

Réseaux – Licence 3 Informatique

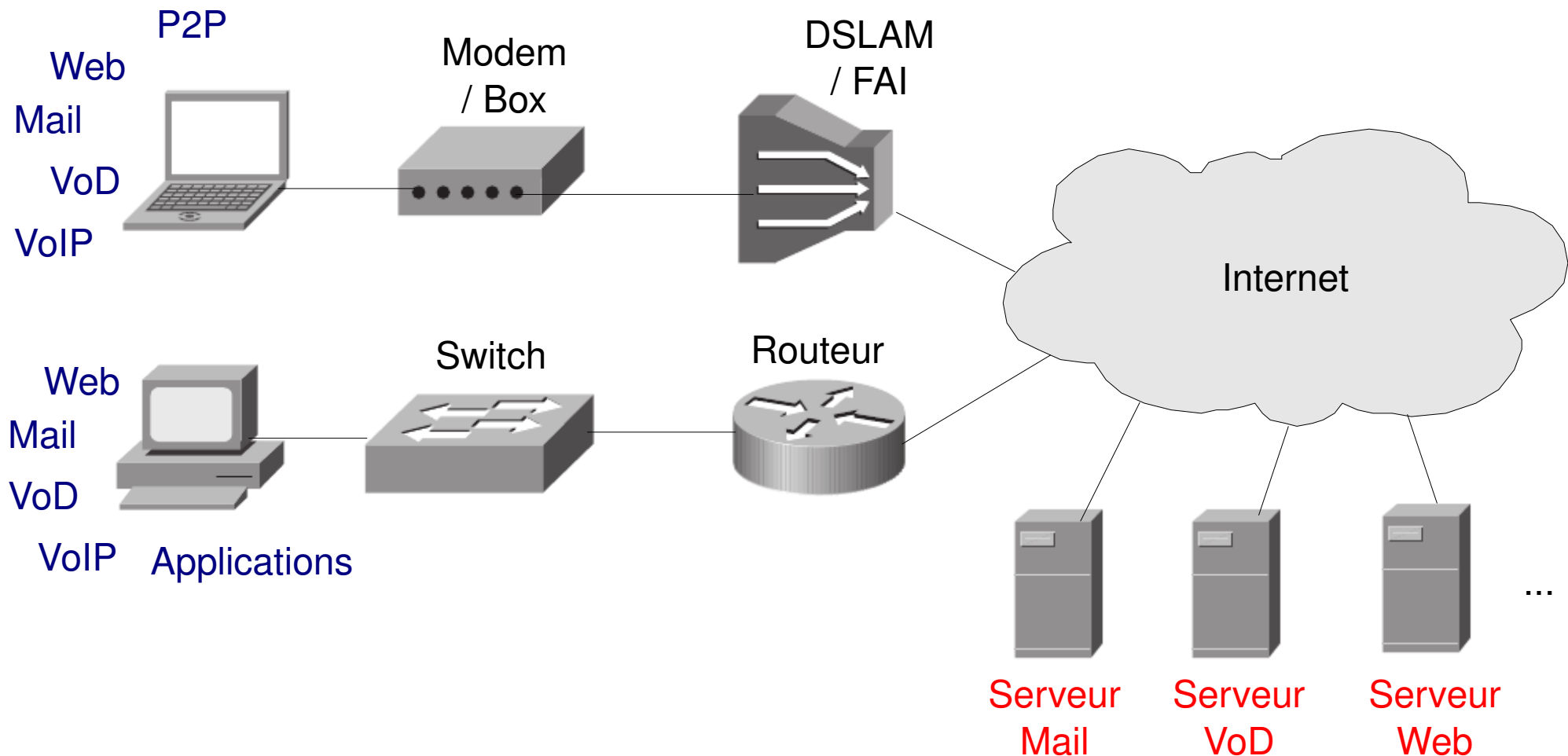
- Objectifs:
 - comprendre les mécanismes de communication des réseaux informatiques
 - savoir identifier et utiliser les principaux services réseaux
 - connaître et comprendre les principaux protocoles de communication
- Plan
 - Introduction générale aux différents concepts et principes
 - Mécanismes de transmission et réseaux locaux
 - Adressage, nommage et routage dans IP
 - Transport des données avec UDP et TCP
 - Applications et sécurité, HTTP, Mail, etc.

Bibliographie et sources

- **Les cours de Stéphane Lohier** <http://igm.univ-mlv.fr/~lohier>
- **CCNA ICND1 et CCENT**, 2^o ed., Wendell Odom Pearson Education 2007.
- **Réseaux**, 4^{ème} éd. Andrew Tanenbaum, Pearson Education 2003.
- **Analyse structurée des réseaux**. Kurose & Ross, Pearson Education 2003.
- **Java et Internet** Roussel, Duris, Bedon et Forax. Vuibert 2002.
- **Les réseaux**, 3^{ème} éd. Guy Pujolle, Eyrolles 2000.
- **Interconnections**, 2nd ed. Radia Perlman. Addison Wesley 2000.
- **Réseaux haut débits**. T 1. 2^{ème} éd. D Kofman et M. Gagnaire, Dunod 1999.
- **Guide Pratique des Réseaux Ethernet**. Charles Spurgeon, Vuibert 1998.
- **Les réseaux locaux virtuels**. Gilbert Held, InterEditions 1998.
- **Gigabit Networking**. Craig Partridge. Addison Wesley 1994.

Internet: vue simple de l'utilisateur

- De la maison, de l'université ou du bureau



Internet, c'est quoi?

➤ Approche **physique**

- Un ensemble de réseaux inter-connectés utilisant tous les mêmes protocoles d'adressage, de routage et de transport (TCP/IP)
- 3 zones physiques

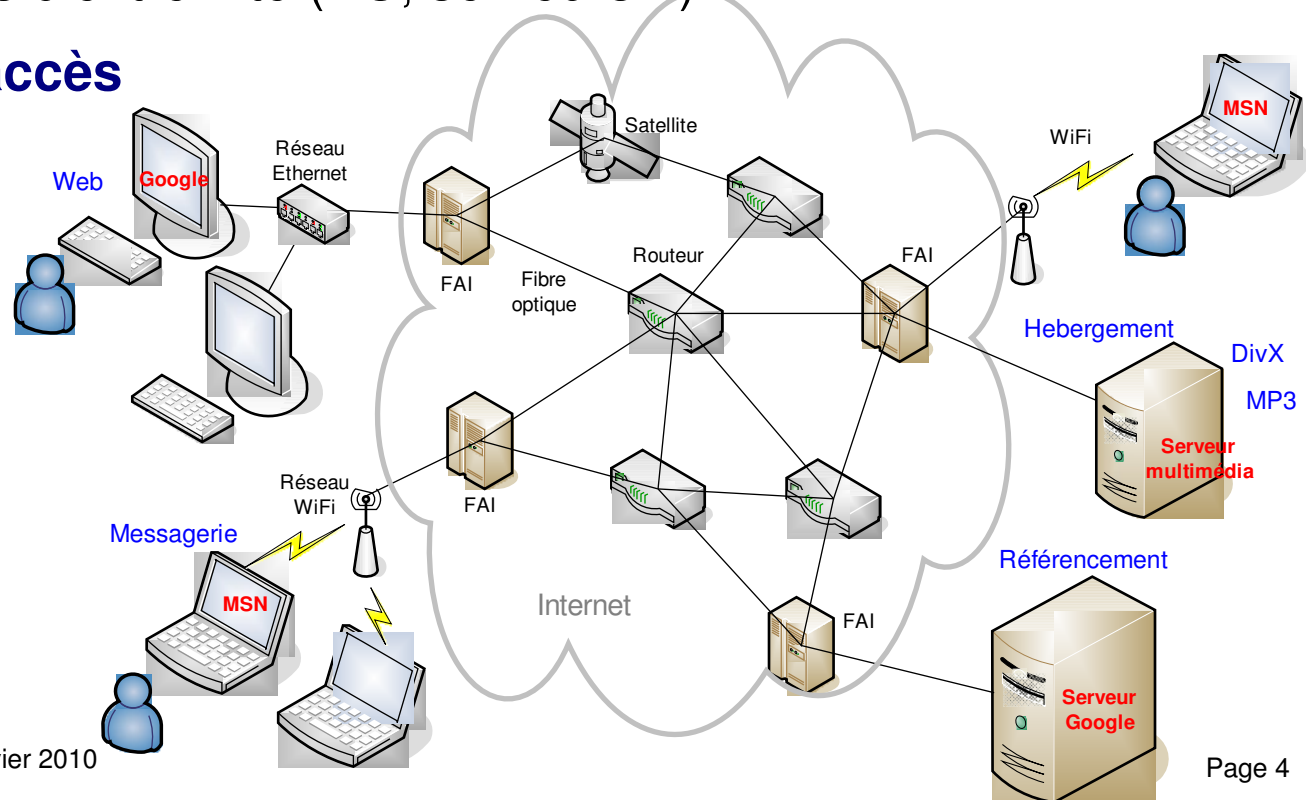
- Les équipements d'extrémité (PC, serveurs...)

- Les **réseaux d'accès**

(boucle locale, répartiteurs, réseaux locaux...)

- Le **cœur de réseau**

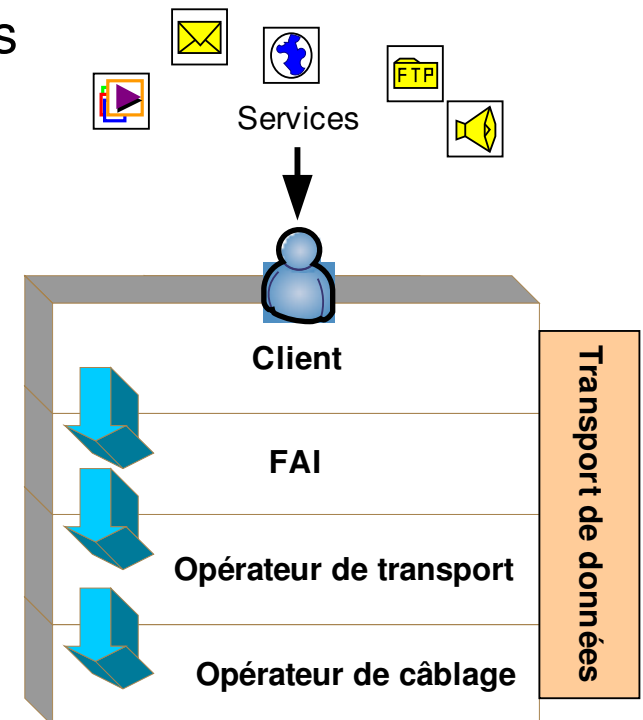
(routeurs, liaisons...)



Internet, c'est quoi?

- Approche **fonctionnelle**

- Un ensemble de services accessibles (mail, transfert, Web...)
- 4 niveaux fonctionnels
 - Les **services** et les **protocoles** associés
 - Les **outils** permettant d'utiliser les services (programmes, équipements)
 - Les **FAI** (Fournisseurs d'Accès Internet) ou ISP (*Internet Service Provider*)
 - Les **opérateurs** du réseau (opérateurs de transport et de câblage)



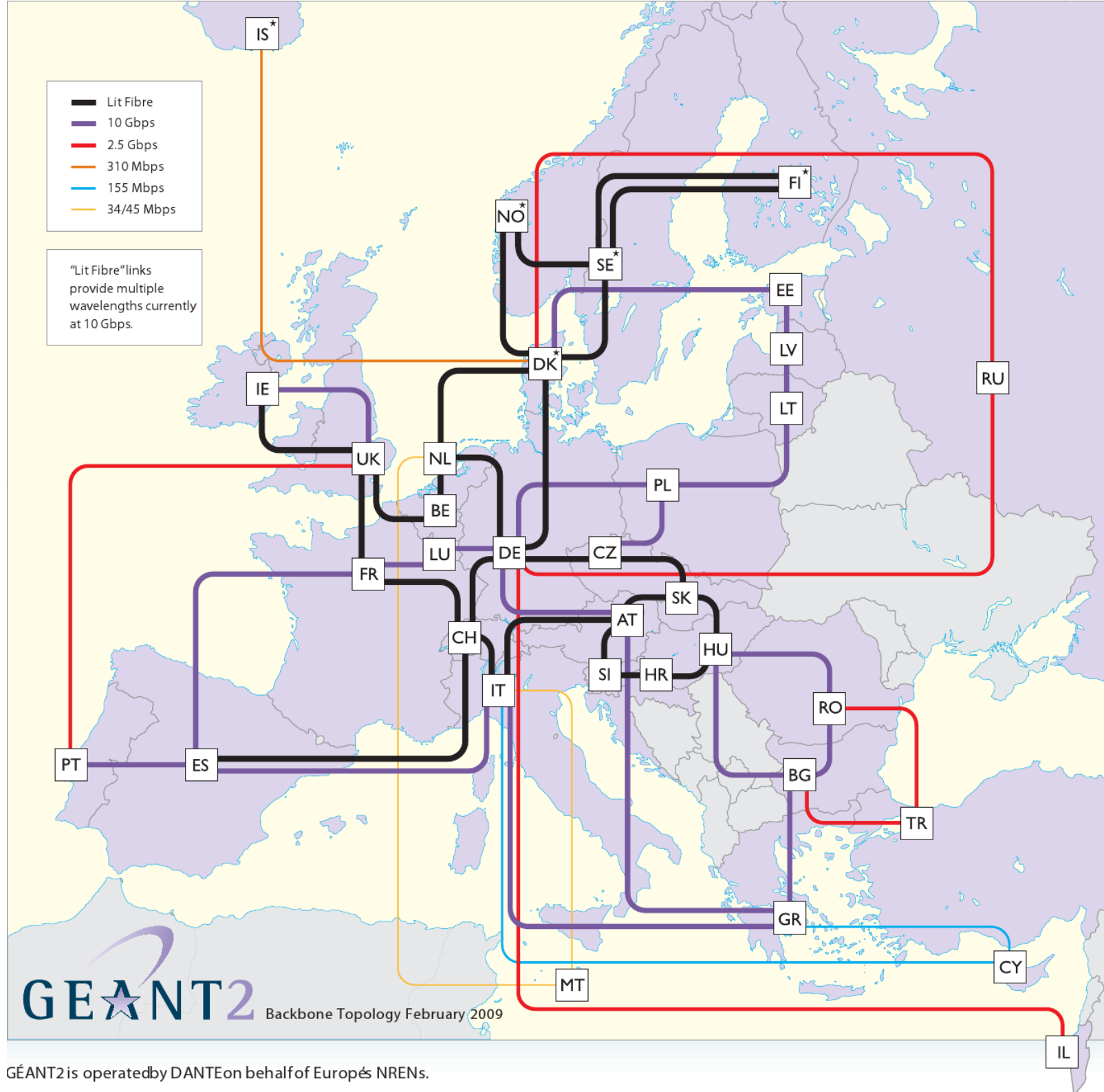
L'organisation d'Internet

- Une multitude d'applications sont disponibles sur Internet
 - Offrent / requièrent chacune des **caractéristiques différentes**
- Différents supports, techniques de transmission et de transport
 - Nécessité d'établir des **normes**, des catégories, de définir des **interfaces** communes pour niveler ces différences
 - Classification
- Modèles en couches (OSI, TCP/IP, etc.)
 - Permettent de se concentrer sur une **fonctionnalité**, indépendamment de la manière dont elle est utilisée (au dessus) ou prise en charge (en dessous)
- **Protocoles**
 - Définissent les séquences et le format des échanges

Classification des réseaux

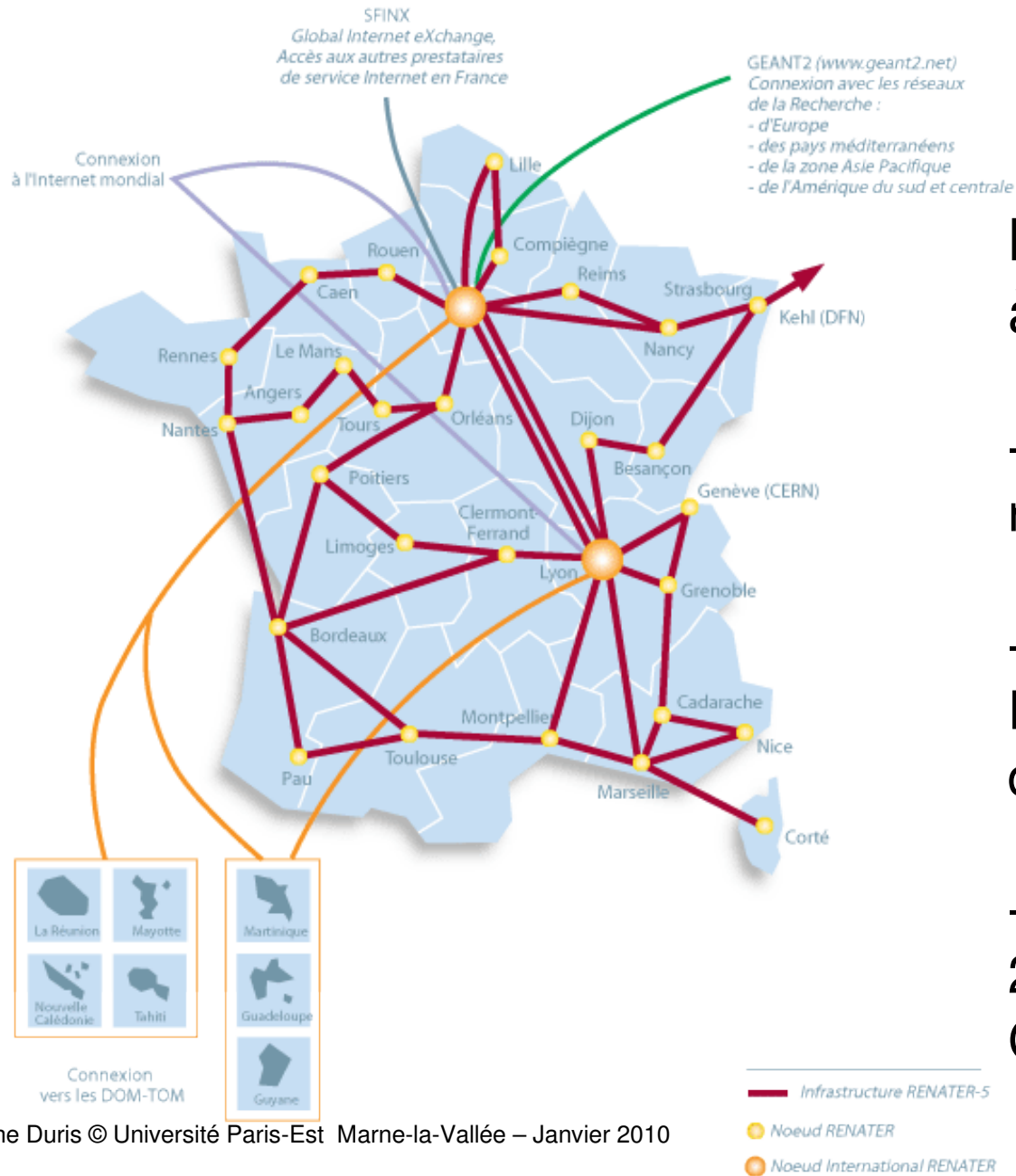
- **LAN** (*Local Area Network*)
 - Distance et responsabilité limitée (généralement privé)
 - Quelques kilomètres. Couramment 10/100Mbps, jusqu'à 10Gbps
 - Ex: LAN UPEMLV
- **MAN** (*Metropolitan Area Network*)
 - Interconnecte des LAN à une échelle restreinte (ville, campus)
 - Ex: MAN Remus (Établissements de l'Université Paris-Est)
- **WAN** (*Wide Area Network*)
 - Longue distance, débits très variables de bout en bout (100k-1G)
 - Utilise les liaisons de différents « opérateurs », « transporteurs »
 - Ex: Renater au niveau national, GEANT au niveau européen

European Research and Education <http://www.geant2.net>



RENATER: infrastructure du réseau

<http://www.renater.fr>



Maillage et interconnexions
à 10 Gigabits par seconde

- avec Geant2 et les autres réseaux de recherche mondiaux
- avec le reste de l'Internet Français via SFINX (noeud d'échange avec 80 opérateurs)
- avec le reste du monde via 2 opérateurs de transit Cable&Wireless et Level

Différents acteurs et rôles

- Les réseaux d'entreprises et de particuliers sont situés à la périphérie de l'Internet

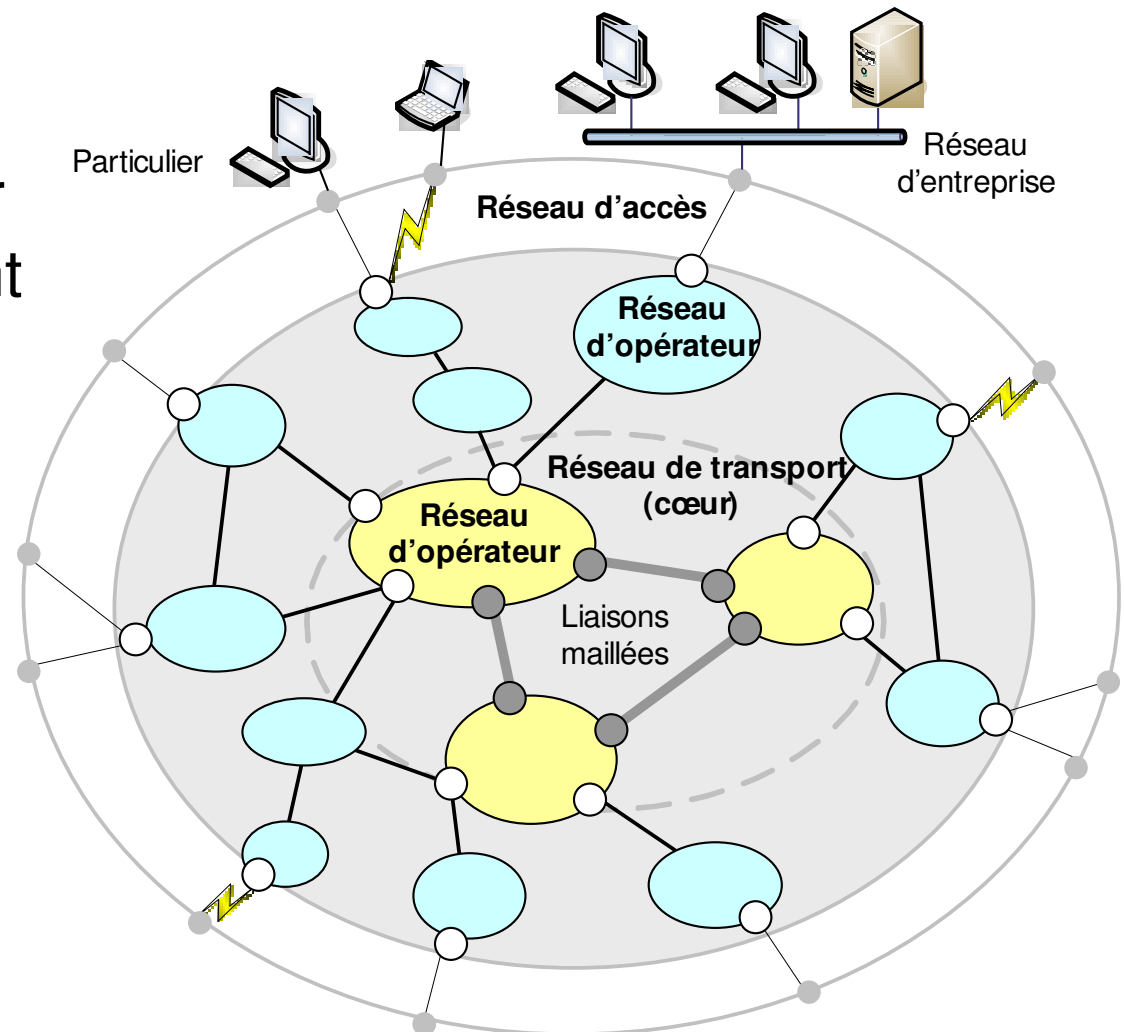
- **Réseau d'accès**

- Ils sont interconnectés par des opérateurs qui forment eux-mêmes un réseau maillé de transport

- FAI / ISP

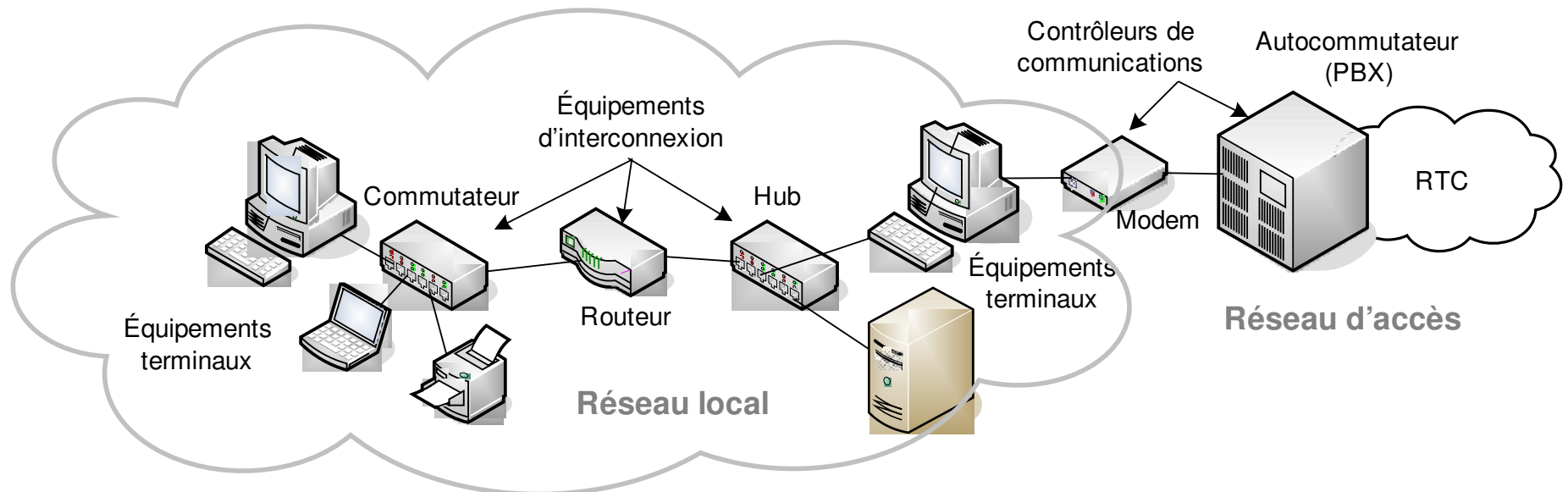
- Opérateurs

- Transport
 - Câblage



Réseau d'accès: la périphérie

- À la périphérie, les réseaux locaux (LAN) des entreprises ou des particuliers sont constitués:
 - **D'équipements d'interconnexion**
 - *Hubs* (répéteurs), *switchs* (commutateurs), routeurs, modems...
 - De **terminaux**, qui deviennent des **hôtes** d'Internet
 - PC, portables, PDA, serveurs...

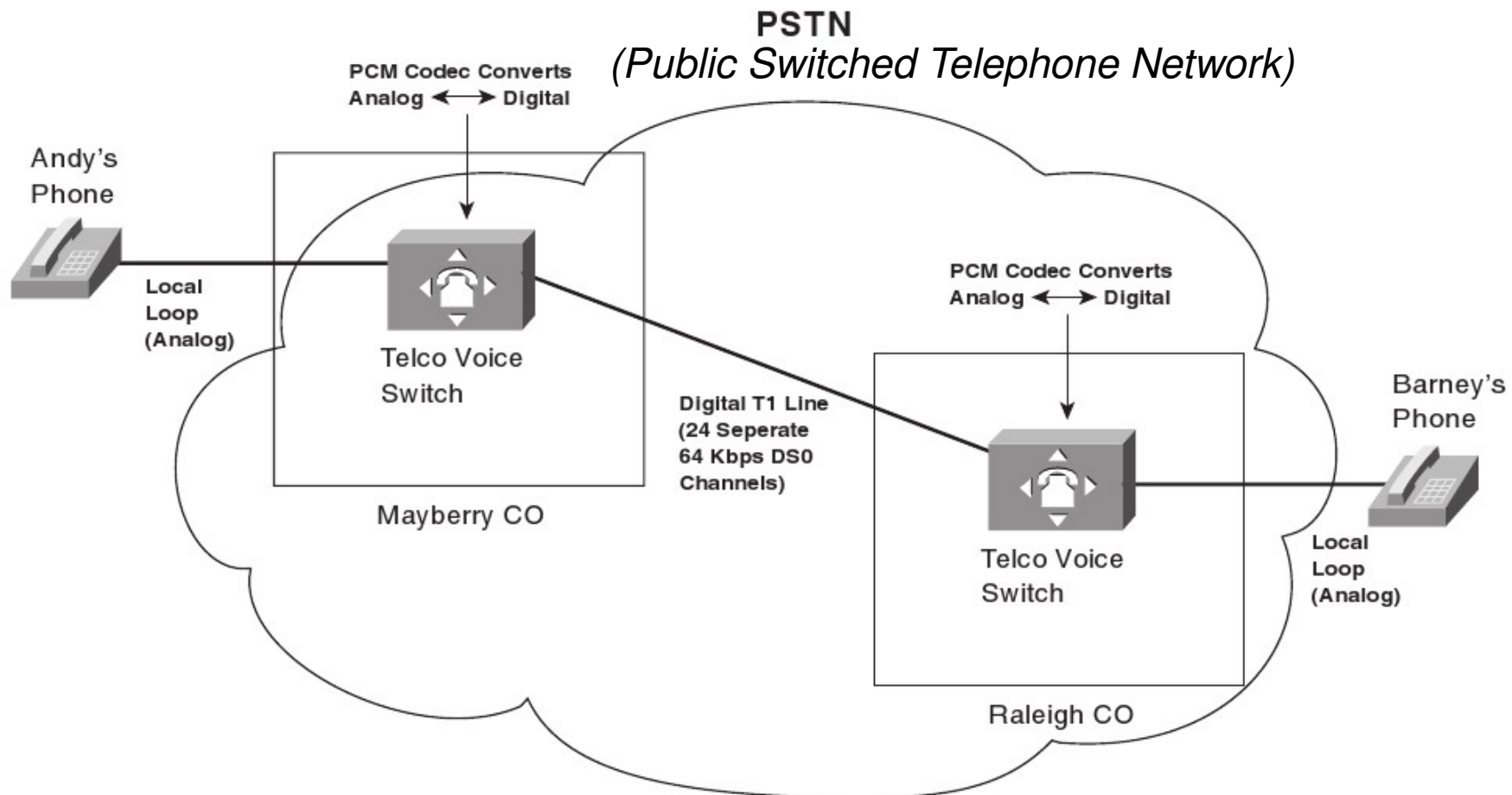


Réseau d'accès: différents supports

- Les hôtes sont reliés à Internet par l'intermédiaire du **réseau d'accès**, ou réseau de distribution, ou **boucle locale**
- Dans le cas d'un particulier, d'une entreprise ou d'une institution, ce réseau d'accès ne lui appartient pas, contrairement au réseau local
 - Le service est offert par un **fournisseur d'accès** (FAI/ISP), qui **exploite** les lignes d'un opérateur de transport, qui peut lui-même louer l'utilisation des supports à un opérateur de câblage
- Différents supports possibles
 - Réseau Téléphonique Commuté RTC: Modems et xDSL
 - Réseaux câblés: CATV (câble coaxial) et HFC (*Hybrid Fiber Coaxial*)
 - Fibre optique: FTTL (*Fiber To The Loop*)
 - Accès hertzien: WLL (*Wireless Local Loop*)

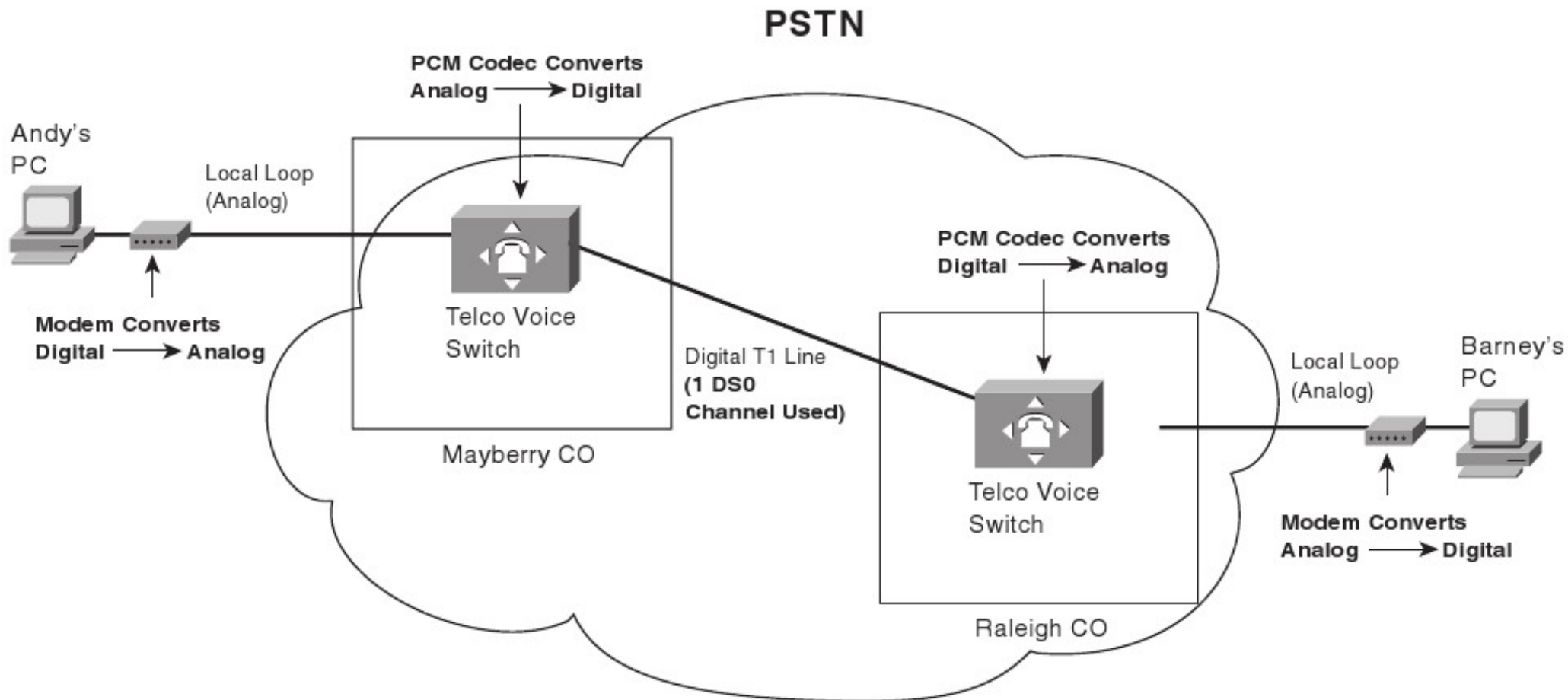
Réseau Téléphonique Commuté

- RTC initialement conçu pour téléphonie analogique vocale
 - Progressivement, le cœur est devenu numérique
 - Réseau Numérique à Intégration de Services (RNIS) ou encore
 - *Integrated Services Digital Network* (ISDN)



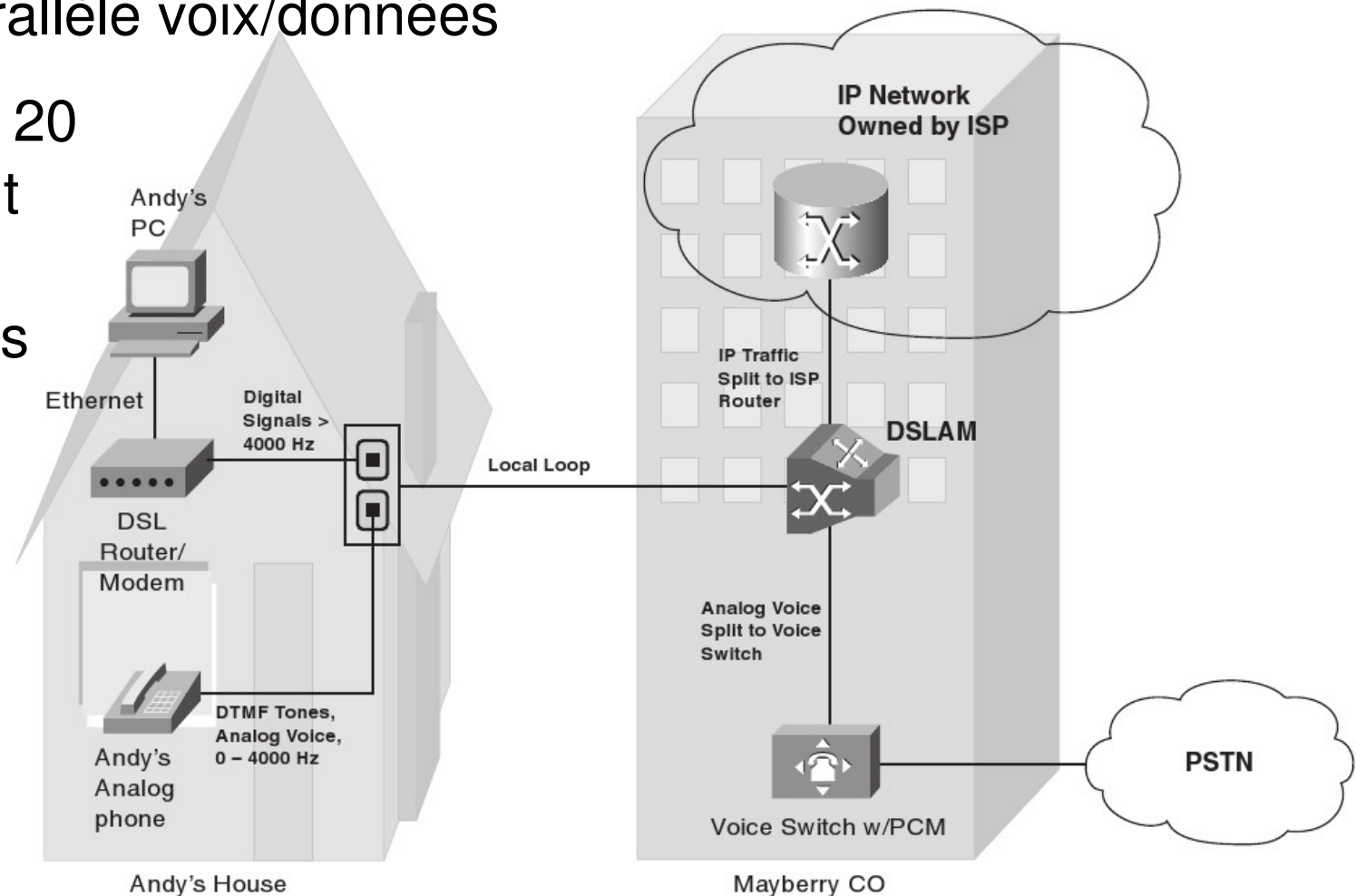
Modems basiques sur RTC

- + Accessible dès qu'on a 1 ligne téléphonique
- - Débit faible et interdit l'utilisation simultanée avec le téléphone



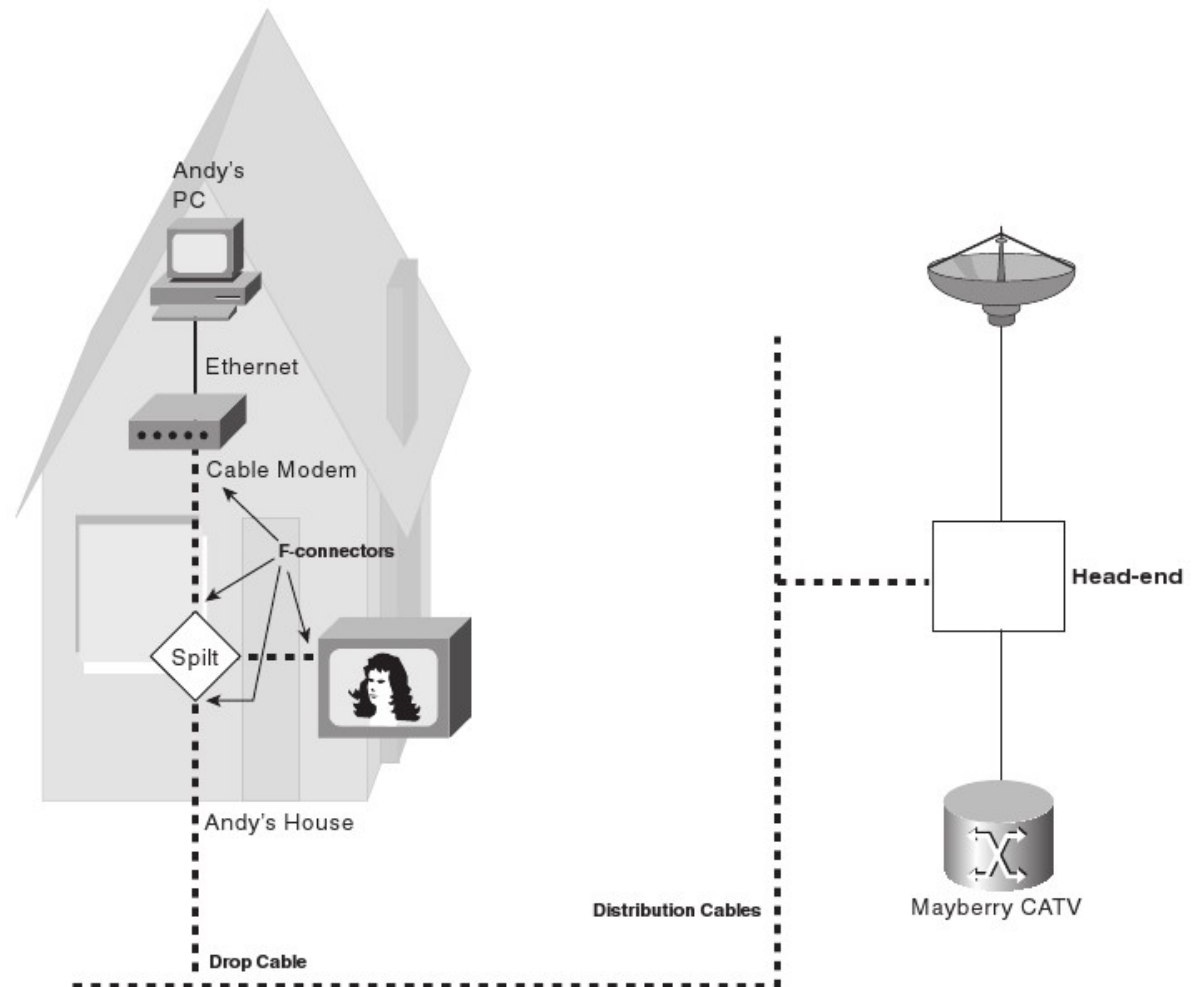
Digital Subscriber Line (ADSL, xDSL...)

- Permet d'utiliser la boucle locale en haut débit (variable)
- Utilisation parallèle voix/données
- Débits de 2 à 20 Mbps en débit descendant et de 100Kbps à 1Mbps montant
- Attention:
 - Débit ATM # ADSL2+



Réseaux câblés

- Tous les signaux transitent sur le même câble (voix, données, TV) et sont multiplexés en fréquence
- Utilisation du câblage
- Débit potentiel 2 à 5 fois plus rapide que DSL, mais se dégrade avec trafic (partagé)
- L'offre est souvent couplée câble/fibre



Fibre optique

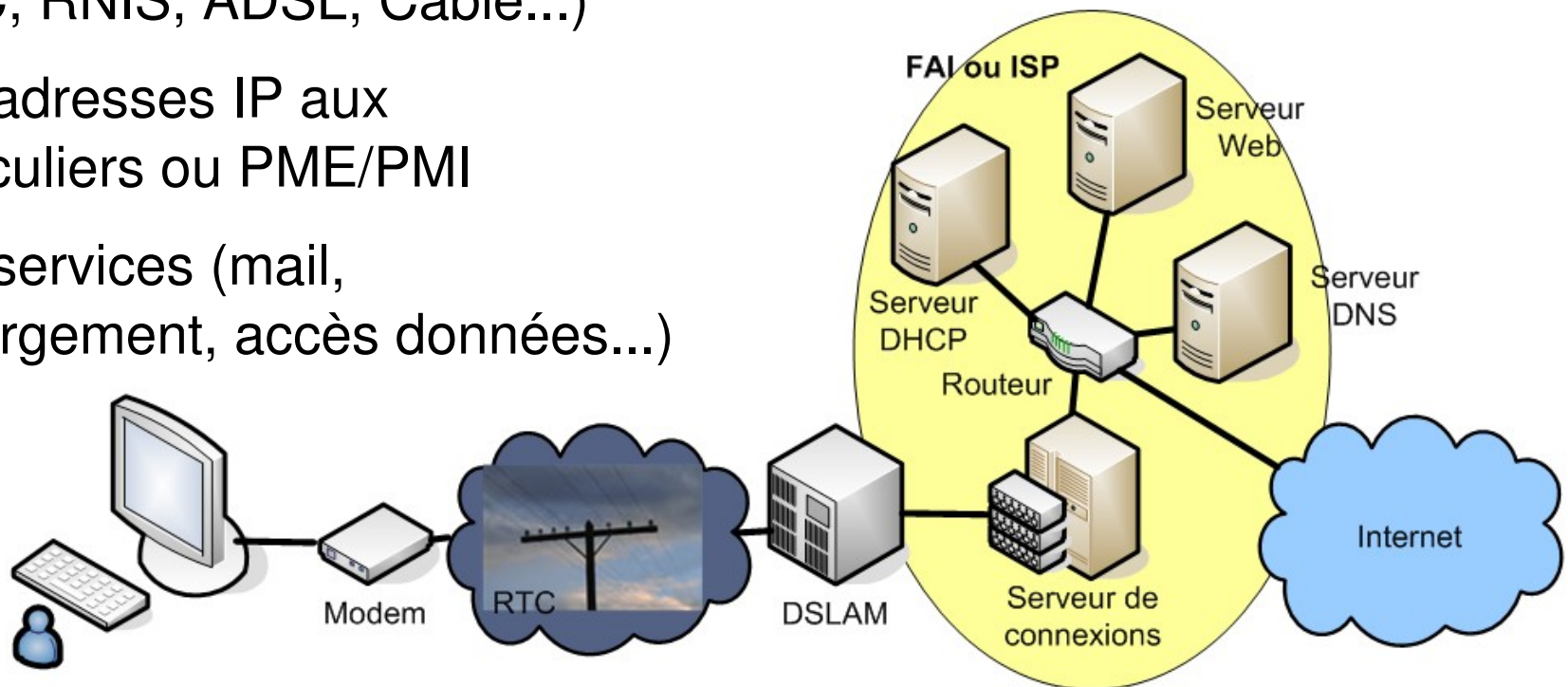
- Imbattable en terme de débits et distances supportés, l'inconvénient de la fibre est qu'il faut refaire le câblage
 - Intéressant en construction neuve
- Des longueurs d'onde différentes pour multiplexer les flux
- Différentes technologies envisagées
 - FTTC (*Fiber To The Curb*): câblage jusqu'à un point de concentration du quartier
 - FTTN (*Fiber To The Node*): jusqu'à un répartiteur de l'immeuble
 - FTTH (*Fiber To The Home*): jusqu'à la porte de l'abonné
 - FTTT (*Fiber To The Terminal*): jusqu'à la prise de l'utilisateur

Accès Hertzien

- La boucle locale radio présente deux intérêts potentiels
 - La couverture de zones extra-urbaines (rurales, déserts...) en haut débit sans câblage
 - Une mobilité possible des clients
- Dans le cas de mobilité importante, on est dans la téléphonie cellulaire
 - GPRS, EDGE, UMTS, LTE...
- Dans le cas de mobilité réduite/nomade
 - 802.11 (WiFi): d'avantage considéré comme un LAN
 - 802.16 (WiMax): ADSL sans fil - MAN
 - 802.20 (WiMobile): Prévu pour mobilité à 250km/h

Les Fournisseurs d'Accès Internet (FAI)

- Les FAI, ou ISP, sont les clients des opérateurs de transports
 - Peuvent être les 2 à la fois (ex: Orange vs FT, Neuf Cegetel SFR)
- Ils fournissent aux utilisateurs Internet
 - Des services de connexion (RTC, RNIS, ADSL, Câble...)
 - Des adresses IP aux particuliers ou PME/PMI
 - Des services (mail, hébergement, accès données...)



Le cœur de réseau

- L'interconnexion des opérateurs qui fournissent les services de transport et/ou de câblage aux FAI
 - Câblage: le cuivre, les fibres..
 - Transport: les routeurs, modems, multiplexeurs...
- Transparent pour l'utilisateur final
- Deux types de réseaux pour le transport
 - Les **réseaux commutés** (ex: RTC)
 - La liaison entre 2 points est limitée à la durée de la communication
 - Les **liaisons spécialisées** ou lignes louées
 - Lignes louées à différents opérateurs, et mises bout à bout pour établir un lien permanent entre 2 points

Les réseaux commutés

➤ **Commutation de circuits**

- Le lien physique est établi durant tout l'échange
- Bande passante garantie (+) Sous-utilisation (-)
- Multiplexage de # communications en fréquence ou temporel

➤ **Commutation de paquets** ou de messages

- Les données sont découpées en paquets, transmis de commutateur en commutateur (possibilité de bufferiser)
- Multiplexage temporel, possibilité de reprise sur erreur

➤ **Commutation de cellules**

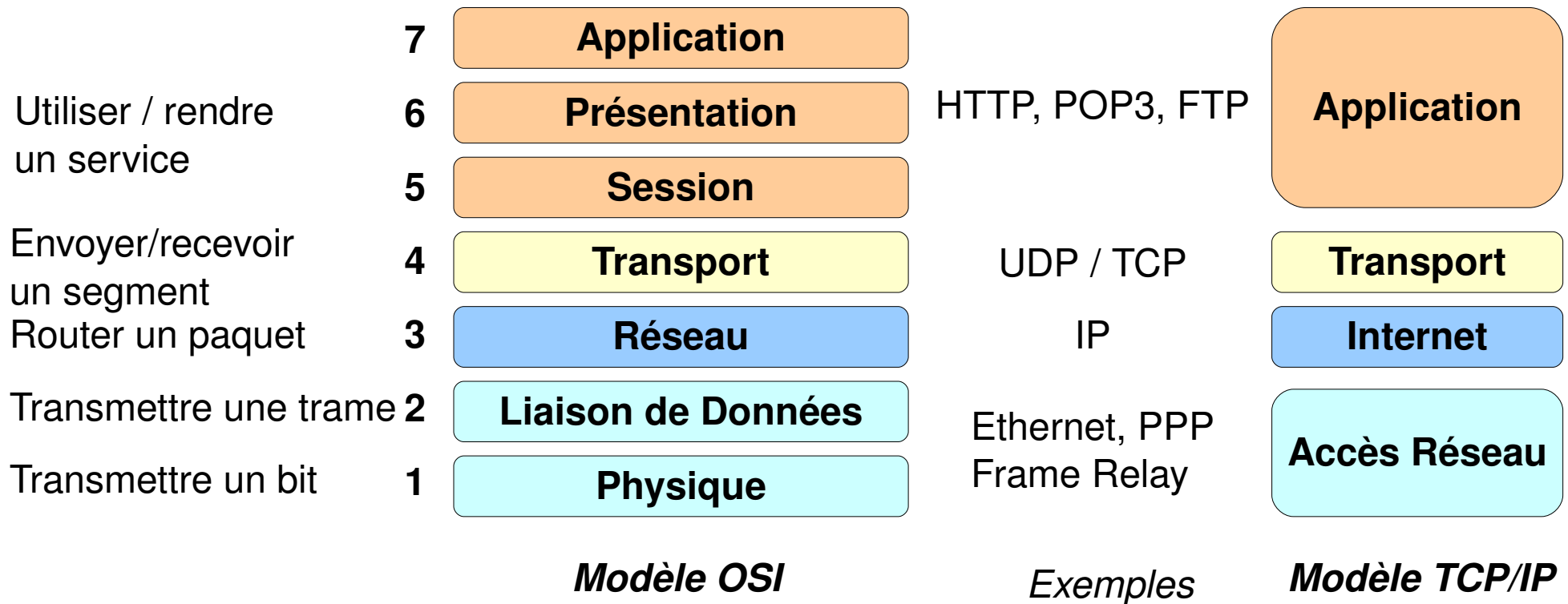
- Cellules de longueur constante, émises à intervalles de temps constant. Des « labels » permettent d'aiguiller les cellules. (ATM)
 - Permet d'assurer plus facilement des délais d'acheminement

Commutation vs routage

- **Réseaux à commutation** de paquets/cellules
 - La transmission se fait en **mode connecté** (X25, FrameRelay, ATM)
 - Un paquet d'appel « ouvre » un chemin jusqu'au destinataire
 - La confirmation du destinataire crée un circuit virtuel
 - Toutes les données emprunteront ce même circuit virtuel
- **Réseau à routage** de paquet (Internet)
 - La transmission se fait en mode **non connecté**
 - Un paquet est acheminé par les routeurs en fonction de son adresse destination
 - Les paquets d'une même communication peuvent emprunter des routes différentes

Modèle en couche OSI vs Internet

- Open Systems Interconnection, norme de l'ISO

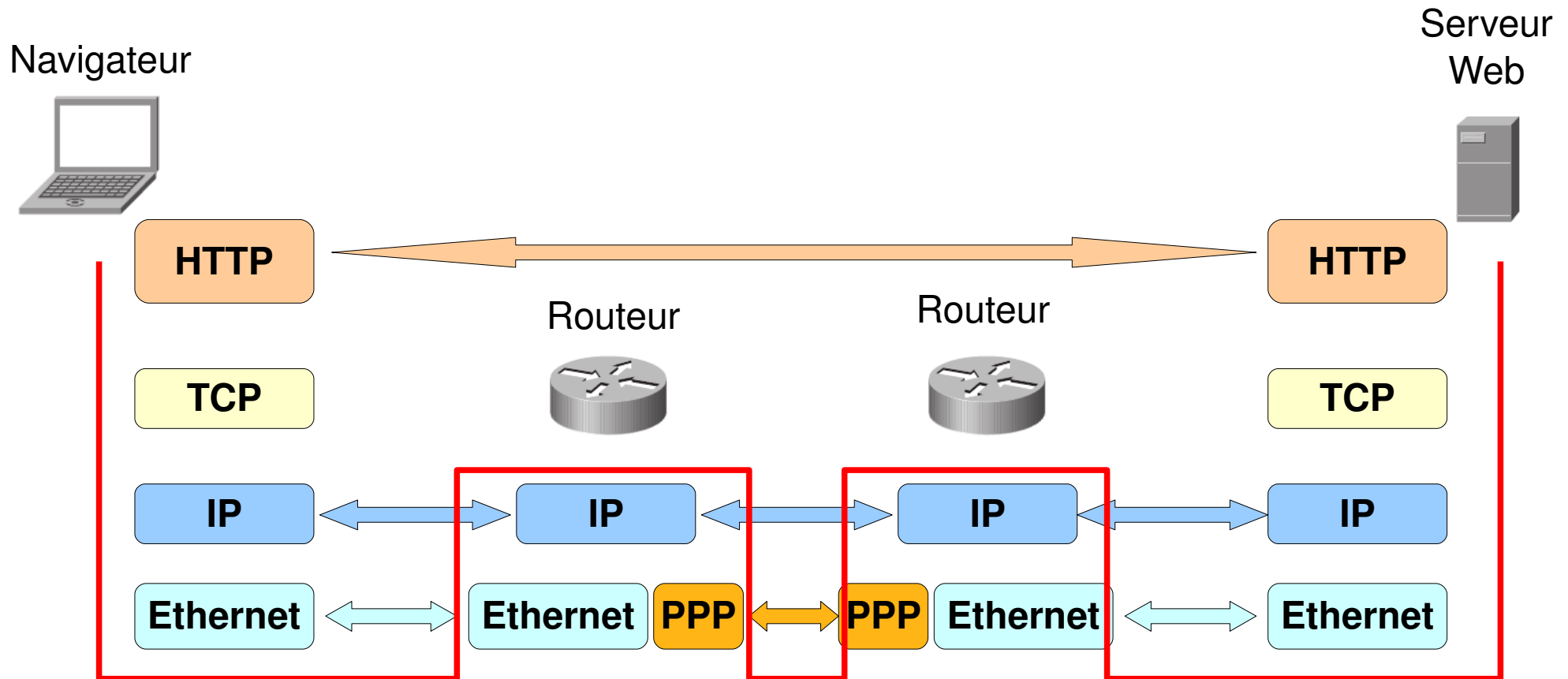


Modèle en couche: à quoi ça sert?

- Les modèles « en couches », comme ceux de « modules » en programmation, servent à rationaliser les processus de conception, définition, implantation
- Avec la définition des protocoles, ils permettent de
 - Réduire la complexité
 - Standardiser des interfaces
 - Faciliter la compréhension, l'apprentissage
 - Faciliter le développement (ingénierie modulaire)

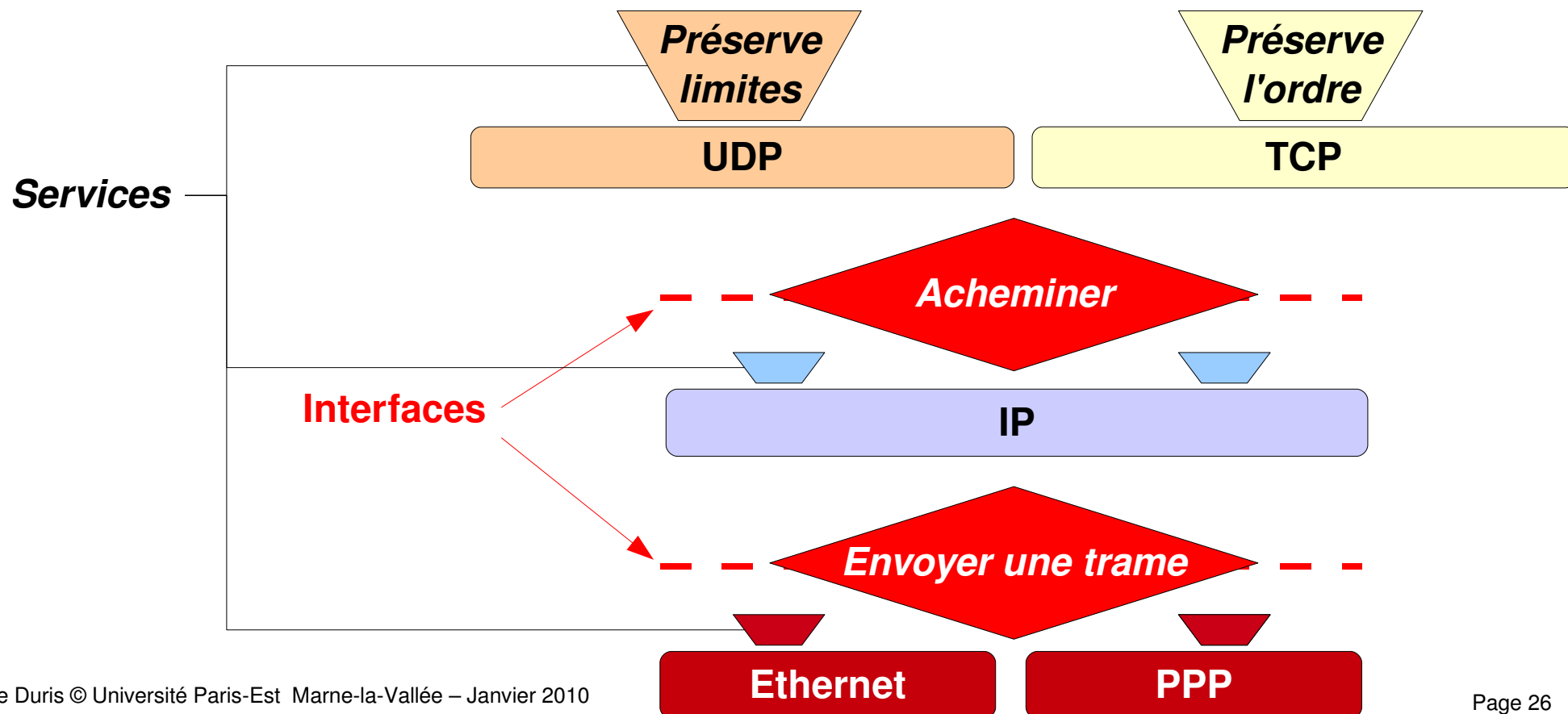
Modèle en couche: comment ça se lit?

- Au niveau d'une même couche entre 2 équipements
 - ils communiquent l'un avec l'autre par le biais d'un protocole



Modèle en couche: comment ça se lit?

- **Entre couches adjacentes** sur un même ordinateur
 - La couche N offre un **service** à la couche N+1
 - Définit/implémente des **interfaces**



Les couches « hautes » OSI

➤ **Application (7)**

- Interface entre le logiciel de communication et l'application
- Définit le type ou la signification des informations à échanger
- Typiquement, la notion de fichier, texte ou audio...

➤ **Présentation (6)**

- Définit la syntaxe et le format des données
- Le chiffrement est un service de cette couche

➤ **Session (5)**

- Définit comment initier, contrôler, terminer les échanges (session)
- Permet d'avoir une représentation claire d'un flux de données (dans le cas de plusieurs communications bi-directionnelles)

La couche Transport (4)

- Responsable de la **livraison des données** à un autre ordinateur
- Par opposition aux couches « hautes », on ne s'occupe pas de leur mise en forme, mais bien de leur acheminement
- Plusieurs fonctions fondamentales de la couche transport
 - Multiplexage par numéro de port
 - Correction d'erreur (fiabilité)
 - Contrôle de flux par fenêtrage
 - Établissement et libération de connexions
 - Transfert séquentiel de données et segmentation

La couche Réseau (3)

- **Adressage logique**

- Fournir un identifiant pérenne – adresse IP – indépendant de l'identifiant matériel – adresse MAC – avec une organisation logique

- **Routage**

- Fournir localement (à un routeur) le moyen de trouver la route de sortie permettant à un paquet entrant d'atteindre son destinataire, et ce de proche en proche (*hop by hop*)

- **Détermination des routes**

- Protocole de routage: comment échanger/apprendre/déterminer les routes à sélectionner (communication inter-routeurs)
- Utilitaires et **autres mécanismes** associant adresses et noms.

Les couches d'accès au réseau

➤ **Liaison de Données (2)**

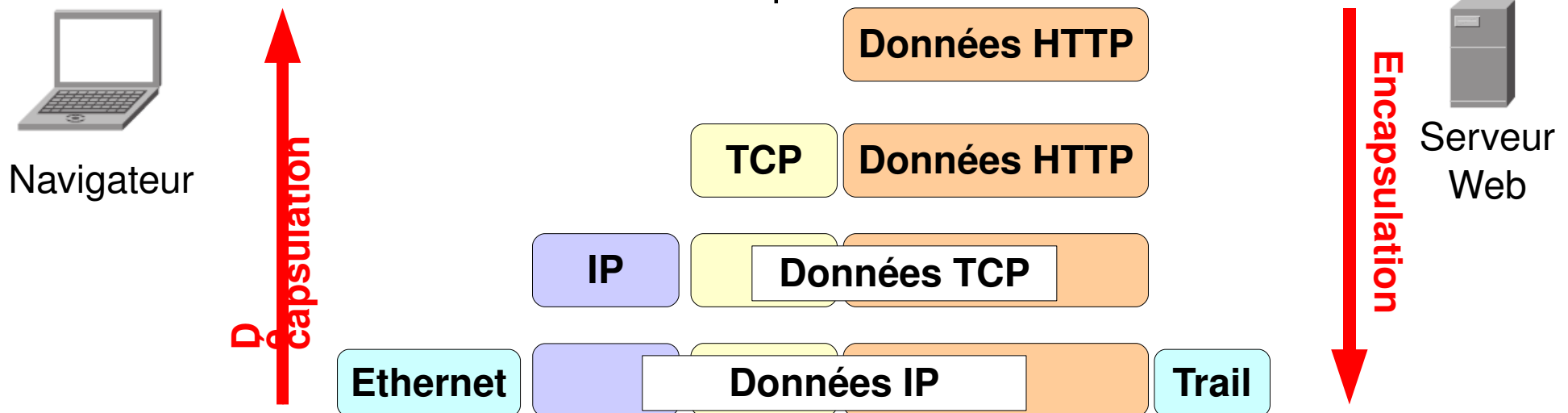
- Définit les protocoles d'**accès au support** de communication
 - Quand peut on émettre/recevoir (accès au canal)?
 - Comment formater les trames?
 - En-tête, en-queue des données
 - Adresses physiques
 - Détection des erreurs de transmission

➤ **Physique (1)**

- Prend en compte les caractéristiques physiques
- Signalisation, Connecteurs
 - Cuivre, fibre, électromagnétique...

Encapsulation / décapsulation

- Chaque couche décrit dans un en-tête (et en-queue éventuel) la nature ou des détails sur ce qu'elle souhaite transmettre
 - Certaines informations paraissent très naturelles (@ IP)
 - D'autres sont plus subtiles (autorisation de découper le message)
 - Chaque couche s'occupe exclusivement
 - de rendre les services dûs à la couche du dessus
 - d'utiliser les services offerts par la couche du dessous



La prochaine fois

- Problématique: comment émettre des bits (couche 1)
 - Culture générale sur la signalisation, les débits, le codage
 - On s'intéresse principalement aux cas des LANs
 - Médiums à diffusion (câble partagé par tous les équipements)
 - C'est le cas de base d'Ethernet
- Nécessité de constituer des trames
 - Motivation pour la couche 2
 - Structurer les données
 - Gérer l'accès au canal
 - Détecter des erreurs de transmission
 - Culture générale et exemples sur les codes détecteurs/correcteurs