



UNIVERSITE DE RENNES 1

Digital Subscriber Line

Bernard Cousin

Présentation d'ADSL

- But :
 - Offrir l'accès à l'internet à partir d'un domicile personnel
- Le cout des réseaux d'accès est très important par rapport à celui du réseau du cœur
 - Cout d'un accès x des milliards d'utilisateurs
- Le plus grand réseau du monde, jusqu'en 1990, était le réseau téléphonique
 - Solution : *Partager la boucle téléphonique*
- Permettre la communication téléphonique lors de la communication avec l'internet.
 - Solution : *Le multiplexage fréquentiel*
- Les caractéristiques de la boucle téléphonique peuvent être très variables
 - Solution : Une technique adaptative (upstream : 28 kbit/s à 1 Mbit/s, downstream jusqu'à 40 Mbit/s)

Plan

- Présentation
- La boucle (téléphonique) locale
- ADSL
 - Les concepts d'ADSL
 - Les variantes d'ADSL
- Informations complémentaires

La boucle (téléphonique) locale

- Paire torsadée métallique téléphonique
 - Diamètre le plus courant = 0,4 mm en Cu
 - Atténuation :
 - - 15 dB par km pour un diamètre de 4/10 mm
 - - 7.9 dB par km pour un calibre de 8/10 mm
 - Regroupée dans un câble de 7, 14, ...56, **112** ou même 896 paires
 - Diaphonie
 - Minimise les travaux de génie civil
 - Infrastructure française
 - 110 millions de paires.km
 - Goût évalué à 28 Geuro (2007)
- Voix transmise en bande de base
 - Bande de fréquence de la voix téléphonique :
 - [300 Hz à 3,4 kHz]

Les équipements

- Entre central téléphonique et terminal téléphonique
 - Noeud de raccordement d'abonnés (NRA)
 - Sous-répartiteur (SR)
- Quelques chiffres :
 - plus de 30 millions de lignes
 - environ 13000 répartiteurs (NRA),
 - environ 2500 lignes par répartiteur en moyenne



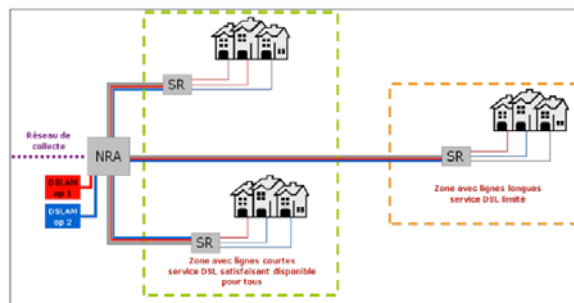
30 septembre 2013

xDSL

5

La commutation de circuit

- Une seule paire métallique en full-duplex par abonné
 - Commutation de circuit



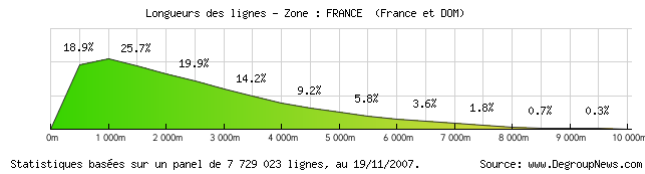
30 septembre 2013

xDSL

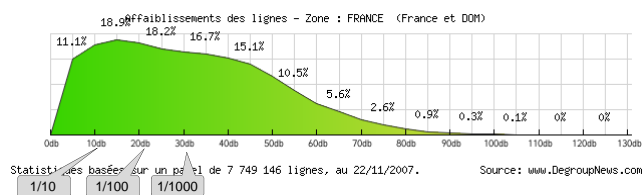
6

Longueur des lignes et affaiblissement

- Longueur des lignes



- Affaiblissement des lignes



30 septembre 2013

xDSL

7

ADSL

- *Asymmetric Digital Subscriber Line* (ITU G.992.1)
 - Liaison (bipoint) numérique
 - Sur ligne d'abonné téléphonique
 - À débit asymétrique
 - Downstream
 - Upstream
 - Multiplexage fréquentiel :
 - Permet simultanément une communication téléphonique (POTS) et une transmission numérique
 - [0,3 - 3,4 kHz] : voix téléphonique
 - [0,025 – 1,1 MHz] : données numériques
 - La famille des protocoles xDSL : ADSL, ADSL 2+, SDSL (symmetric), Reach Extended ADSL2, HDSL, VDSL (very high speed), etc.

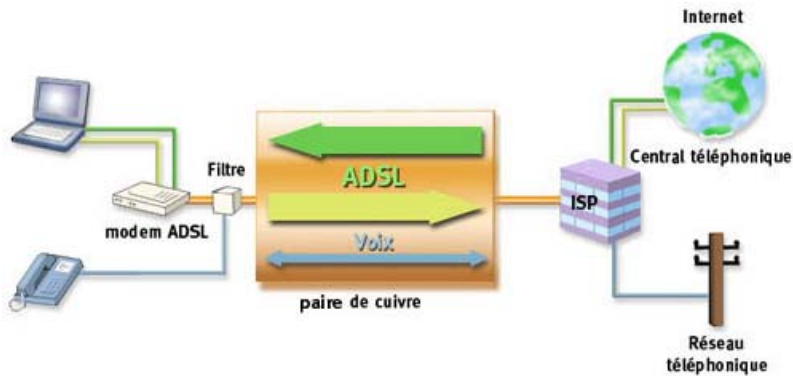
30 septembre 2013

xDSL

8

Le multiplexage fréquentiel

- Une paire de fils de cuivre, deux fonctions :
 - Basses fréquences : téléphonie (voix)
 - Hautes fréquences : données numériques (internet)
 - upstream
 - downstream

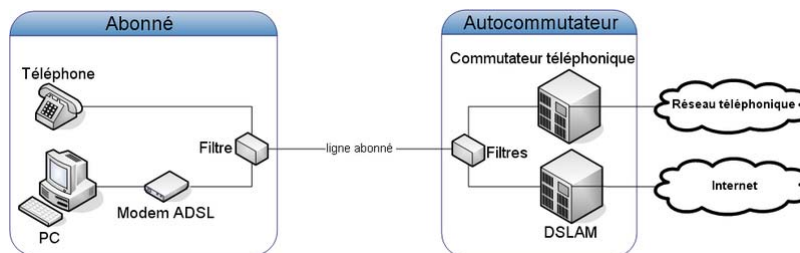


30 septembre 2013

xDSL

9

L'infrastructure ADSL



30 septembre 2013

xDSL

10

DSLAM

- *Digital Subscriber Line Access Multiplexer*



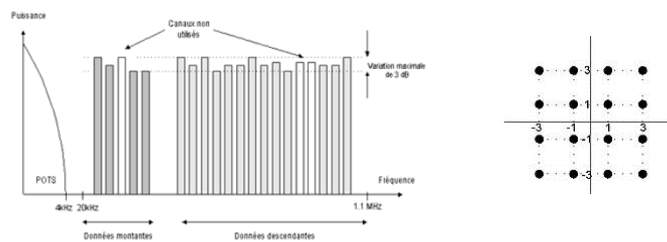
30 septembre 2013

xDSL

11

Canaux ADSL

- Canaux de 4,3125 kHz chacun :
 - Canaux montants [n° 16 à 31]
 - Canaux descendants [n° 32 à 255]
 - Canaux inutilisés [n° 1 à 15]
- Chaque canal
 - modulé en amplitude et en phase, au rythme de 4 000 symboles par seconde
 - CAP ("Carrierless Amplitude Phase Modulation") avant 1996 for ADSL,
 - DMT ("Discrete multitone modulation") aussi appelé OFDM ("Orthogonal frequency-division multiplexing")
 - De 2 à 15 bits par symbole en fonction de la qualité de la transmission sur la boucle locale



30 septembre 2013

Figure 2 : Spectre DMT

xDSL

12

Trames ADSL

- Une trame
 - Est formée de la somme des bits véhiculés par l'ensemble des canaux :
 - 16 canaux, codage 8 bits/symbole (4000 symbole/s):
 - $16 \times 8 \times 4000 = 512$ Kbit
 - Contient
 - information de service, données des utilisateurs, champ de contrôle d'erreur (code auto-correcteur Reed-Solomon)
- Supertrame
 - Une super-trame est formée de 68 trames successives
 - Plus une 69^e trame de contrôle

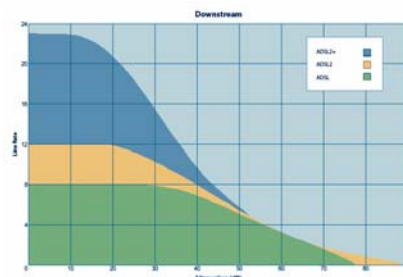
30 septembre 2013

xDSL

13

ADSL2+

- ADSL2+ est une évolution de l'ADSL (ITU G.992.5)
 - utilise 511 canaux,
 - bande de fréquences utilisées jusqu'à 2,2 MHz:
 - 20 Mbit/s dans le sens descendant.
 - débit du sens montant reste inchangé par rapport à l'ADSL « classique ».



30 septembre 2013

xDSL

14

VDSL

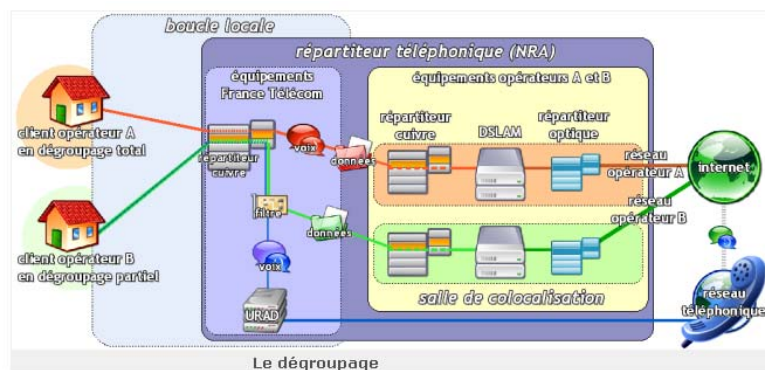
- **VDSL** ("*Very high bit-rate DSL*") (ITU G.993.1)
 - les signaux VDSL sont transportés sur une paire de cuivre (co-axiale ou non), simultanément et sans interférence avec la voix téléphonique
- Très hauts débits :
 - 13 à 55,2 Mbit/s montant
 - 1,5 à 6 Mbit/s descendant
 - Ou symétrique : à 34 Mbit/s
- Modulation DMT
- Peut utiliser jusqu'à 7 bandes de fréquence différentes
 - adaptation du débit
 - En fonction de l'offre des services
 - De la qualité de transmission du medium
 - Des règlements
- VDSL 2 (2006) : 100 Mbit/s dans chaque sens !

30 septembre 2013

xDSL

15

Dégroupage



30 septembre 2013

xDSL

16

ADSL et Internet

- Configuration automatique de la station
 - DHCP
- Transport sur la ligne (boucle locale)
 - PPP ("Point-to-Point Protocol")
 - PPP over ATM
 - PPP over Ethernet (PPPoE)

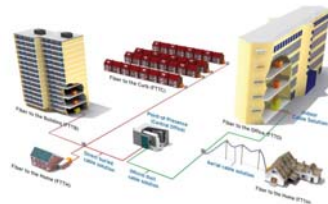
30 septembre 2013

xDSL

17

Conclusion

- ADSL permet de réutiliser la boucle (téléphonique) locale
 - Limité en débit et en distance (< 2 à 100 Mbit/s)
 - Utilise une technique d'OFDM
- Pour augmenter le débit :
 - "Fiber to the Home" (FTTH)



30 septembre 2013

xDSL

18

Bibliographie

30 septembre 2013

xDSL

19