

Chapitre 2.1

Les réseaux : la synthèse

Plan

- Les principes de base
- La boucle locale
- Réseaux de mobiles et Réseaux sans fil
- Wi-Fi

Les principes de base

Définitions

La couche ISO

La transmission d'une signalisation

Les évolutions des réseaux

Routage et communication

Les priorités dans les routeurs

Contrôle du flux Internet

Définitions (1/4)

- Réseau : ensemble de nœuds reliés par des liens
 - Si les liens et les nœuds deviennent un support de transmission d'une information, on parle de réseau informatique
- Émergence d'un réseau
 - Un réseau peut induire une fonction que ses sous parties ne possèdent pas, on la qualifie d'émergence. Par exemple la conscience est l'émergence du réseau neuronal → problématique dans les architectures réparties
- Réseau informatique
 - Indépendamment de la technologie sous-jacente, on porte généralement une vue matricielle sur ce qu'est un réseau. De façon **horizontale**, un réseau est une strate de trois couches : les **infrastructures**, les **fonctions de contrôle et de commande**, les **services** rendus à l'utilisateur. De façon **verticale**, on utilise souvent un découpage géographique : réseau local, réseau d'accès et réseau d'interconnexion.
 - Les infrastructures : câbles (10BASE-T = paires torsadées), ondes, signaux électriques
 - Protocoles et services = procédures de contrôles du flux de l'information ⇒ matériels spécifiques comme les routeurs, commutateurs de réseau, ... Les services reposent sur les protocoles : transfert de texte et de données, transfert de la voix

Définitions (2/4)

- Intranet : le réseau interne d'une entité organisationnelle
 - un intranet possède une architecture clients/serveur(s) n tiers. D'où l'application des architectures réparties.
- Extranet : le réseau externe d'une entité organisationnelle
 - les sites à accès sécurisé permettant à une entreprise de n'autoriser sa consultation qu'à certaines catégories d'intervenants externes, ses clients ou ses fournisseurs en général.
- Internet : le réseau des réseaux interconnectés à l'échelle de la planète
- Routeur
 - Un **routeur** est un matériel de communication de réseau informatique destiné au routage. Son travail est de limiter les domaines de broadcast et de déterminer le prochain nœud du réseau auquel un paquet de données doit être envoyé, afin que ce dernier atteigne sa destination finale le plus rapidement possible. Ce processus nommé routage intervient à la couche 3 (couche réseau) du modèle OSI.
 - Il ne doit pas être confondu avec un pont (couche 2), une passerelle (couche 4 à couche 7), ou un pare-feu.

Définitions (3/4)

- Commutateur de réseau ou switch
 - est un équipement qui connecte plusieurs segments dans un réseau informatique. Il utilise la logique d'un **pont** mais permet une topologie physique et logique en **étoile**. Les commutateurs sont souvent utilisés pour remplacer des *concentrateurs*.
 - Chaque nœud connecté à un concentrateur reçoit les trames des autres par diffusion (broadcast), même celles qui ne lui sont pas adressées. Un commutateur, quant à lui, connecte des segments et maintient les connexions aussi longtemps que des données sont envoyées.
 - Lorsqu'une trame entre dans le commutateur, celui-ci conserve l'adresse MAC de l'émetteur et le port sur lequel il l'a reçu dans une table d'adresse. Le commutateur envoie alors la trame directement au **port correspondant à l'adresse MAC** destinataire (en se basant sur la table d'adresse).
 - Des segments logiques (appelés Virtual LAN ou VLAN) peuvent être utilisés avec les commutateurs pour réduire la taille des domaines d'émission broadcast et augmenter en même temps la sécurité.

Définitions (4/4)

- Adresse MAC
 - (*Medium Access Control address*) est un identifiant physique stocké dans une carte réseau ou une interface réseau similaire et utilisé pour attribuer mondialement une adresse unique au niveau de la couche de liaison (couche 2 du modèle OSI).
 - Les adresses M.A.C sont attribuées par l'IEEE (L'Institute of Electrical and Electronics Engineers) . Elle est constituée de 6 octets variant de 0 à 255 (281 000 milliards) d'adresses MAC possibles).
- Réseau Téléphonique Commuté (RTC)
 - communication point à point établie durant tout le temps de la communication
 - commutation analogique et numérique (routeur)

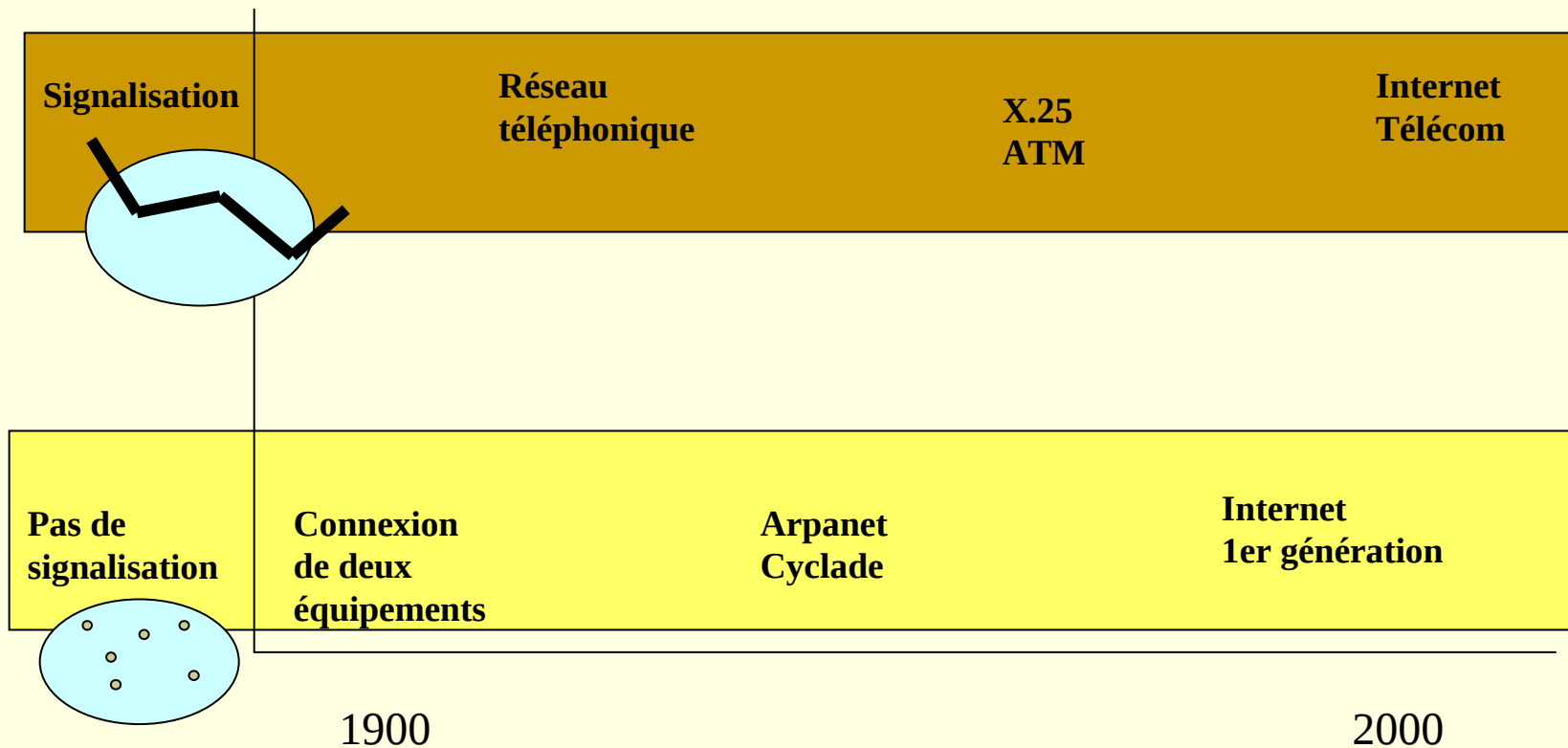
La couche ISO

- La caractérisation donnée ici est tirée de ISO 7498-1. :
 - La **couche physique** est chargée de la transmission effective des signaux entre les interlocuteurs. Son service est typiquement limité à l'émission et la réception d'un bit ou d'un train de bit continu (notamment pour les supports synchrones).
 - La **couche «liaison de données»** gère les communications entre 2 machines adjacentes, i.e. directement reliés entre elle par un support physique.
 - La **couche «réseau»** gère les communications de bout en bout, généralement entre machines (routage et relaying) : la couche IP
 - La **couche «transport»** gère les communications de bout en bout entre processus (programmes en cours d'exécution) : TCP, UDP
 - La couche **«session»** gère la synchronisation des échanges et les «transactions».
 - Les 2 services originaux de la couche session sont la synchronisation des communications (quel intervenant peut émettre à tel moment) et la gestion des "transactions", un mécanisme de correction des erreurs de traitement par restauration d'un état antérieur connu.
 - La **couche «présentation»** est chargée du codage des données applicatives, précisément de la conversion entre données manipulés au niveau applicatif et chaînes d'octets effectivement transmises : monde IP que la chaîne de caractère
 - La **couche application** est le point d'accès aux services réseaux, elle n'a pas de service propre spécifiable et entrant dans la portée de la norme : HTTP, FTP, SMTP, DNS, ...

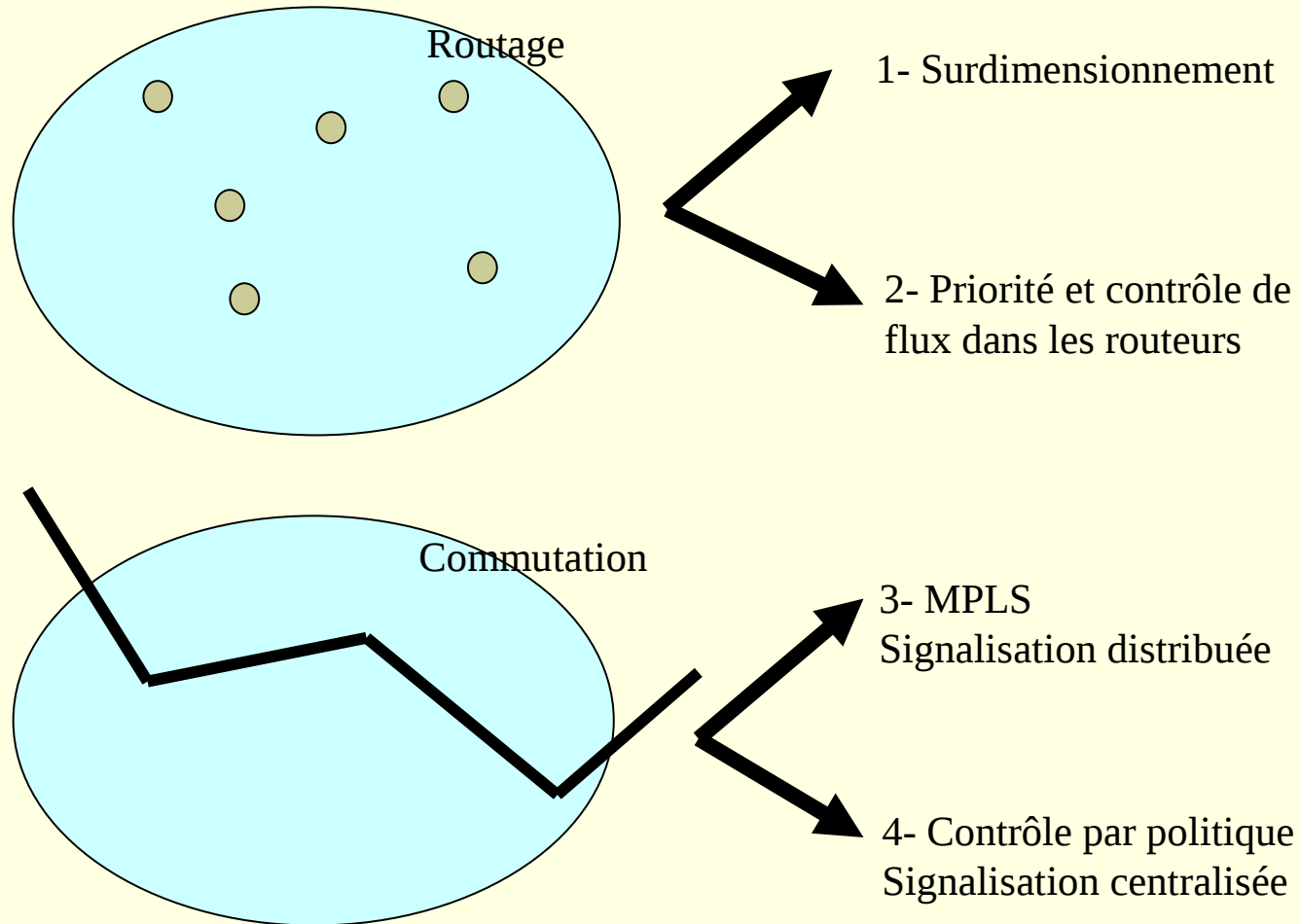
La transmission d'une signalisation

- Dans le réseau Internet (IP) : pas de signalisation
 - échanges de datagramme : paquet avec l'adresse complète du destinataire
 - problèmes de QoS (Quality Of Service)
- QoS = Ensemble de paramètres échangés pendant une communication avec connexion pour que les informations passent correctement.
 - Est la capacité à véhiculer dans de bonnes conditions un type de trafic donné, en termes de disponibilité, débit, délais de transit, taux de perte de paquets...
 - Son but est ainsi d'optimiser les ressources du réseau et de garantir de bonnes performances aux applications critiques. La Qualité de Service sur les réseaux permet d'offrir aux utilisateurs des débits et des temps de réponse différenciés par application.
 - Elle permet ainsi aux fournisseurs de services (départements réseaux des entreprises, opérateurs...) de s'engager formellement auprès de leurs clients sur les caractéristiques de transport des données applicatives sur leurs infrastructures IP.
- Dans les réseaux X25, ATM, ... : signalisation
 - circuit virtuel ou chemin entre l'émetteur et le destinataire

Les évolutions



Routage et commutation

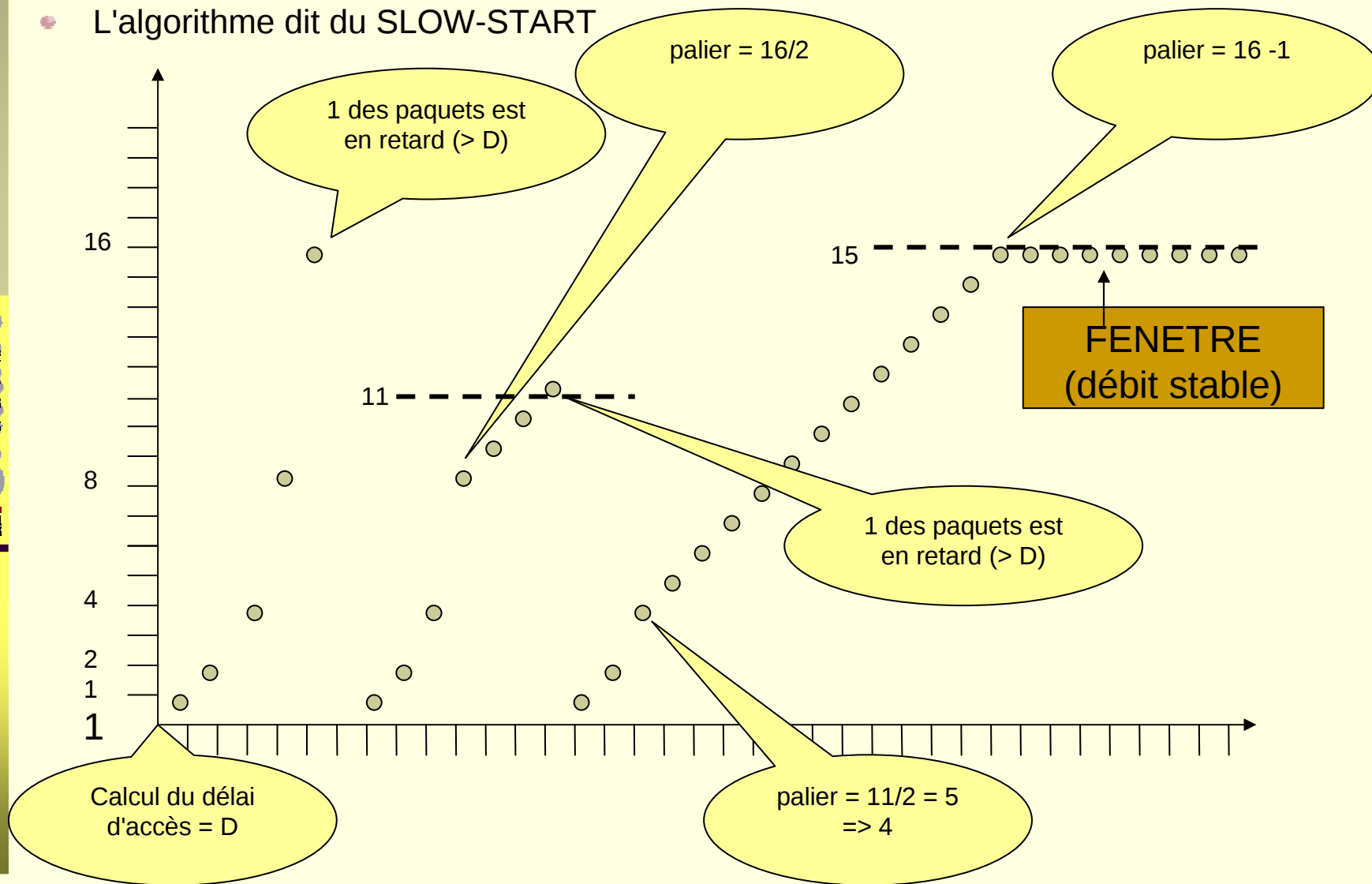


Les priorités dans les routeurs

- Il existe 3 niveaux de priorités :
 - La classe avec garantie complète : **EF** (Expected Forwarding)
 - Les classes avec garantie partielle : **AF** (Assured Forwarding), avec 4 sous niveaux : Platinum Gold Silver Bronze qui se décomposent au total en 12 classes (AF41 → TV, AF11→Téléphone,AF13→Transfert de fichier)
 - La classe sans garantie : **BE** (Best Effort)
- Il faut limiter les clients en EF (15%)
- BE → gratuit, utilisé pour Internet
- Il y a 4 Milliard d'adresse donc 4Md x N flux par client
- Les routeurs sont donc des machines simples (pas d'intelligence)
- L'intelligence du réseau est dans les machines (émetteurs et récepteurs)
- Le routeur ne fait que faire passer les paquets (pas de contrôle) => Internet est peu cher

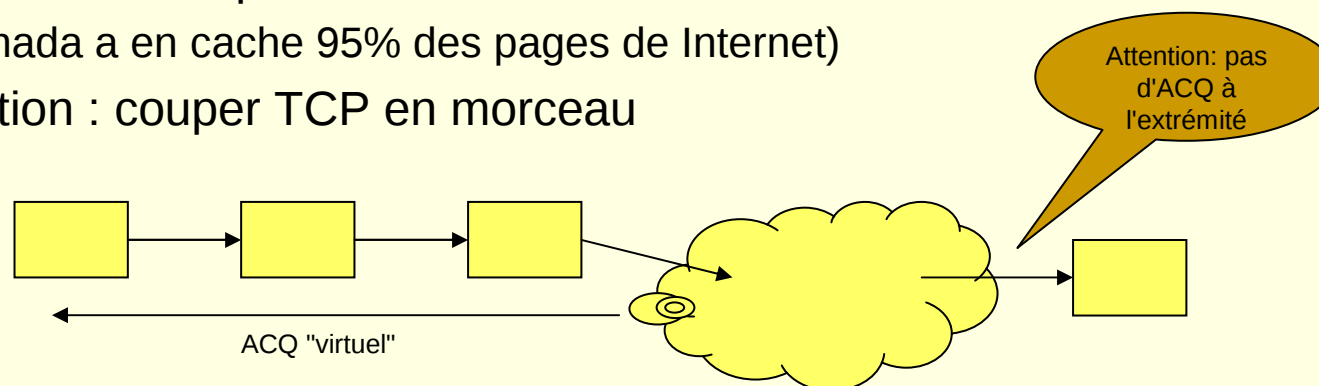
Contrôle du flux Internet (1/3)

L'algorithme dit du SLOW-START



Contrôle du flux Internet (2/3)

- Les raisons pour lesquelles un acquittement est en retard :
 - le réseau est saturé
 - si le serveur est saturé il ne fait pas d'acquittement de certain paquet (surtout si l'émetteur n'est pas le client)
 - si le paquet est perdu
 - les fournisseurs d'accès le font exprès afin de réguler leur trafic, pour ne pas être obligé d'augmenter la taille de leur "tuyau"
- Si plusieurs communication alors les fenêtres s'ajoutent
 - => accès DSL, partager avec les "voisins" pour atteindre une stabilité
- Plus l'information est proche mieux c'est => utilisation de "Cache"
 - ex: Canada a en cache 95% des pages de Internet)
- Autre solution : couper TCP en morceau



Contrôle du flux Internet (3/3)

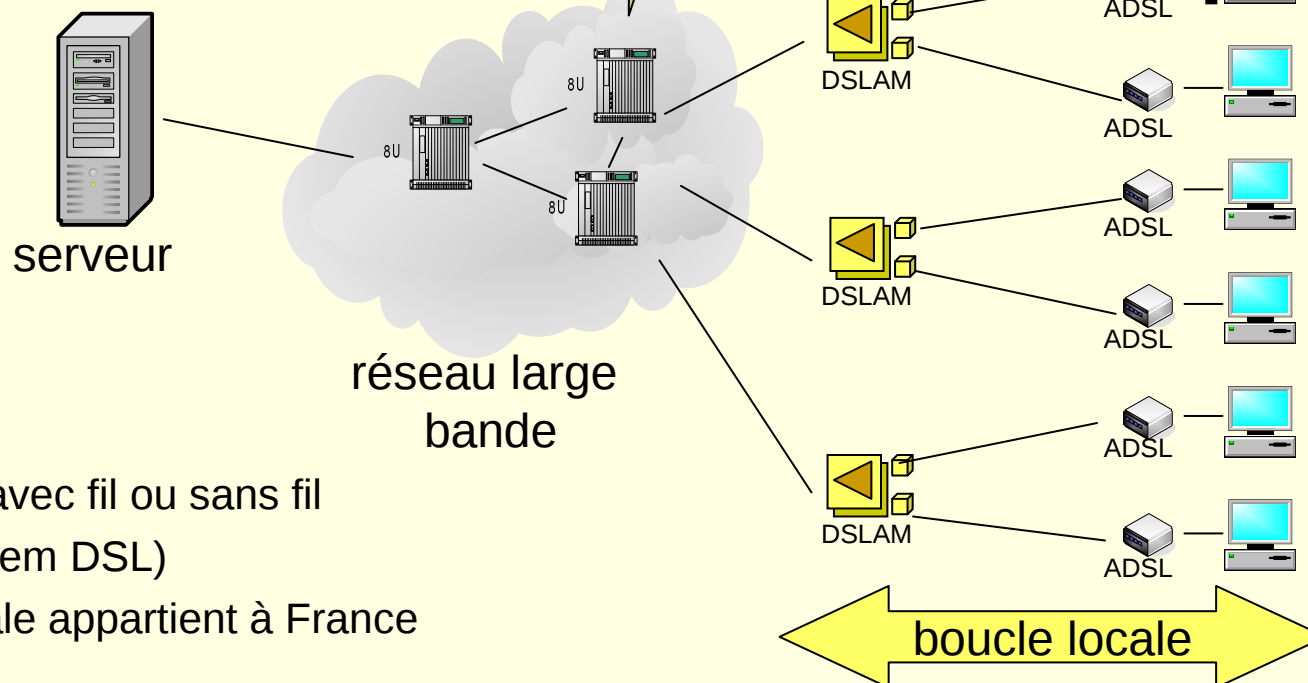
- On descend toujours à 1 sinon en démarrant une fenêtre trop haute alors saturation du réseau
- Algorithme très performant pour la transmission des données
 - algo distribué
 - auto régulation
 - adaptabilité
- Par contre, faire de la téléphonie avec ce principe algo n'est pas possible
 - => utilisation de UDP
 - protocole hors contrôle
 - pas d'acquittement
 - mais si UDP ↑ alors problème de saturation sur Internet
 - => nouvelle normalisation pour contrôler le flux UDP
 - actuellement le flux UDP est < à 10 % mais augmente (téléphonie, visioconférence, radio, ...)

La boucle locale

- Le réseau d'accès avec fil
- La fibre optique
- La boucle locale électrique
- xDSL
- Réseau d'accès
- Architecture protocole ATM
- DSL
- La QoS dans les DSL
- Le réseau domestique

Le réseau d'accès avec fil

- La boucle locale est un réseau d'accès
- Elle est la partie terminale entre l'opérateur et le client

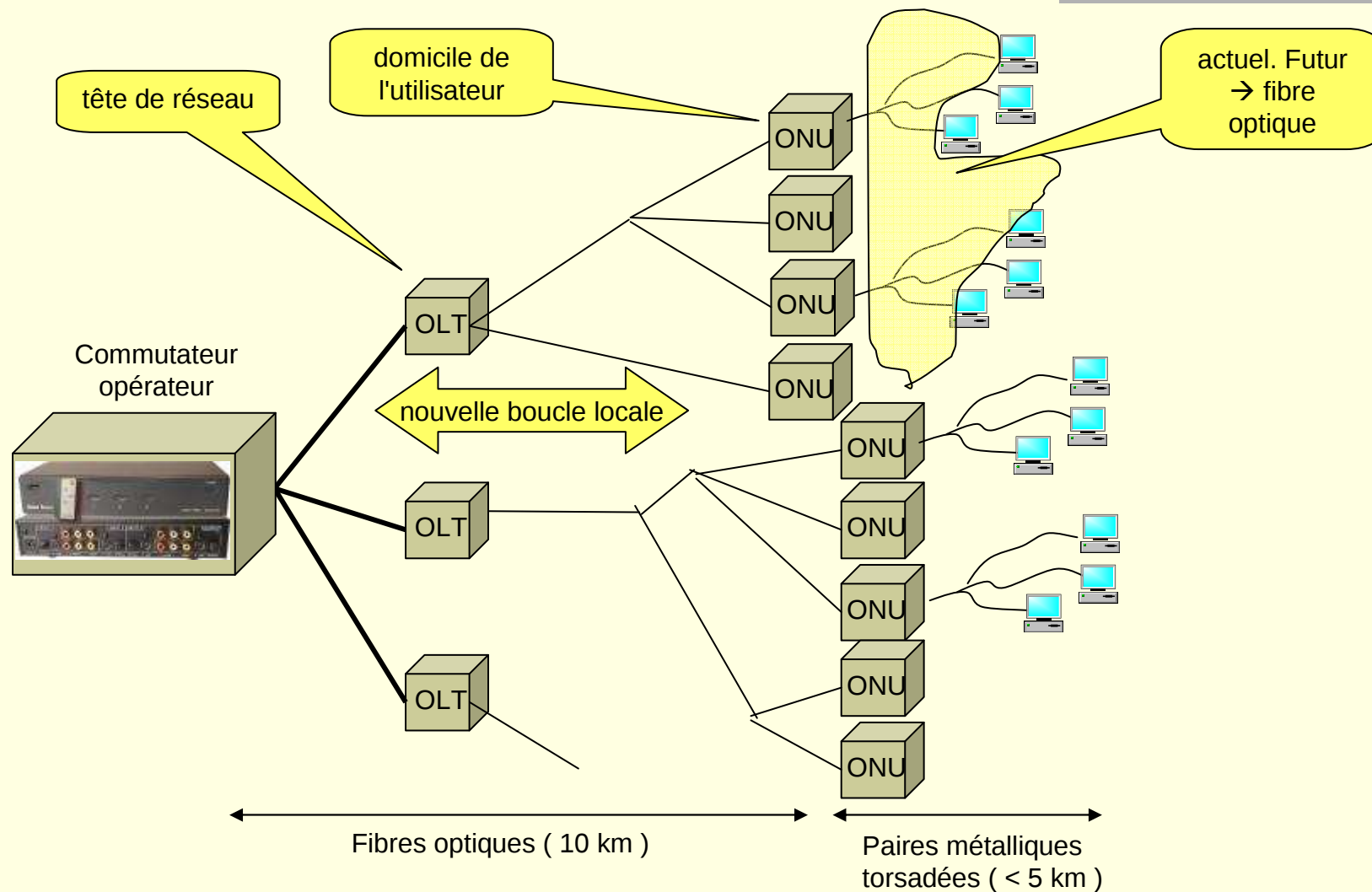


- deux types : avec fil ou sans fil
- DSLAM (modem DSL)
- la boucle locale appartient à France Télécom
- La création d'une boucle locale par un opérateur est trop coûteuse => location d'une partie de la boucle locale DSLAM
- La ligne entre DSLAM et le réseau de l'opérateur doit être dimensionné en fonction du nombre de client (limitation du dégroupage)
- ATM → enrobage du paquet TCP/IP

La fibre optique

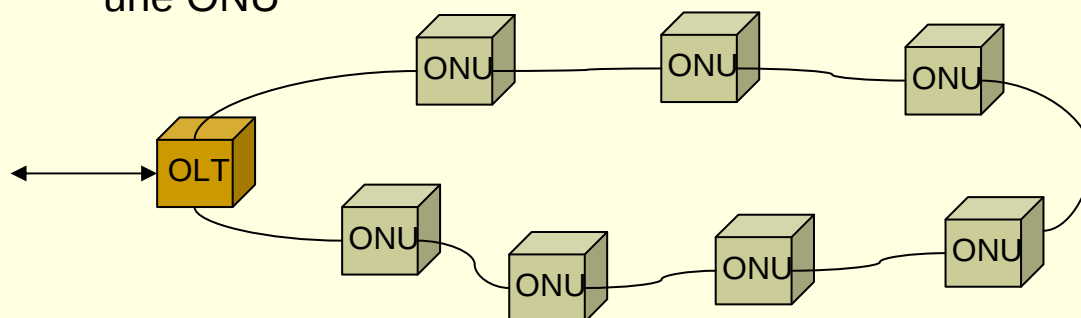
- La fibre optique FITL (Fiber In The Loop)
 - jusqu'au quartier FTTQ
 - jusqu'au trottoir FTTC
 - jusqu'au bâtiment FTTB
 - jusqu'à la prise FTTH
- La diffusion par fibre optique est une technologie nouvelle pour les opérateurs internet
- Possibilité d'utiliser des réseaux en étoiles optiques => diffusion totale : si le réseau est à 1 Gbits alors tous les ONU peuvent s'achanger à 1 Gbits
- Début 2007 → modem à 1 Gbits/sec grâce à la fibre optique, disponible pour certains particuliers (villes test)
 - pointes à 400 500 Mbits/s
 - peer to peer → vidéos en quelques secondes
 - TV sur internet
 - coup d'abonnement à 80 euros/mois
- Attention au "SLOW-START" : ce type d'algorithme n'est pas adapté à cette nouvelle technologie

PON (Passive Optical Network)



EPON : Ethernet Passive Optical Network

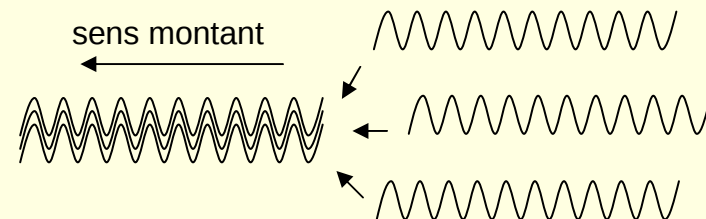
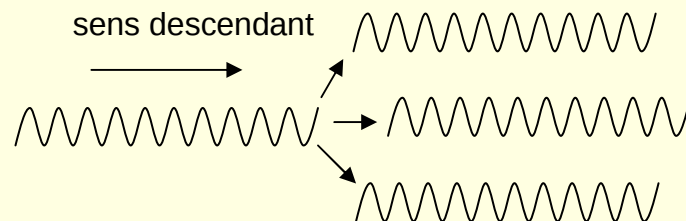
- FFTC (trottoir)
 - Chaque set-top-box est connectée directement sur l'ONU
- FTTH (prise)
 - Partage de la capacité de la fibre optique entre les différentes set-top-box sur une ONU



- Chaque client à un canal IP à superposer sur le canal montant => il faut faire du multi-plexage (= partagé dans le temps (SLOT))
- En slow-start un client perd sa tranche de suite
- Il faut garder une fenêtre donnée => modifier l'algo du Flow-Start (ex: les américains) => toujours émettre pour garder ouverte des fenêtres
- Des slots limités à 155 clients à la fois

Le CATV

- CATV = télévision par câble aux états-unis
- le modem câble
- le multimédia
- pb de la voie d'accès montante (utilisateur vers terminal)
- utilisé pour la TV, chaque dest reçoit par multiplexage du signal
- utilisé pour la téléphonie en superposant dans la voie montante les signaux
- N bandes montantes réparties de 5 à 60 MHz
- M bandes descendantes réparties de 65 à 850 MHz

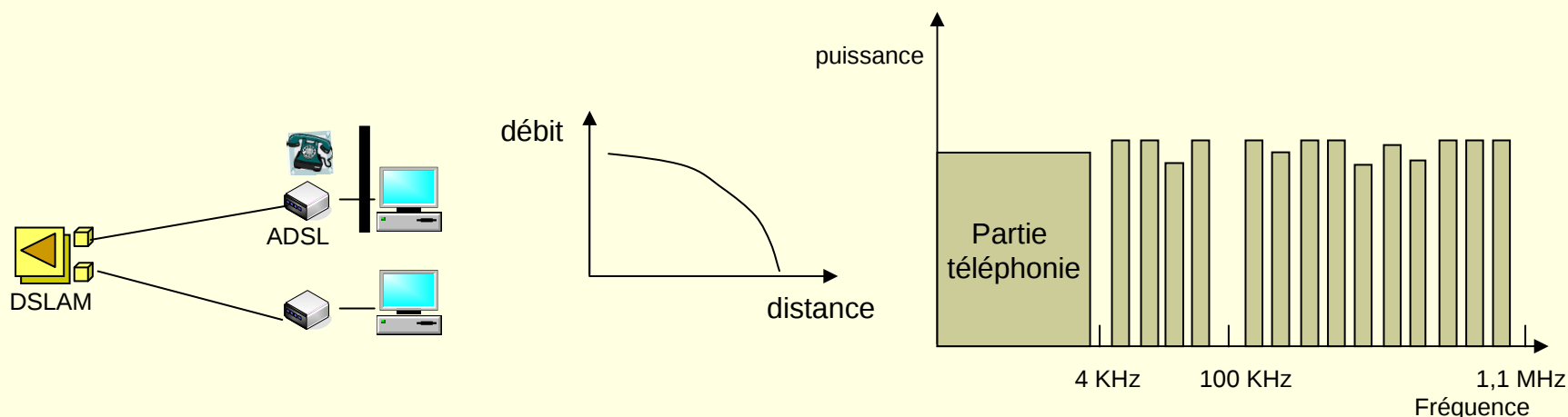


La boucle locale électrique

- utiliser le réseau électrique pour la téléphonie en voie IP
- technologie des courants porteurs en ligne (CPL) pour mettre en œuvre des services de télécommunications à partir des supports des réseaux de distribution publique d'électricité (<http://www.altivis.fr/Telephonie-sur-IP-VoIP-sur-la,1005.html>)
- les techniques à utiliser sont très complexes
- architecture complexe : générateur / sous-stations / coupleurs x nœud sur le réseau de distribution primaire / distribution secondaire jusqu'au maison

La technologie xDSL (1/3)

- DSL = Digital Subscriber Line, un mode de codage des données
- Il s'agit d'un mode d'exploitation étendu de lignes en cuivre existantes partant du principe suivant : une ligne téléphonique permet de diffuser des ondes comprises dans un certain spectre de fréquences ; or la voix n'utilise qu'une partie très restreinte de ce spectre, et il est même possible de la réduire encore sans gêner les communications. L'idée est donc de mettre à profit la partie non utilisée du spectre pour transporter des données.
- Plusieurs normes : ADSL SDSL HDSL VDSL ...
- Distance entre le DSLAM et le domicile influe sur le débit
- Modem variable, doit s'adapter en fonction de la distance



La technologie xDSL (2/3)

- **ADSL** (*Asymmetric Digital Subscriber Line*)
 - Le transport de données utilise des fréquences supérieures à celles d'un signal voix. Les données et le signal voix circulent simultanément sur la même ligne sans interférer (utilisation de fréquences différentes). Le principe est le même que pour le VDSL et le SDSL sauf que dans ce dernier cas, le débit montant est égal au débit descendant.
- **SDSL** (*Symmetric Digital Subscriber Line*, version standardisée de HDSL)
 - La technologie SDSL utilise seulement une paire torsadée (deux conducteurs) alors que les précédents standards DSL en utilisent deux voire trois. De plus, ce standard est symétrique, c'est-à-dire que le débit de téléchargement vers le réseau est le même depuis le réseau.
 - Cette technologie est réservée aux professionnels, étant donnée le peu d'intérêts qu'elle représente pour les particuliers qui préfèrent l' ADSL. Leur débit est moins important et un particulier n'a généralement pas besoin d'un débit fort en envoi.
 - modem à débit variable
- **HDSL** (*High-bit-rate Digital Subscriber Line*) ("Ligne d'abonné numérique à haut débit ")
 - est une technologie xDSL utilisant un code en ligne "2B1Q", (famille d' ADSL).

La technologie xDSL (3/3)

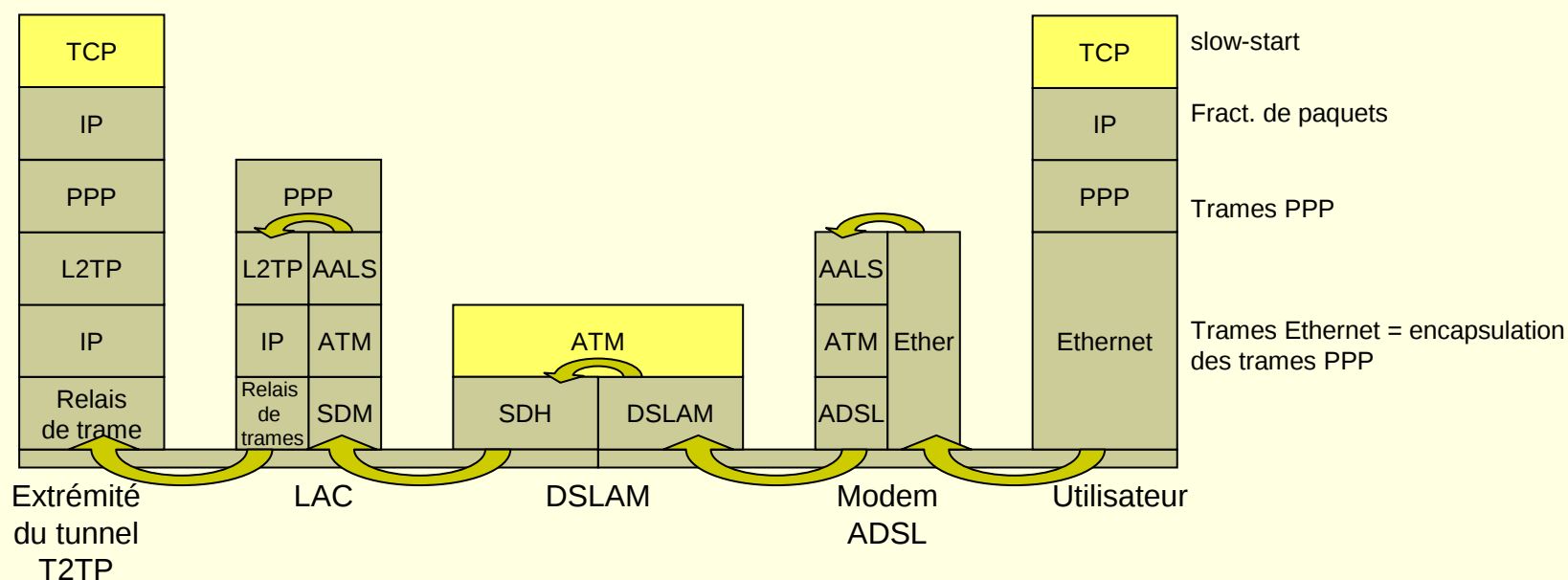
- VDSL (*Very high bit-rate DSL*)
 - Débit jusqu'à 100Mbits/s mais sur des distances plus petites
 - l'utilisateur devra se trouver à moins de 300 m du DSLAM
 - permet d'établir des connexions réseau à haut débit sans déployer de câblage dédié : il suffit d'utiliser des installations téléphoniques existantes
 - déployer le VDSL dans des immeubles, des hôtels, des hôpitaux, etc
 - Pour une utilisation personnelle (pavillon, appartement), il est possible d'utiliser le VDSL pour raccorder deux points distants, soit si la distance excède les 100 m maxi des réseaux Ethernet, soit si l'installation téléphonique est existante, mais que le déploiement de câbles Ethernet pose un problème de coût ou de faisabilité. On appelle cela un *pont VDSL*
 - version VDSL2 : passe à 100 Mbit/s en full-duplex, et la distance entre l'utilisateur et le DSLAM est portée à 3 500 mètres
 - lancement prévu fin 2006

Les réseaux d'accès avec câbles téléphoniques

- Paires métalliques + modem xDSL
 - ADSL
 - 1,5 Mbits/s pour 6 km
 - 2 Mbits/s pour 5 km
 - 6 Mbits/s pour 4 km
 - 9 Mbits/s pour 3 km
 - 13 Mbit/s pour 1,5 km
 - 26 Mbits/s pour 1 km
 - 52 Mbits/s pour 300 mètres
 - SDSL
 - HDSL
 - VDSL
- Téléphone et télévision sur xDSL

Architecture protocole ATM (1/2)

- Les trames ATM sont de longueurs constantes (424 bits)
- Désavantage de la trame ATM : pas de début/fin => compter le nombre de données utiles => si désynchronisation alors difficultés => vérification polynomiale => temps => limite le débit
- La trame Ethernet est plus performante car le début et fin sont codés => dans 10 ans que de l'éthernet
- Les modems sont tous actuellement en ATM
- Le modem ADSL : décapsule et remet en trame ATM
- Trame ATM → ligne téléphonique
- La tendance : tout passer en ETHERNET



Architecture protocole ATM (2/2)

- L2TP = **Layer 2 Tunneling Protocol (L2TP)** signifie protocole de tunnellation de niveau 2
 - protocole réseau utilisé pour créer des Virtual Private Networks (VPN), le plus souvent entre un opérateur de collecte de trafic (dégroupeur ADSL ou opérateur de téléphonie pour les accès RTC) et les fournisseurs d'accès à Internet
 - Le transport de ces connexions se fait grâce à des tunnels IP/UDP
 - Un même tunnel peut transporter plusieurs connexions, en général il n'y a qu'un seul tunnel entre deux mêmes équipements de terminaison.
 - L'équipement qui initie le tunnel est appelé LAC (L2TP Access Concentrator) et l'équipement qui termine le tunnel est appelé LNS (L2TP Network Server).

QoS dans les accès xDSL (1/2)

- Augmentation croissante du besoin de la qualité de service des accès xDSL → marché des particulier énorme
- La technologie xDSL appliquée au réseau domestique
 - boîtiers de surveillance, de sonde (domotique), vidéo-surveillance, ...
 - téléphonie, visio conférence chez les particuliers
 - les équipements IP : équipements ménagers (TV, frigo, jeux vidéo, ...)
 - les micro-ordinateurs
- => plusieurs flux IP dans le domicile tant entrant que sortant
- Améliorer la QoS actuelle :
 - modem 3 prises (téléphonie, TV, Internet) mais à terme 1 seule prise
 - => mettre un filtre afin de ralentir certains flux par rapport à d'autres. Mais comment identifier les applications
 - => priorités en fonction des service (téléphone, TV, P2P, ...)
- C'est nouveaux services sont chers, plus performants MAIS à cause de la concurrence des opérateurs, il est difficile de proposer des tarifs acceptable pour les particuliers

QoS dans les accès xDSL (2/2)

- Améliorer la téléphonie :
 - la téléphonie IP : toute les "box" xDSL sont des bornes WIFI pouvant être utilisées pour constituer un réseau IP de téléphonie
 - commutation automatique entre le réseau WIFI et GSM pour garder la continuité de la communication téléphonique
 - la communication sur réseau WIFI serait gratuit mais pas sur GSM : difficulté pour établir une facturation fiable.
 - ✦ Solution : si la communication a commencée sur WIFI alors gratuit tout le long (un exemple)

Réseau domestique (1/2)

- Le transport
 - Ethernet (cables)
 - PLC (Power Line Communication) : utilisation du réseau électrique (180 Mbits/s : acceptable pour la TV à venir)
 - Best effort, débit 14 Mbits/s mais 7 réel pour la version 1.0
 - 4 classes de services (permet de gérer les priorités)
 - techniques d'accès de type WiFi
 - A venir : services temps réel à 180 Mbits/s dont 100 réel
 - UPA : Universal Powerline Association
 - Sans fil :
 - UWB (portée très courte mais nouveau et prometteur)
 - Wi-Fi (difficile pour la TV)
- Les grands standards pour interconnecter les appareils entre eux (1/2)
 - UPnP : Universal Plug&Play (standard actuel)
 - membres: 800 compagnies (leaders : Microsoft, Intel, Philips, HP, Siemens)
 - permet l'interface de données avec n'importe quelles machines à travers les DCP (Device Control Protocols)
 - les protocoles utilisés: UDP, TCP (niveau 4); HTTP, SSDP, SOAP
 - descriptions des données en XML

Réseau domestique (2/2)

- Les grands standards pour interconnecter les appareils entre eux (2/2)
 - DLNA : Digital Living Network Alliance (grand standard à venir)
 - 250 membres, 21 "Prometers Members"
 - Convergences des industriels des télécommunications et de l'informatique PC
 - Fournir des formats de base communs afin d'assurer l'interopérabilité des médias
 - Développer des liaisons entre les organismes de normalisation s'occupant des médias
 - Permettre des tests de compatibilité

Réseaux de mobiles

Réseaux sans fil

- Les réseaux de mobiles / sans fils
- Boucle locale IP
- Mobilité et débit
- Caractéristiques des réseaux sans fil
- Normes des réseaux sans fil
- Standards des réseaux sans fil

Les réseaux de mobiles / sans fils (1/2)

• Avantages

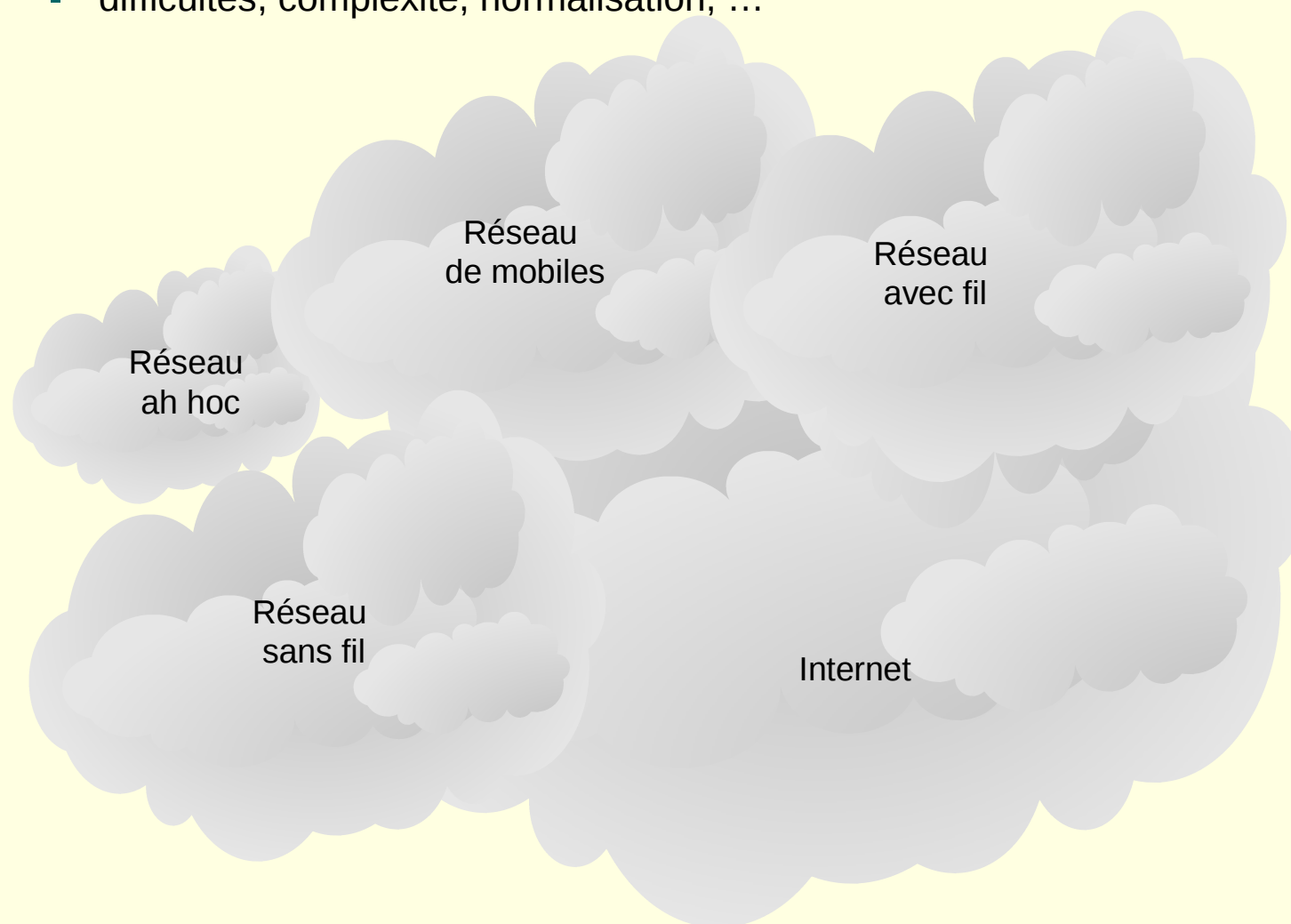
- Mobilité : communication permanente tout en se déplaçant, réseau cellulaire, réseau de mobile
- Nomadisme : reconnexion dans d'autres lieux géographiques, réseau sans fil
- Topologie dynamique
- Facilité d'utilisation
 - ⚠ Le tout sans fil dans une entreprise est impossible pour cause de débit
- Coût
 - Équipements, puissance 100mW pour le WiFi
 - Bande sans licence mais la fréquence peut gêner les voisins

• Inconvénients

- Problèmes liés aux ondes radios : interférences, effets multi trajets ...
- La réglementation
- Effet sur la santé mais tendance à la puissance ↘
- La sécurité : tout le monde peut être écouté

Boucle locale IP (1/2)

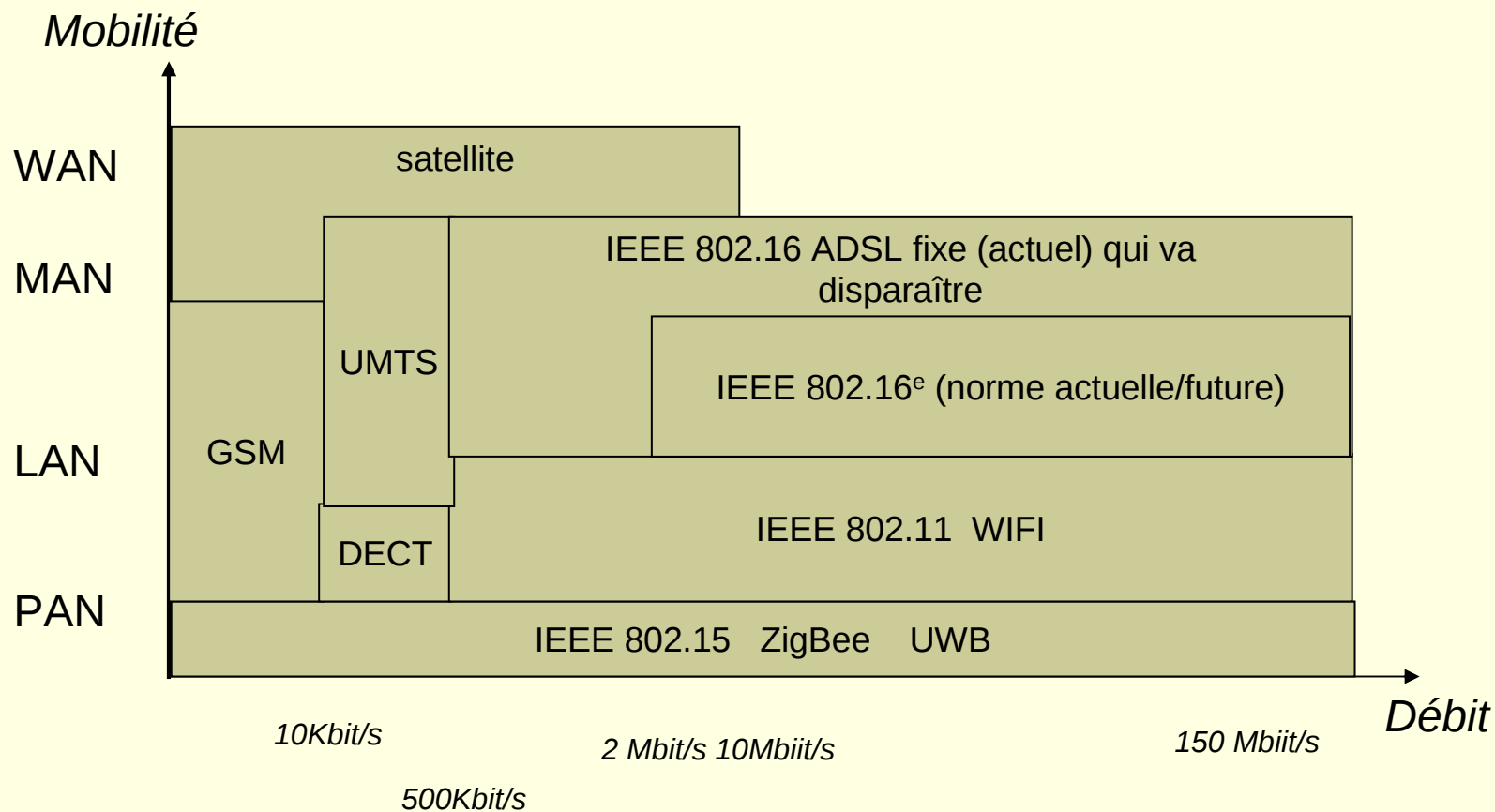
- constitué d'une hétérogénéité de réseaux différents
 - difficultés, complexité, normalisation, ...



Boucle locale IP (2/2)

- Réseau ad hoc
 - Les réseaux ad hoc (en latin : « qui va vers ce vers quoi il doit aller », c'est-à-dire « formé dans un but précis », sont des réseaux sans fil capables de s'organiser sans infrastructure définie préalablement.
 - Les réseaux ad hoc, dans leur configuration mobile, sont connus sous le nom de MANet (pour Mobile Ad-hoc NETworks).
 - tout est mobile y compris les antennes (ex: un portable)
 - le portable devient un routeur : permet un agrandissement de la couverture du réseau
 - ainsi ceux qui appartiennent à un réseau ad hoc relayent l'information
 - exemple: en Irak, tous les militaires US avaient un matériel ad hoc
 - actuellement peu de QoS
 - L'utilisation la plus simple et la plus courante des réseaux ad-hoc est faite par les réseaux sans fil WiFi en permettant une mise en place rapide d'une connexion réseau entre deux ordinateurs.

Mobilité et débit (1/2)



Mobilité et débit (2/2)

- PAN : petit réseau de qqs mètres (poches, sacs, ...) → bluetooth
- LAN : *Local Area Network*, est un réseau informatique à une échelle géographique relativement restreinte, par exemple une salle informatique, une habitation particulière, un bâtiment ou un site d'entreprise.
- MAN : **Metropolitan area network**, abrégé en **MAN**, désigne un réseau étendu d'ordinateurs habituellement utilisé dans les campus ou dans les villes. Le réseau utilise généralement des fibres optiques.
 - De la même manière qu'un WAN, un MAN peut être la "*dorsale*" d'un Intranet.
- WAN : *Wide Area Network*, est un réseau informatique couvrant une grande zone géographique, typiquement à l'échelle d'un pays, d'un continent, voire de la planète entière. Le plus grand WAN est le réseau Internet.

Caractéristiques des réseaux sans fils

- Spectre radio
 - fréquences élevées (de 2,4 GHz à 6 GHz)
 - répartitions en différentes bandes (bluetooth, four à micro-onde, Lan, ...)
- Distances des Wireless
 - l'ordre du mètre : WPAN
 - l'ordre de la centaine de mètre : WLAN
 - l'ordre de la dizaine de kilomètre : WMAN
 - l'ordre de la centaine de kilomètre : WRAN
- Débit
 - toujours croissant depuis 2000 : facteur 10 tous les 2 ans
 - débit $\searrow$ en fonction de la distance : 1 Gbit/s en WPAN et 100 Mbit/s en WRAN
- Le "HandOver" vertical
 - être continue dans la communication en fonction du déplacement
 - passage entre les différents réseaux WPAN/WLAN/WMAN/WRAN
- Les réseaux sans fil deviennent des réseaux de mobiles

Les normes des réseaux sans fil

- WPAN
 - IEEE 802.15 et WiMedia
 - IEEE 802.15.1 – Bluetooth
 - IEEE 802.15.3 – UWB(Ultra Wide Band)
 - IEEE 802.15.4 – ZigBee
- WLAN
 - IEEE 802.11 et Wi-Fi
 - IEEE 802.11b, a, g
 - IEEE 802.11n
 - IEEE 802.11s
- WMAN
 - IEEE 802.16 et WiMax
 - IEEE 802.16-2004
 - IEEE 802.16e / IEEE 802.20 (Wi-Mobile) → futur grande norme
- WRAN
 - IEEE 802.22 Utilisation des bandes TV 54-698 (WI-RAN)

Les standards des réseaux sans fil (1/2)

- **BLUETOOTH**
 - Distance de l'ordre du mètre (jusqu'à 10 m)
 - Très faible puissance et très bas prix mais débit faible (1 Mbit/s)
 - A la fois un succès et un échec
 - Un succès pour certains appareils comme le téléphone portable
 - Objectifs : remplacer les câbles entre les appareils d'une même pièce
 - 2,402 GHz + k MHz (k=0 à 78); chgt de bande toutes les 1600µs
- **UWB (Ultra Wide Band)**
 - Emission sur une large bande de 3,1 à 10,6 GHz mais avec une puissance faible ⇒ ne sort pas de l'environnement : 3 mètre de portée
 - mais des débits élevés : jusqu'à 480 Mbit/s
 - Fait pour le WiMedia : interconnecter à haut débit les appareils dits de salon (TV, box, caméscope, écrans plats, HiFi, Imprimantes, appareils photos, projecteurs, ordinateurs portables, ...)
 - WUSB : la USB par voie hertzienne. A terme sera sur la carte mère.
 - Partage par période de la bande passante

Les standards des réseaux sans fil (2/2)

- ZigBee
 - utilisé dans le domaine des jouets, de la domotique
 - standard dans un marché fragmenté $\Rightarrow$ solutions propriétaire et pb de compatibilité
 - très bas coût
 - grande densité de nœud
 - protocole simple
 - compatibilité avec les autres réseaux à travers des passerelles
 - débit très faible, pas adapté aux données : de 40 à 250 kbps
 - 3 bandes : monde 2,4 GHz, Europe 868 MHz, USA 915 MHz
 - portée de 10 m
- Wi-Fi
 - LE standard actuel
 - nécessite un chapitre à part entière

Wi-Fi

Généralité

Les architectures de réseau WiFi

Les problématiques du WiFi

La sécurité dans les réseau WiFi

Autour du WiFi : WMAN

Généralités

- La tendance actuelle est largement au sans-fil
 - surtout pour l'usage des ordinateurs portables et l'accès à Internet
 - en général le matériel devenant de plus en plus portable, le besoin sans-fil augmente
 - être connecté à tout moment avec le monde demande des moyens sans-fil
- Depuis 2001, croissance annuelle en moyenne de 15% du nombre de PC mobiles
- La norme IEEE 802.11
 - en constante évolutions : successions des normes (b, a, g, n, e, i, f)
 - amélioration de la qualité de service (802.11e) et de la sécurité
 - en 2006 : gestion des handovers (802.11f) (passage de cellule en cellule)

Les architecture de réseau WiFi

- Basic Service Set (BSS)
 - une antenne d'émission/réception
 - les portables autours
- Réseau d'Infrastructure (ESS)
 - un câble de distribution de l'information (Ethernet) sur lequel repose des serveurs d'accès
 - des antennes connectées d'émission/réception WiFi répartis sur le câble
 - les portables autours
- Réseau en mode ad hoc (IBSS)
 - les ordinateurs portables sont tous reliés entre eux, directement
- Ligne point à point
 - entre 2 sites, sur les toits (jusqu'à 30km en direct)
 - liaison WiFi spécialisé : communauté WiFi (ex: en Inde 5 à 6 Watts sur plusieurs km)

Les problématiques du WiFi

- si la distance $\nearrow$, taux d'erreur $\nearrow \Rightarrow$ le débit doit baisser pour améliorer la qualité
- Chaque client travaille à sa vitesse
- Le débit de l'antenne = débit du client le plus faible
 - $\Rightarrow$ pb si les "box" s'ouvrent aux connexions de l'extérieur
 - $\Rightarrow$ obliger les correspondant extérieurs et tous les utilisateurs du réseau de l'entreprise de travailler à la vitesse maximal
 - $\Rightarrow$ QoS mauvaise
- Le WiFi est donc acceptable dans une entreprise dans laquelle on peut maîtriser les postes mais dans les lieux publics cela est une catastrophe (aéroports, facs, ...)
- Faire du peer to peer ou de la téléphonie en WiFi nécessite de faire évoluer la norme 802.11 (gérer des priorités, une meilleur gestion des tirages aléatoires en cas de conflit, optimiser l'utilisation de la bande passante)
- Maîtriser le réseau : ne pas faire du P2P et de la téléphonie en même temps

La sécurité dans les réseaux WiFi

- Objectifs :
 - Identification et autorisation
 - Authentification, signature électronique
 - Confidentialité
 - Chiffrement
 - Intégrité
 - Checksum, signature électronique
- La norme 802.11 évolue
 - la WEP (Wireless Equivalent Privacy) : 1^{ère} et 2^{ème} génération
 - échec total en terme de sécurité
 - hélas est la plus utilisée (95% des WiFi actuel)
 - basé sur les adresses MAC : ACL (Access Control List) mais facile en écoutant les adresses MAC échangées
 - la WPA : 3^{ème} génération, clé WEP mais change régulièrement toutes les 10mn
 - inconvénient : performance
 - la 802.11i, 4^{ème} génération : algo AES (CCMP) dit "incassable"
 - incompatibilité matériel avec WEP
 - 99,9% des entreprises

Autour du WiFi : WMAN

- World Interoperability for Microwave Access :
- WiMAX IEEE 802.16 en 2004
 - Topologie : Point à multipoint
 - Distance : de 10 (réel) à 50 km (théorique)
 - Débit : de 20-30 Mbits/s (réel) à 70 Mbit/s (théorique)
 - Les antennes arrosent à 90°
 - plutôt décevant
- WiMAX Mobile IEEE 802.16e/IEEE 802.20
 - une nouvelle spécification aux niveaux physique et MAC pour un accès mobile à très haut débit (garantie de QoS, Cellule de 1km)