

# Niveau 1

## Couche physique

# Les différentes interfaces (sauf Ethernet)

DS0	64 Kbps
DS1	1.544 Mbps
DS2	6.312 Mbps (4 DS1)
DS3	45 Mbps (30 DS1)
E1	2.048 Mbps
E2	8.448 Mbps
E3	34.368 Mbps
E4	139.264 Mbps

OC-1c	51.840 Mbps
OC-3c	155.520 Mbps
OC-12c	622.080 Mbps
OC-48c	2.488.320 Mbps (2.5 Gbps)
OC-192c	9.953.280 Mbps (10 Gbps)
OC-768c	39.813.120 Mbps (40 Gbps)
OC-3072c	159.252.480 Mbps (160 Gbps)

# Les interfaces Ethernet

## Evolution

Ethernet	10 Mbps	Années 90	Comp. TR (4/16)
Fast Ethernet	100 Mbps	2002 - 2003	Comp. FDDI / ATM
Gig Ethernet	1 Gbps	2006 - 2007	Comp. ATM / POS
10 Gig Ethernet	10 Gbps	2009 – 2010 (?)	Comp. POS
100 Gig Ethernet	100 Gbps	Core only !	
Terabit Ethernet	1 Tbps	Core only !	

La vitesse est multipliée par 10  
tous les 3 ans... Waouw !

Défi: trouver une telle évolution pour un autre produit /  
technologie...



# GigE...

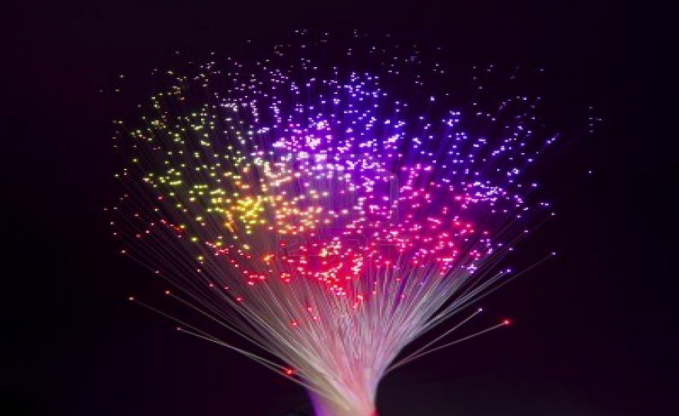
- “In 2003, Gigabit Ethernet prices continued to plummet, and Gigabit Ethernet has really become the de facto enterprise standard connection for desktops. You still don't need it - but who cares? It's cheap.” On-line newsletter, Décembre 2003.
- “An analyst last week told enterprise IT and network professionals they will toss away more than \$10 billion on Gigabit Ethernet LAN gear over the next two years” Gartner Group, May 2006
- “U.S. analysts CIR have predicted that new Ethernet standards on the way will kill off SONET by 2016, just eight years away ...” Network World, Jan 2008.

# GigE...

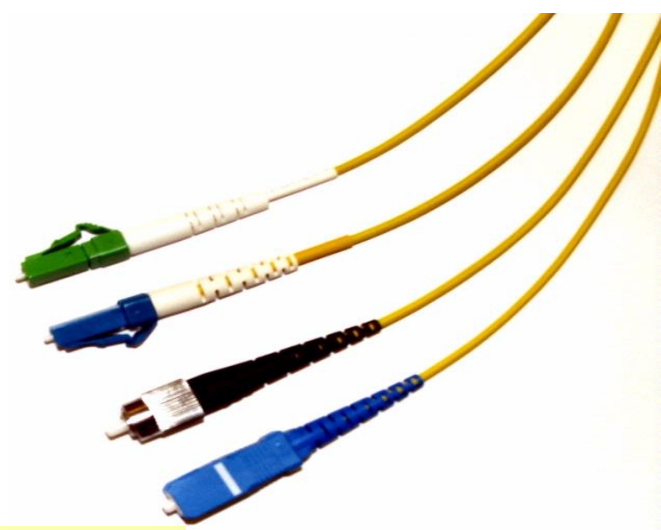
- En été 2012, on commence à parler de 40Gig sur les PC !

# Terabit Ethernet

- Sept 2009... On commence à en parler... Mais rien n'existe encore...
- Ce type d'interface n'est pas pour les PC (évidemment, aucun bus ne sait suivre la cadence) mais bien pour des interfaces spécialisées contrôlées par des ASICs.



# Les fibres



- Multimode:
  - Approprié pour les courtes distances, LANs
  - Plusieurs longueurs d'onde (multi)
  - 50/125  $\mu$ , 62,5/125  $\mu$
- Monomode:
  - Approprié pour les longues distances, WANs
  - Une seule longueur d'onde (mono)
  - 9/125  $\mu$
  - Ne pas regarder le faisceau lumineux (laser)

# Câble UTP – Ethernet – 10 Mbps

- 10BaseT: Cat 3, 4, 5; Half duplex; 2 paires utilisées; 100 m max.



# Câble UTP – Ethernet – 100 Mbps

- 100BaseTX: Cat 5; Half ou Full duplex; 2 paires, 100 m max.
- 100BaseT4: Cat 3; Half duplex; 4 paires, 100 m max.
- 100BaseT2: Cat 3, 4, 5; Half ou Full duplex; 2 paires, 100 m max.

# Fibre – Ethernet – 100 Mbps

- 100BaseFX: Multimode; Half ou full duplex; 1 paire utilisée; 400 (HD) m ou 200 (FD) max.
- 100BaseFX: Single mode; Half ou full duplex; 1 paire utilisée; 10 kms max.

# UTP – Ethernet – 1 Gbps

- 1000BaseT: Cat 5; 4 paires utilisées; 100 m max.

# Fibre – Ethernet – 1 Gbps

- 1000BaseSX: 62,5  $\mu$ ; 160 MHz; 220 m max
- 1000BaseSX: 62,5  $\mu$ ; 200 MHz; 275 m max
- 1000BaseSX: 50  $\mu$ ; 400 MHz; 500 m max
- 1000BaseSX: 50  $\mu$ ; 500 MHz; 550 m max
- 1000BaseLX: 62,5  $\mu$ ; 500 MHz; 550 m max
- 1000BaseLX: 50  $\mu$ ; 400 MHz; 550 m max
- 1000BaseLX: 50  $\mu$ ; 500 MHz; 550 m max
- 1000BaseLX: 9/10  $\mu$ ; N/A MHz; 5 km max
- 1000BaseLH: 9/10  $\mu$ ; N/A MHz; 10 km max
- 1000BaseZX: 9/10  $\mu$ ; N/A MHz; 90 km max

# Fibre – Ethernet – 10 Gbps

- 10GBaseLX-4, MM, 1310 nm, 300 m max
- 10GBaseLX-4, SM, WWDWM, 10 km max
- 10GBaseSR, MM, 850 nm, 300 m max
- 10GBaseLR, SM, 1310 nm, 10 km max
- 10GBaseER, SM, 1550 nm, 40 km max
- 10GBaseSW, MM, 850 nm, 300 m max
- 10GBaseLW, SM, 1310 nm, 10 km max
- 10GBaseEW, SM, 1550 nm, 40 km max

# Ethernet over Power (CPL)

- Idée intéressante (pas de nouveaux câbles)
- On fait passer des informations Ethernet sur les câbles électriques, souvent présents !
- Evite de devoir éventrer les murs (particuliers)
- De plus en plus utilisé (Devolvo de Belgacom en Belgique)

# Power over Ethernet

- Même idée que précédemment (diminuer le nombre de câbles).
- Dans ce cas, on fait passer le courant sur les câbles Ethernet...
- Beaucoup plus répandu, on trouve des switches supportant Power over Ethernet à des prix très abordables. Certains équipements (téléphones IP, wireless AP ...) supportent cette technologie.
- En pleine croissance, plusieurs standards de négociation existent.

# Etat des lieux

- TR: Mort.
- ATM: Vieillissant (en état de décrépitude avancée).
- POS: utilisé dans le core, petit à petit remplacé par GigE (ou 10GigE ou 100GigE).
- Ethernet 10 Mbps: Vieillissant (quasiment disparu)
- Ethernet 100 Mbps: Courant (mais déjà installé)
- Ethernet 1 Gbps: Aujourd'hui !
- Ethernet 10 Gbps: Dans le core
- On commence à parler d'Ethernet 100 Gbps (fev 06) et Terabit Ethernet...



# WLAN

- Explosion !
- Récemment, le prix de la pose des câbles et l'apparition de standards fiables ont permis une forte augmentation de l'apparition des réseaux Wireless (basé sur les standards 802.11(a, b, g, n, x etc)) chez les particuliers.
- Basé sur CSMA/CA !
- Des projets commencent à exister pour mettre des villes entières sous Wireless (WiMax, Réseau citoyen etc)...
- Certains devices (tablettes) n'ont plus d'interface câblée !

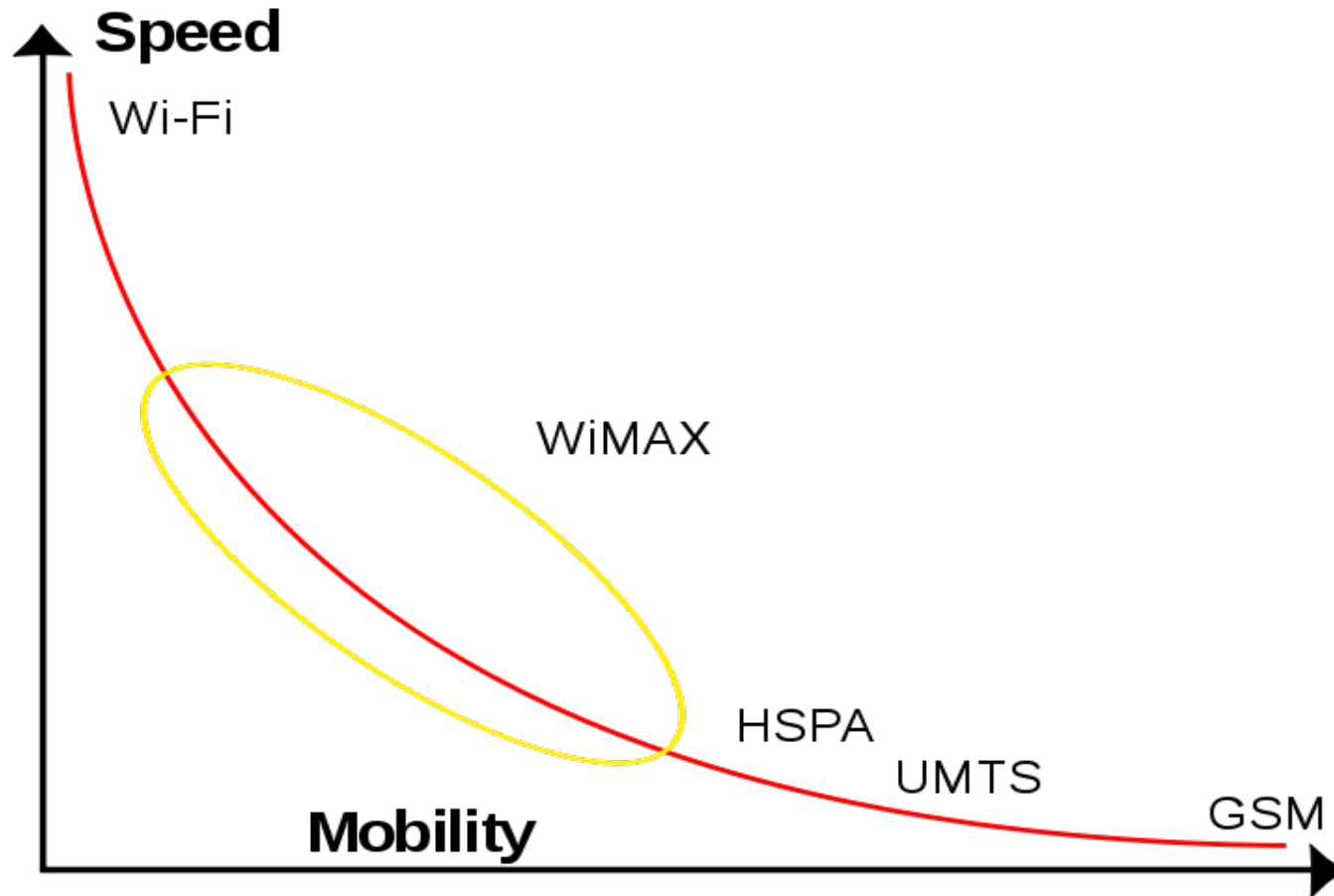
# WiFi: 802.11

Date	IEEE	Débit Max Théo (Mbps)	Fréq. (GHz)
1997	802.11	2	2.4
1999	802.11a	54	5
1999	802.11b	11	2.4
2003	802.11g	54	2.4
2007-2009	802.11n	600 (150)	2.4 / 5
2012	802.11ac	3600	

# WiMAX – 1

- Worldwide Interoperability for Microwave Access
- Idée: remplacer le 'last mile' (propriétés des grands opérateurs télécom) par une couverture sans fil.
- IEEE 802.16
- Fixe (PDA) / mobile (Home connection)
- Jusqu'à environ 40 kms...

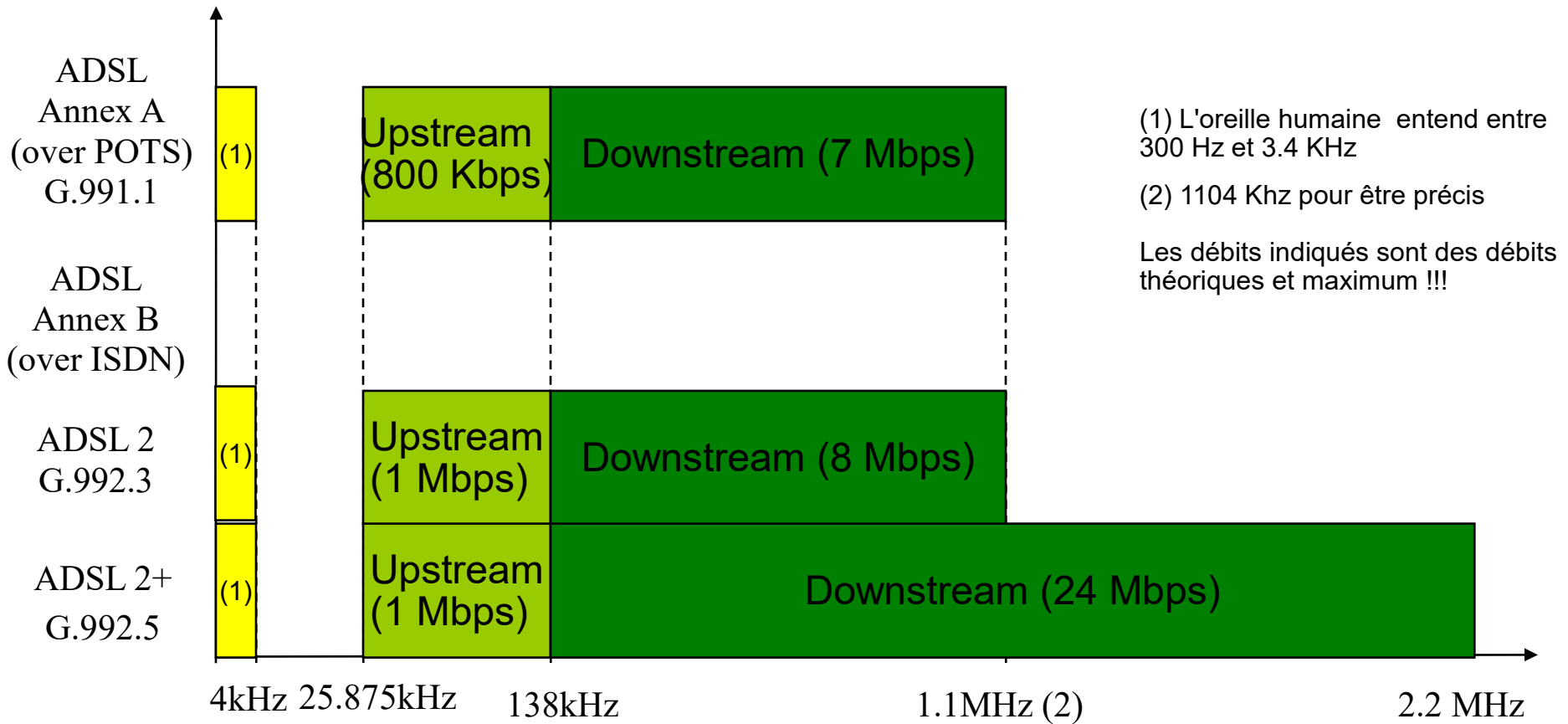
# WiMax – 2



# WiMAX – 3

- LOS (Line Of Sight)
- NLOS (Non Line Of Sight)
- WiMAX évite de petits obstacles (arbre, voiture), mais pas les grands (immeuble, colline)
- BTS (Base Transceiver Station)
- Backhaul

# ADSL... les débuts...



# ASDL, l'évolution

- VDSL (Very high bit rate DSL)
- VDSL2
- SDSL (Symetric DSL)
- Aujourd'hui, chez les particuliers...

