit : fibre

# En résumé



ISDN numeris  
FTTH fiber to the home

# En résumé

Technologie xDSL	Mode de transmission	Débit Mbit/s	Mode de fonctionnement Canal	Codage	Distance/Débit Km/(Mbit/s)	Mode de séparation des canaux
ADSL	Asymétrique	1,5444 à 9 0,016 à 0,640	Descendant Montant	DMT, CAP	5,5 / 1,5 1,8 / 7	FDM, annulation d' écho
HDSL	Symétrique	1.544 2,048	Duplex sur 2 paires Duplex sur 3 paires	CAP, 2B1Q	5,5 / 2,048	Annulation d' écho
SDSL	Symétrique	0,128 à 2	Duplex	CAP, 2B1Q	3,6 / 2,048	Annulation d' écho
VDSL	Asymétrique	13 à 51 1,544 à 2,3	Descendant Montant	CAP, DMT	1,5 / 3 0,3 / 51	FDM
RADSL	Asymétrique	0,600 à 7 0,128 à 1,024	Descendant Montant	CAP	5,5 / 1,5 1,8 / 7	FDM

# ADSL2 (2002)

ADSL2 est plus fiable, fait varier le débit de la ligne à tout moment, en fonction des perturbations (bruit)

Le débit est augmenté de 50 kbit/s et la portée est allongée de 200 mètres. Avec une bande de transmission de 1,1 MHz, le débit descendant est porté à 12 Mbit/s pour 1,5 km de portée.

flux montant utilise la bande de fréquences comprise entre 25 et 138 kHz (26 porteurs)  
flux descendant vers l'abonné celle comprise entre 140 kHz et 1,1 MHz (224 porteurs).

Les options de l'ADSL2 permettent le mode "tout numérique" qui fournit un canal additionnel à 256 kbit/s pour la bande vocale, et une extension à 1,1 MHz de la bande de fréquences transmises qui permet 256 porteuses DMT (31 pour le flux descendant et 225 pour le flux montant).

# ADSL 2+ / READSL2+

bande des fréquences transmises peut être élargie jusqu'à 2,2 MHz =>le nombre de fréquences porteuses à 512.

Les fréquences les plus élevées étant les plus affaiblies avec la distance, elles ne sont porteuses que de quelques bits lorsqu'elles sont mises en jeu.

Les interférences et les diaphonies sont également mieux gérées, de sorte que cette nouvelle réalisation convient mieux aux lignes les plus longues (jusqu'à 6 km).

Le débit descendant (réception) peut atteindre 24 Mbit/s sur un km de portée avec une bande de transmission de 2,2 MHz. (en moyenne le débit est de 15Mbit/s)

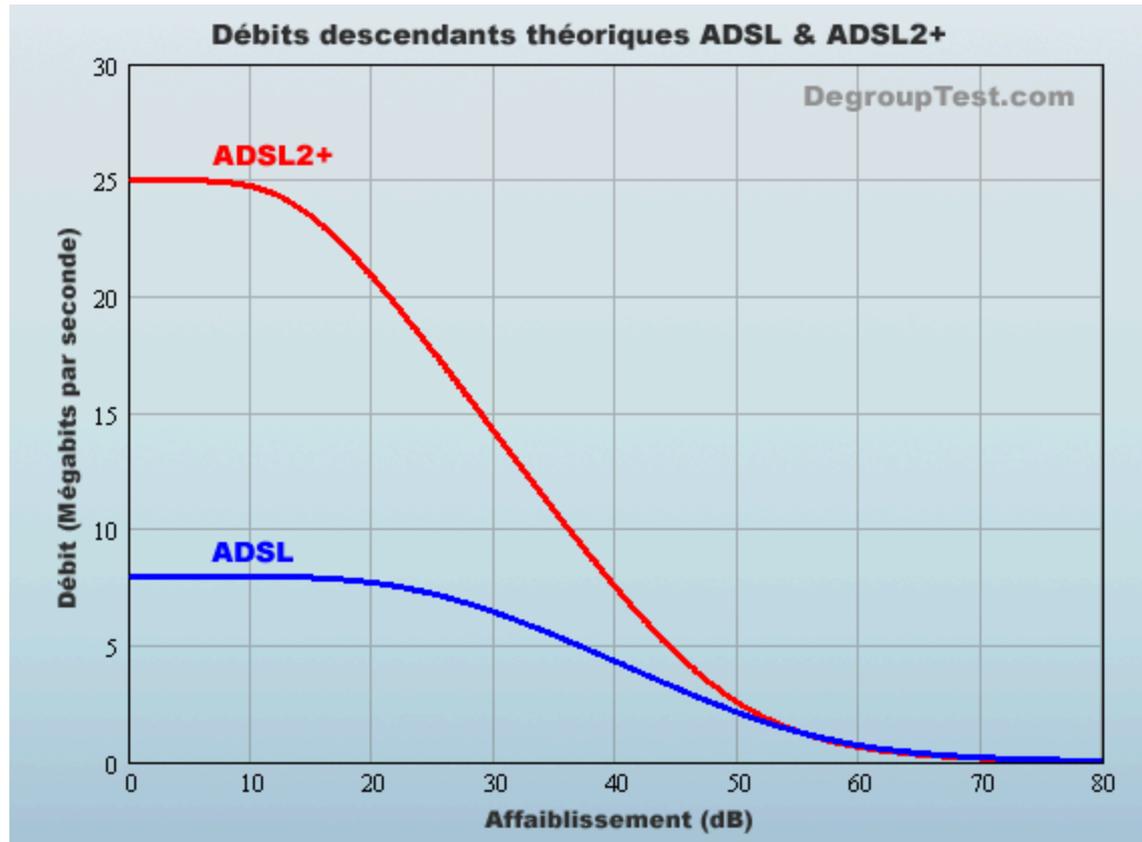
Le débit ascendant est de 1Mbit/s

Les deux versions ADSL2 et ADSL2Plus sont inter opérables avec les déploiements ADSL déjà effectués.

READSL2+ est une extension d' adsl pour une portée de 7 8 km. Comme le READSL, La puissance est augmentée, le nombre de porteuse est réduit.

Débit < 4Mbps  
Resp. S. Salva

# ADSL / ADSL 2+



# VDSL

## **VDSL (Very High bit-rate DSL ITU G993.1) :**

désignation commune à toutes les déclinaisons DSL à très large bande offrant un débit réseau vers abonné de 13 Mbit/s à 60 Mbit/s selon distance de raccordement

Débits chutent de façon équivalente à l'ADSL2+ au-delà de 1km 500. Particulièrement intéressant pour distance abonné-dslam de moins de 400m

Technologie asymétrique qui autorise un débit de l'ordre de 60Mbits/s sur le canal de diffusion et de 2 à 6Mbits/s sur le canal d'émission.

# VDSL

## VDSL2 (Very High bit-rate DSL ITU G993.2, 2006) :

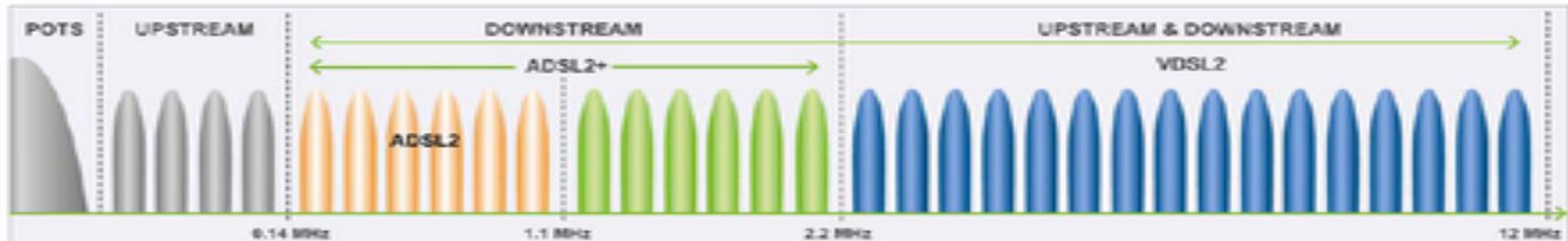
Capacité théoriquement passe à 100Mbits/s full duplex

Distance abonné-DSLAM 3500m max (mais mêmes restriction que le VDSL)

Détérioration du signal: 0m: 200Mbits/s, 500m: 100Mbits/s, 1km 50 Mbits/s, 1,5km: mêmes débits que l'ADSL2+

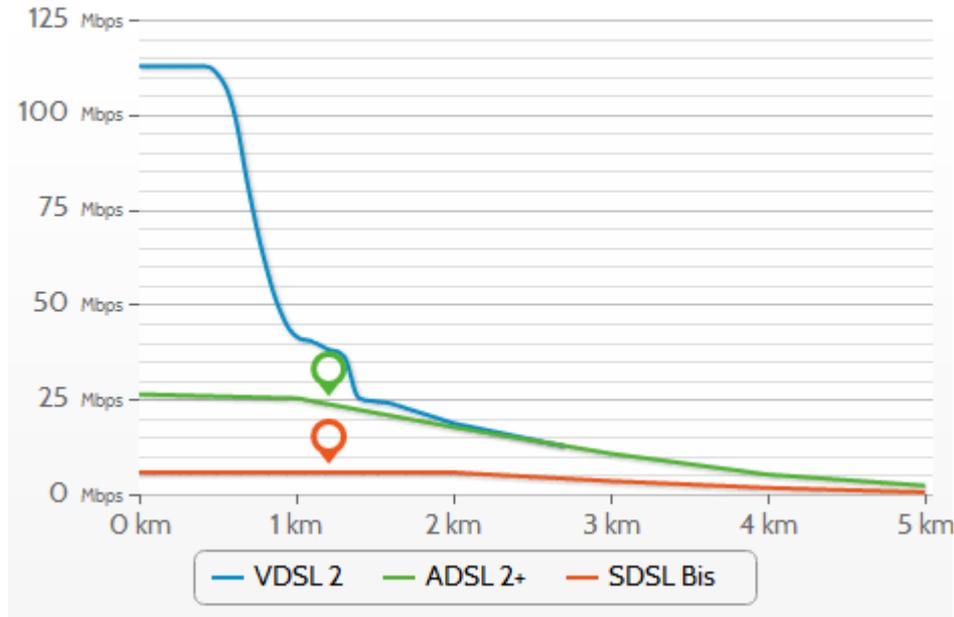
Déploiement en cours en France (grandes et moyennes villes), coût moins élevé que la fibre.

Trame augmentée:

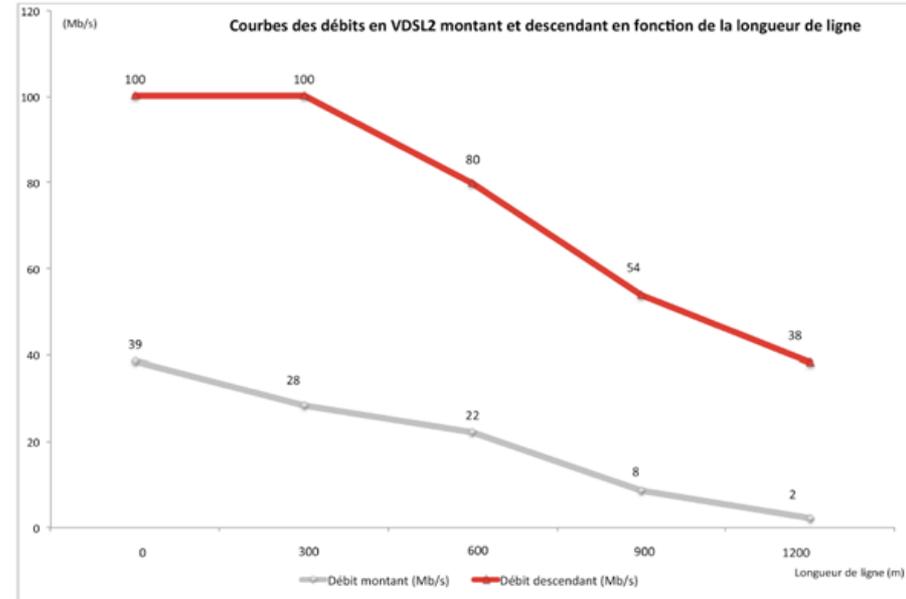


# VDSL

## Download théorique en fonction de la distance modem / NRA



Source ovh



Débits moyens théoriques en VDSL2 constatés lors de tests sur les lignes en laboratoire.

Seuls les abonnés proches du DSLAM (1/1,5 km), profiteront réellement du VDSL2

Déploiement depuis le 1 octobre 2013

# Authentication ADSL

## Le protocole PPP

PPP, norme RFC 1661 (Juillet 94)  
=Point to Point Protocol

méthode standard pour transporter des datagrammes de protocoles différents sur des liaisons point à point => pour faire un vpn

### **Les composants de PPP:**

- Une méthode pour encapsuler les datagrammes (paquet PPP)**

Encapsulation du paquet PPP dans une trame HDLC (High Level Data Link) simplifiée.

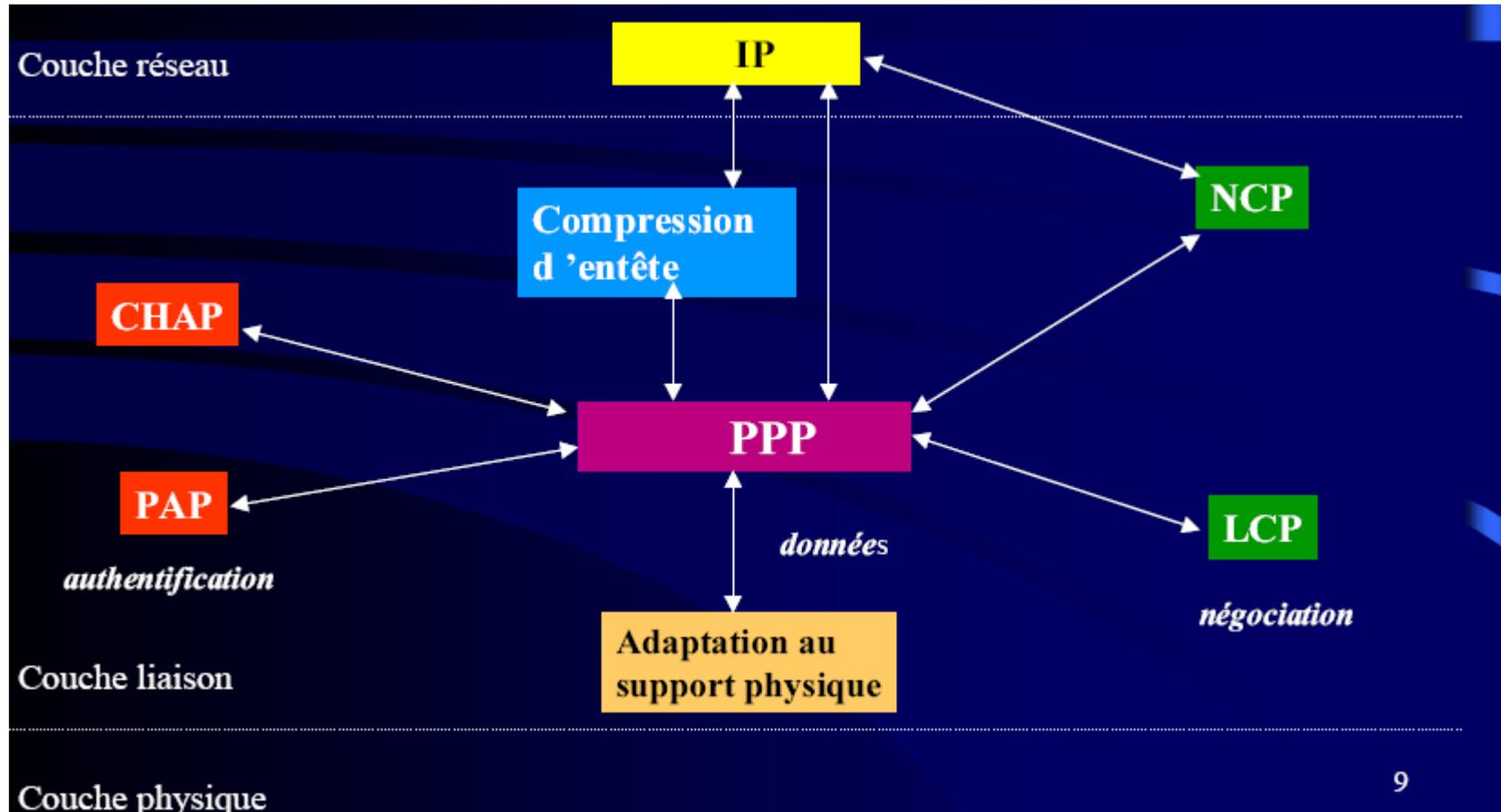
- Un protocole de contrôle de liaison (LCP)**

établir, configurer, et tester la liaison fin de connexion

- Une famille de protocoles de contrôle réseau (NCPs)**

établir, configurer les différents protocoles de la couche réseau

# PPP: mise en oeuvre



CHAP = cryptage

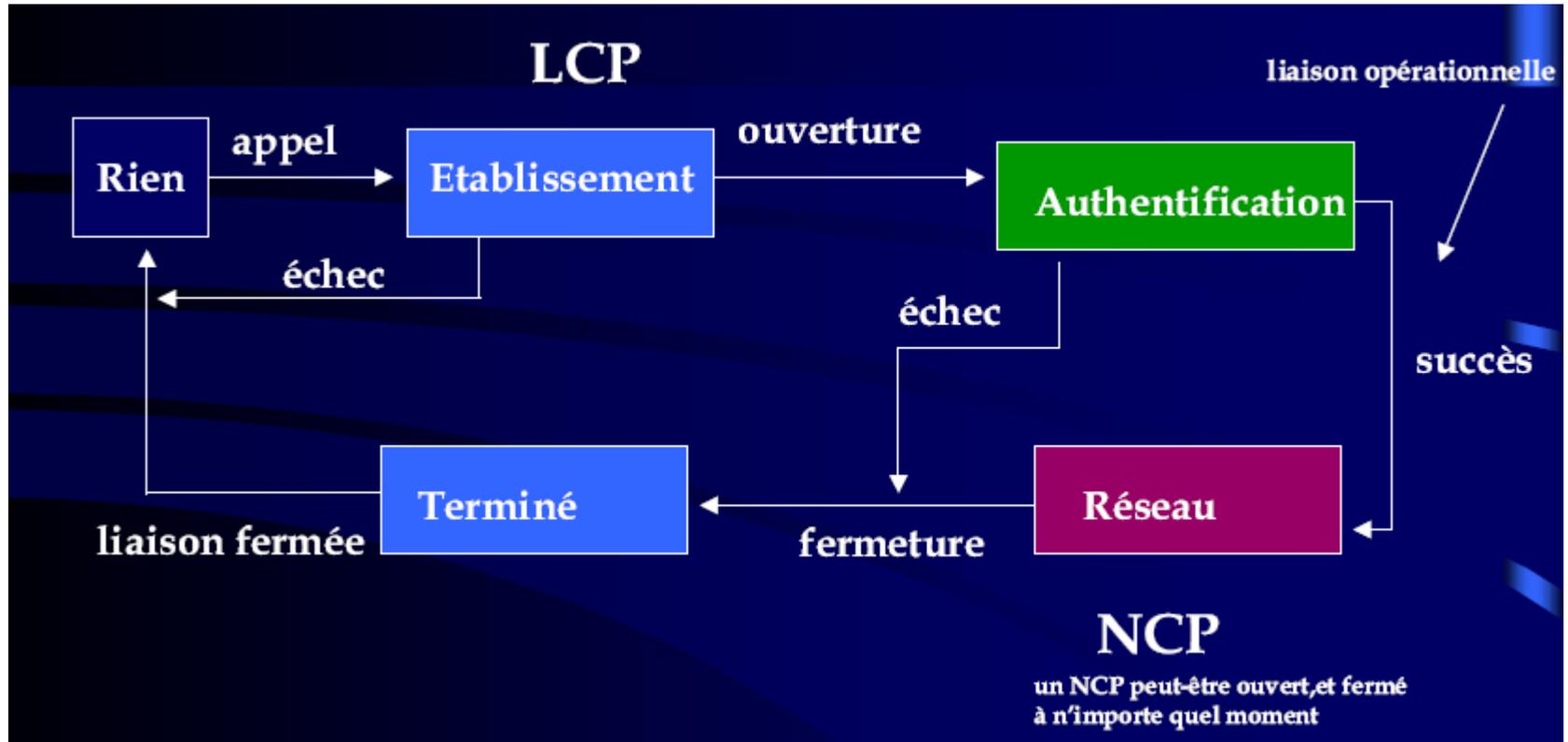
PAP = authentification  
Resp. S. Salva

# Paquet PPP



- Protocol (16 bits) type d'information
  - 0000 à 3fff = protocole réseau et paquets spécifiques
    - 0x21 IP 0x27 Decnet Phase 4
    - 0x29 AppleTalk 0x2B Novell IPX
  - 8000 à BFFF = protocole de configuration NCP
    - 0x8021 IPCP 0x8029 AppleTalk
    - 0x802b IPX
  - C000 à FFFF = paquets de LCP
    - 0xC021 LCP 0xC023 PAP
    - 0xC223 CHAP 0xC025 Link Quality Report
- Information = données de 0 à 1500 octets; (taille négociable)
- Padding = pour compléter => taille de trame fixe

# PPP: mode opératoire



# PPP: protocoles LCP et NPC

Protocole LCP=Link Control Protocol

Négociation initiale:

- taille des trames, compression propre à HDLC,..

– Authentification

- PAP: Password Authentication Protocol
- CHAP : Challenge Handshake Authentication Protocol (encryptage)
- Automate complexe à 9 états

Protocole Npc = Network Control Protocol

Permet le multiplexage de différents protocoles sur la même Liaison  
soit IP soit osi, soit ipx ...

=> Les trames des différents protocoles sont encapsulées dans une trame NPC qui sera reconnue de serveurs en serveurs