

TCP/IP 2019/20

Introduction & modèle OSI

Pascal Mérindol (CM & TD & TP)

Julian Del Fiore (TD & TP)

merindol@unistra.fr

<http://dpt-info.u-strasbg.fr/~merindol/>

Planning

- **Volume et signature de l'UE**

- 11 CM : P. Mérindol * 8, J. Del Fiore * 3;
- 8 TD : J. Del Fiore * 4 (TCP), P. Mérindol * 4 (IP+MAC);
- 2 * 4 TP (4h) : J. Del Fiore & P. Mérindol (chacun un groupe).

- **Supports (CM, TD, TP, agenda, etc)**

- <https://robinet.u-strasbg.fr/enseignement/tps>
- + <https://moodle3.unistra.fr/>

- **Contrôle Continu**

- 2 * ~2h d'exam sur table :
 - CC1 (TCP & IP) Mercredi 4/03/2020 : 13h15 - 15h15 (A301)
 - CC2 (Généralités & MAC) Lundi 27/04/2020 : 8h - 10h (A101)

Agenda : un aperçu

Réseaux TCP/IP (RIO/SDIA 1A S2)

Intervenants : Pascal Mérindol (8CM, 4TD, 4TP), Julian Del Fiore (3CM, 4TD, 4TP)

Créneaux et salles banalisés : ADE



Agenda 2020 :

Semaines	Cours Magistraux	Travaux Dirigés	Travaux Pratiques
06/01	Intro I (PM)	X	X
13/01	Intro II	X	X
20/01	Retransmissions I	X	X
27/01	Retransmissions II	X	X
03/02	TCP (JD)	Retransmissions I (JD)	X
10/02	X	Retransmissions II	X
17/02	IP I	TCP	X
18/02	IP II	X	X
24/02	XX	XX	XX
02/03	Intro Routage (PM)	CC1	X
09/03	Ethernet/MAC	IP/Routage (PM)	X
16/03	CSMA	X	X
23/03	Bridging	MAC/ETHERNET	Outils Réseaux
30/03	X	Méthodes Probabilistes	BRIDGING
06/04	X	X	IP + Perfs
13/04	X	X	X
20/04	XX	XX	XX
27/04	X	CC2	X
04/05	X	X	X

Références

- <http://www-r2.u-strasbg.fr/~pansiot/enseignement/>
- <http://inl.info.ucl.ac.be/CNP3>



- **Computer Networks (A. S. Tannenbaum)**
- **Computer Networking: A Top-Down Approach (J.F. Kurose, K. W. Ross)**
- **TCP/IP Illustré volume 1 (DL. Stevens)**
- **Le Routage dans l'Internet (C. Huitema)**
- **TCP/IP : Architecture, protocoles, applications (D. Comer)**



Introduction

1 - Généralités

2 - Protocoles et normalisation

3 - Modèles à couches

4 - Petite histoire de l'Internet

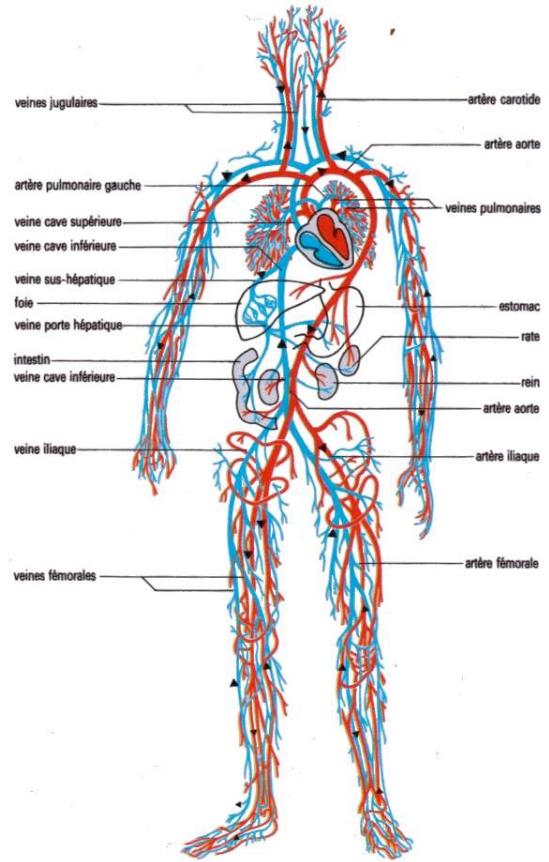
5 - Résumé

1 - GENERALITES

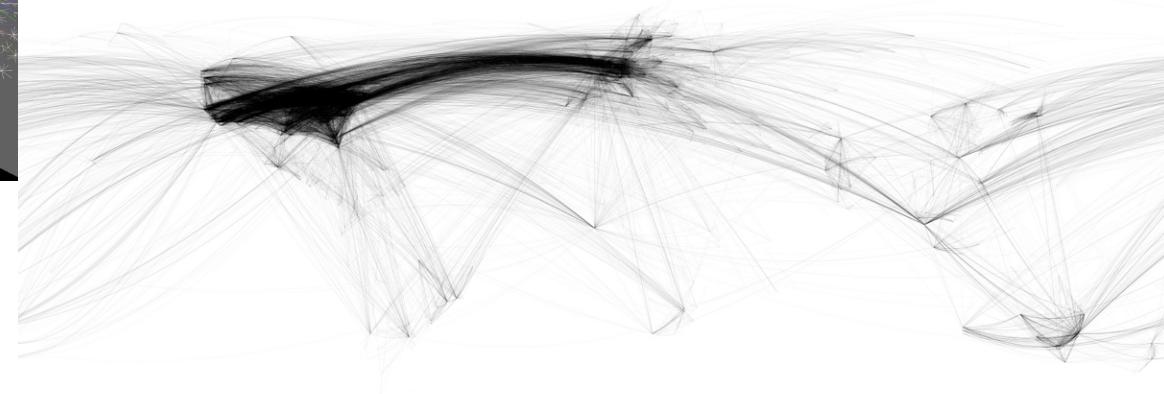
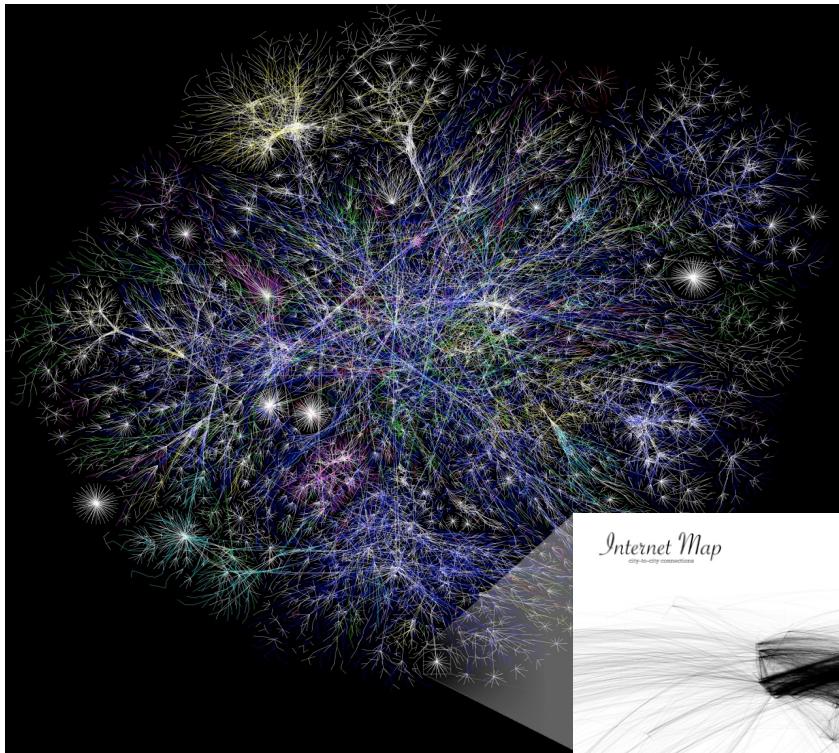


Réseaux ~ Graphes

« Ensemble de nœuds reliés par des liens »

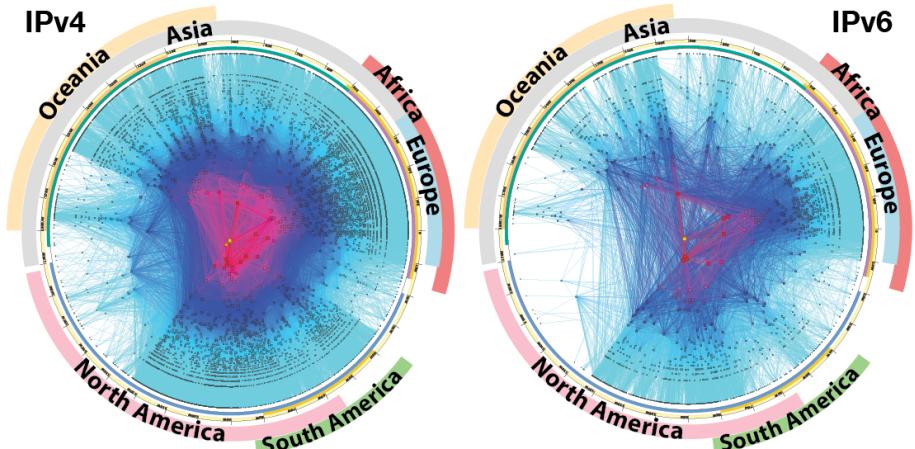


Cartographie de l'Internet



CAIDA's IPv4 vs IPv6 AS Core AS-level Internet Graph

Archipelago July 2015



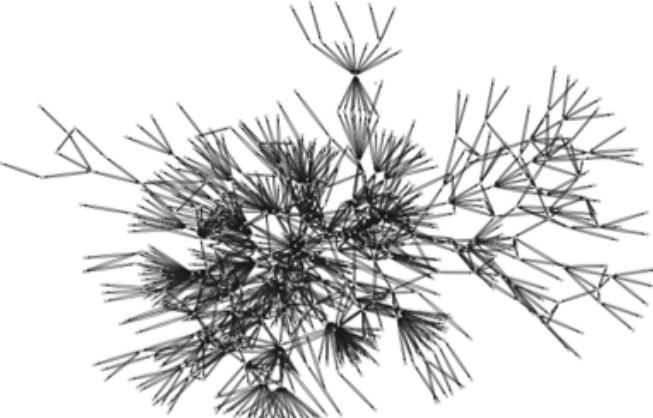
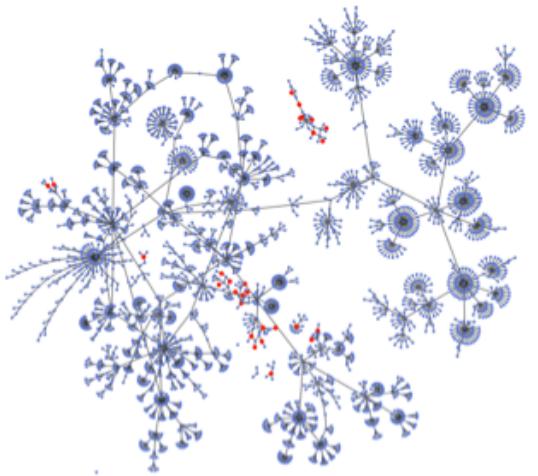
Copyright © 2015 UC Regents. All rights reserved.

Cartographier l'Internet (niveau routeur)

The screenshot shows the homepage of THE MERLIN PROJECT. The header features a blue background with a network graph pattern and the text "THE MERLIN PROJECT". Below the header is a navigation menu with links: Project, Platform, Team, Publications, Download, and Goodies. On the left sidebar, there is a vertical menu with links: Home, Project, Platform, Team, Publications, Download, and Goodies. Below this menu are logos for LSiT and INL ip networking lab, along with an email address: merlin@unistra.fr. At the bottom of the sidebar is a link to edit the site. The main content area contains a welcome message: "Welcome to our MERLIN homepage ! MERLIN stands for MEasure the Router Level of the INternet. On this website, we provide various and useful materials related to the Internet Topology Discovery .". To the right of the text are two network topology visualizations: a dense black network graph on the left and a more complex, hierarchical blue network graph on the right.

Welcome to our MERLIN homepage ! MERLIN stands for MEasure the Router Level of the INternet.

On this website, we provide various and useful materials related to the Internet Topology Discovery .

<http://svnet.u-strasbg.fr/merlin>

En pratique, qu'y a t'il dans un réseau ?

- **Cables, connecteurs**

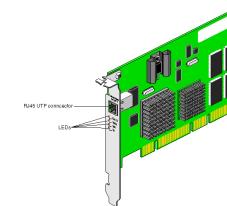
- transmission du signal d'un point à un autre



- **Equipements électronique de coeur + leurs logiciels**



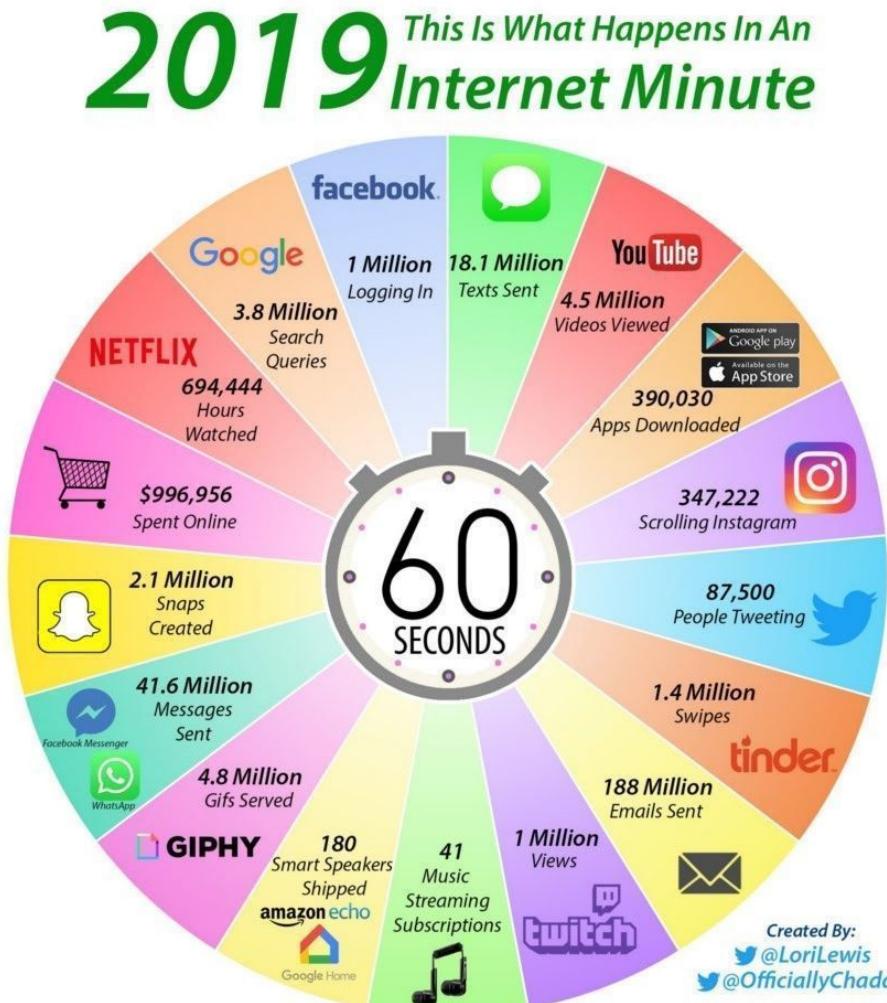
- **Equipements terminaux + leurs logiciels**



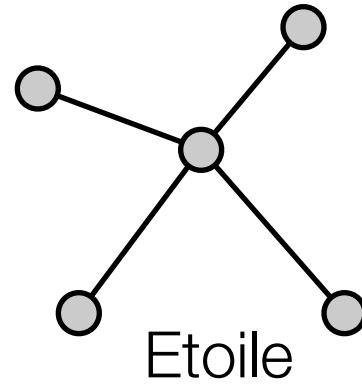
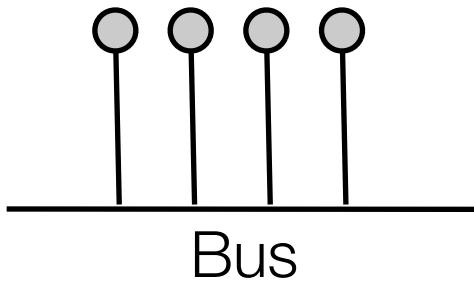
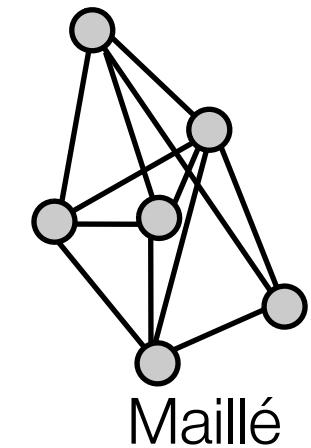
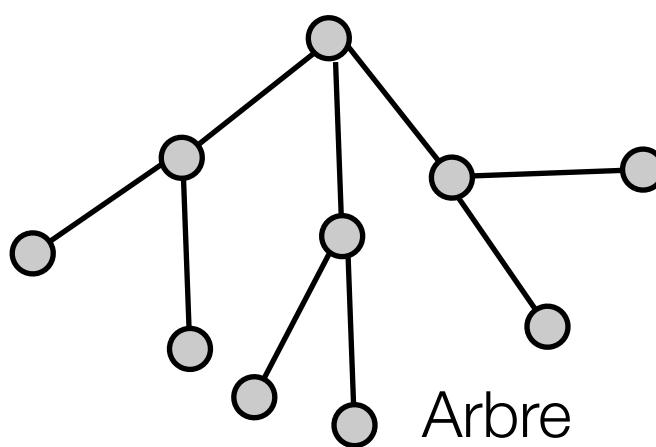
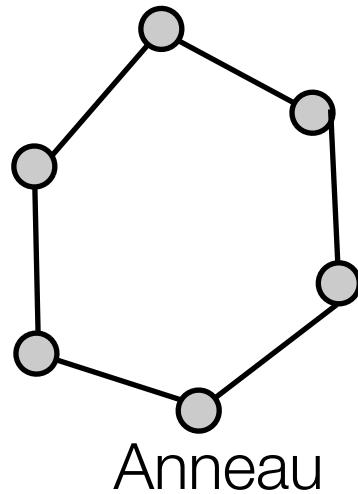
- ...Le tout pour fournir des applications/services variés



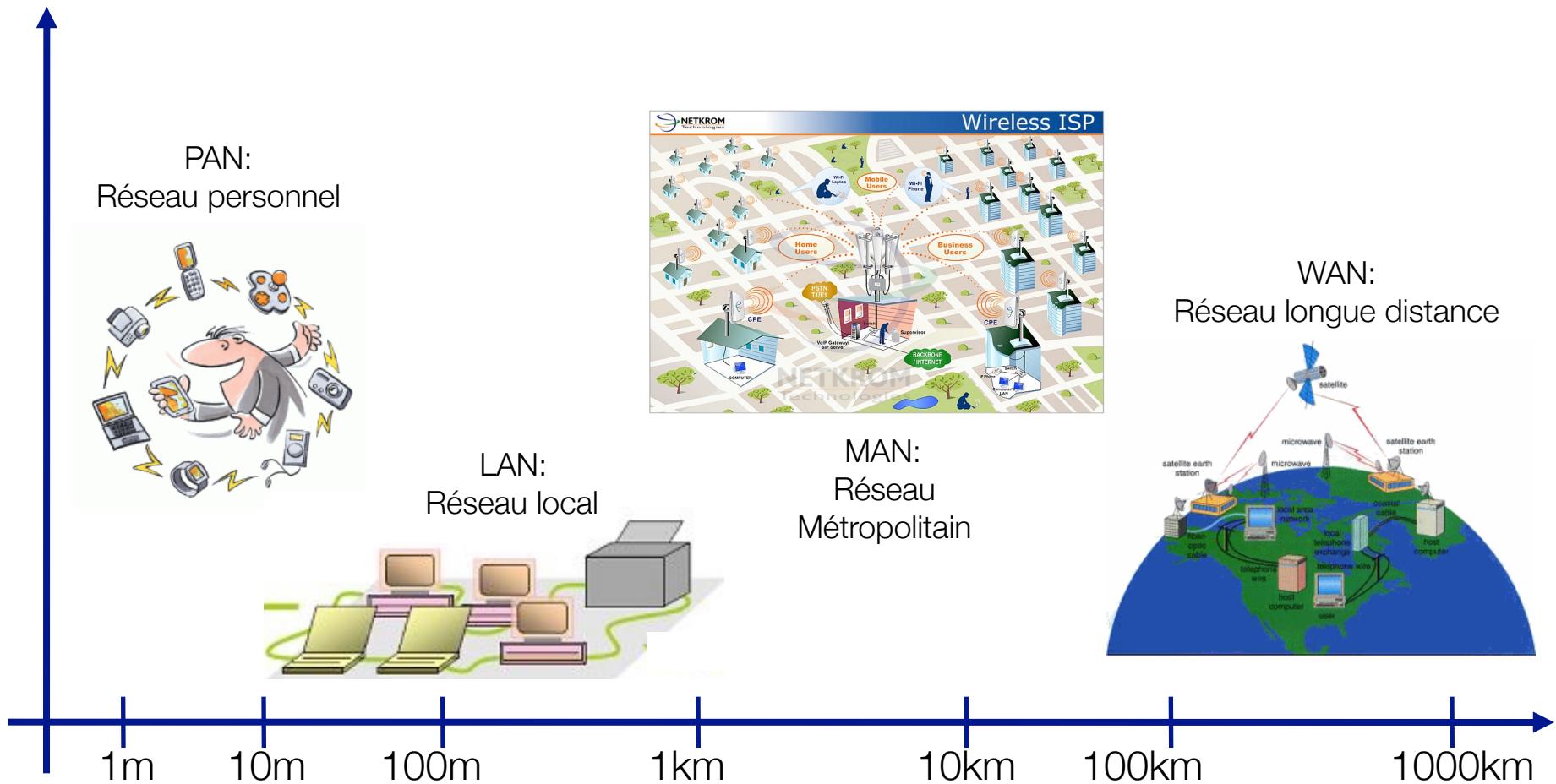
Quelles «activités» sur Internet aujourdui ?



Réseaux informatiques : Différentes topologies



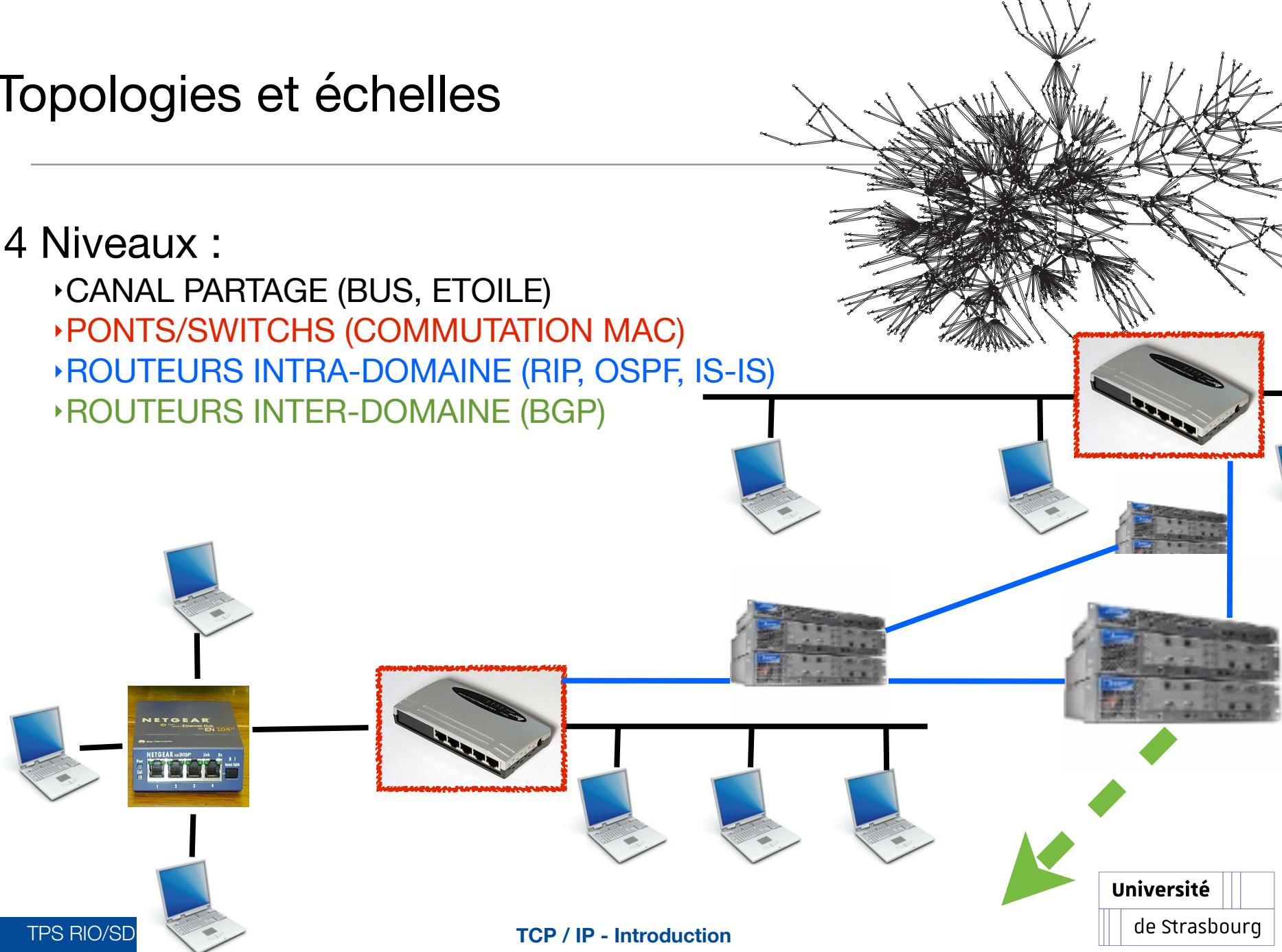
Réseaux informatiques : Différentes échelles



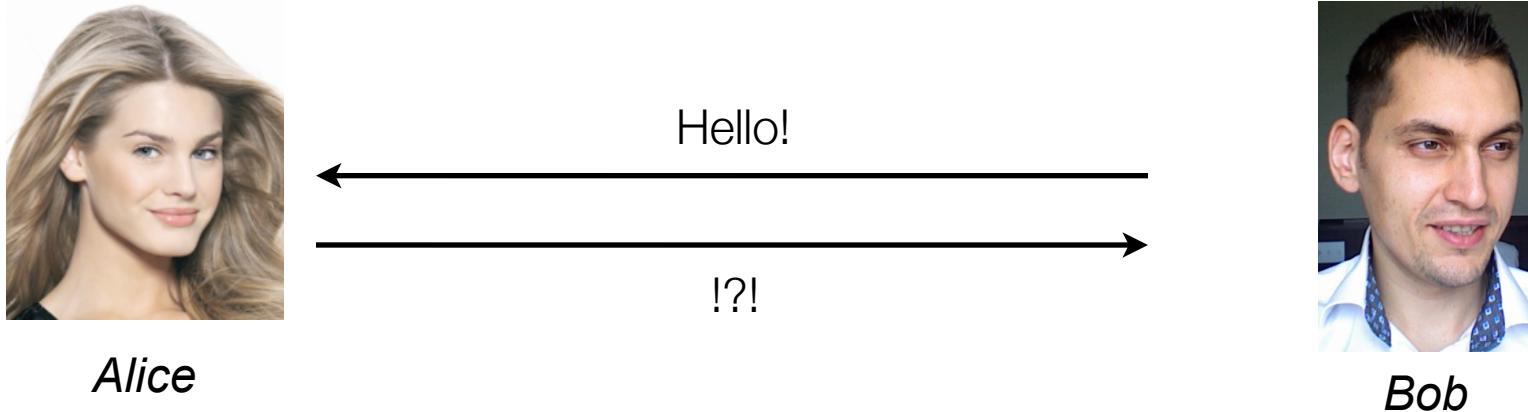
Topologies et échelles

4 Niveaux :

- CANAL PARTAGE (BUS, ETOILE)
- PONTS/SWITCHS (COMMUTATION MAC)
- ROUTEURS INTRA-DOMAINE (RIP, OSPF, IS-IS)
- ROUTEURS INTER-DOMAINE (BGP)

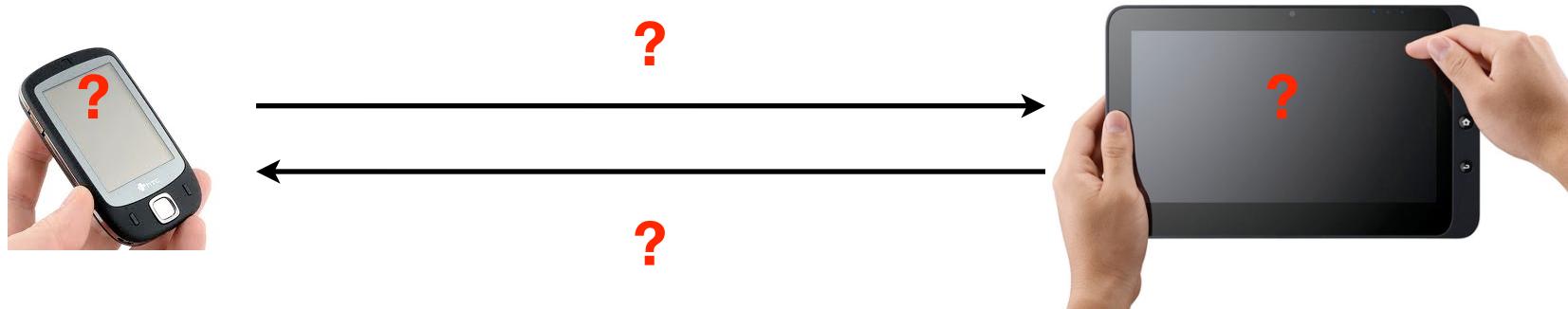


But = Communiquer



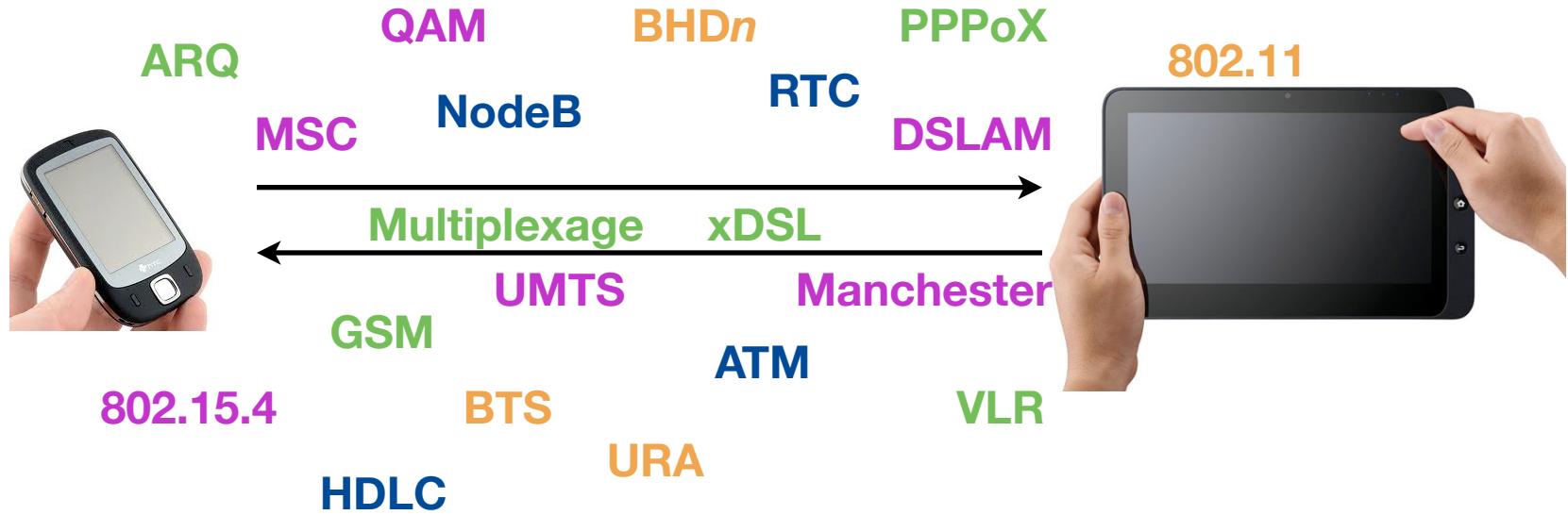
- **Deux axes d'évolution orthogonaux**
 - Qualité des communications (fiabilité, débit, sécurité, ...)
 - Réduction des coûts (mutualisation des ressources et simplicité)

But = Communiquer



- **Deux axes d'évolution orthogonaux**
 - Qualité des communications (fiabilité, débit, sécurité, ...)
 - Réduction des coûts (mutualisation des ressources et simplicité)

But = Communiquer



- Deux axes d'évolution orthogonaux
 - Qualité des communications (fiabilité, débit, sécurité, ...)
 - Réduction des coûts (mutualisation des ressources et simplicité)

Classification des réseaux

- **Par type de topologie**
- **Par leur échelle**
- **Au niveau logicielle : par leur mode de commutation
= moyen d'acheminer les données**
 - Commutation de circuits
 - Commutation de messages
 - Commutation de paquets

Commutation de circuits

- **Circuit dédié entre émetteur et récepteur, réservé durant la transmission**
- **Ex :** le Réseau Téléphonique Commuté (RTC)
- **Avantages:**
 - Grande fiabilité
 - Vitesse de transmission élevée
- **Inconvénients:**
 - Délai d'établissement du circuit
 - Gaspillage en cas de débits variables



Commutation de messages

- **Pas de connexion entre émetteur et récepteur**
 - **Progression de proche en proche pour le message**
 - **Ex: transmission des télégrammes, courrier postal**
-
- **Avantages:**
 - Pas d'établissement de circuit
 - Stockage du message au sein du réseau
 - **Inconvénients:**
 - Réception de la totalité du message avant transfert
 - Inefficace pour données de très grande taille



Commutation de paquets

- **Données découpées en paquets (segmentation)**
 - Ex : paquets IP et Ethernet
- **Pas de connexion entre l'émetteur et le récepteur**
- **Stockage temporaire des paquets dans les commutateurs (délais)**
- **Avantages :**
 - Multiplexage de nombreuses communications
 - Système souple adapté au trafic à débit variable (interactif)
 - Résistance aux pannes des nœuds intermédiaires

Commutation de paquets

- **Mode datagramme**
 - Émission sans chemin dédié pré-établi
 - Avantages : rapidité, simplicité (Internet)
 - Ex : IP, commutation de trames ethernet
- **Mode circuit virtuel**
 - Émission après établissement d'un chemin dédié
 - Avantages : arrivée ordonnée / séquencement des paquets
 - contrôle d'erreur & flux (X.25)
 - garanties de délais & débit
- **MPLS : commutation par labels**

Echanger des données à grande échelle

- **Emetteur et récepteur doivent s'accorder**
 - Quel type de commutation ?
 - Quel format de message ?
 - Quel signal de départ ? de fin ?
- **Parallèle avec la communication humaine**
 - Quel mode ? (lettre, carte, mail, sms, parole, ...)
 - Quelle langue ?
 - Quel degré d'affinité ? ("Salut" ou "Cher collègue" ?)



Notion de “protocole normalisé”

2 - PROTOCOLES & NORMALISATION



Protocoles réseaux

- Répondre aux problèmes «pratiques» posés dans les systèmes distribués :
 - moyens de transmission non fiables
 - pas de mémoire commune
 - événements inattendus (pannes, erreurs, ...)
 - hétérogénéité des matériels, des logiciels, des données
 - Nécessité de partager des ressources

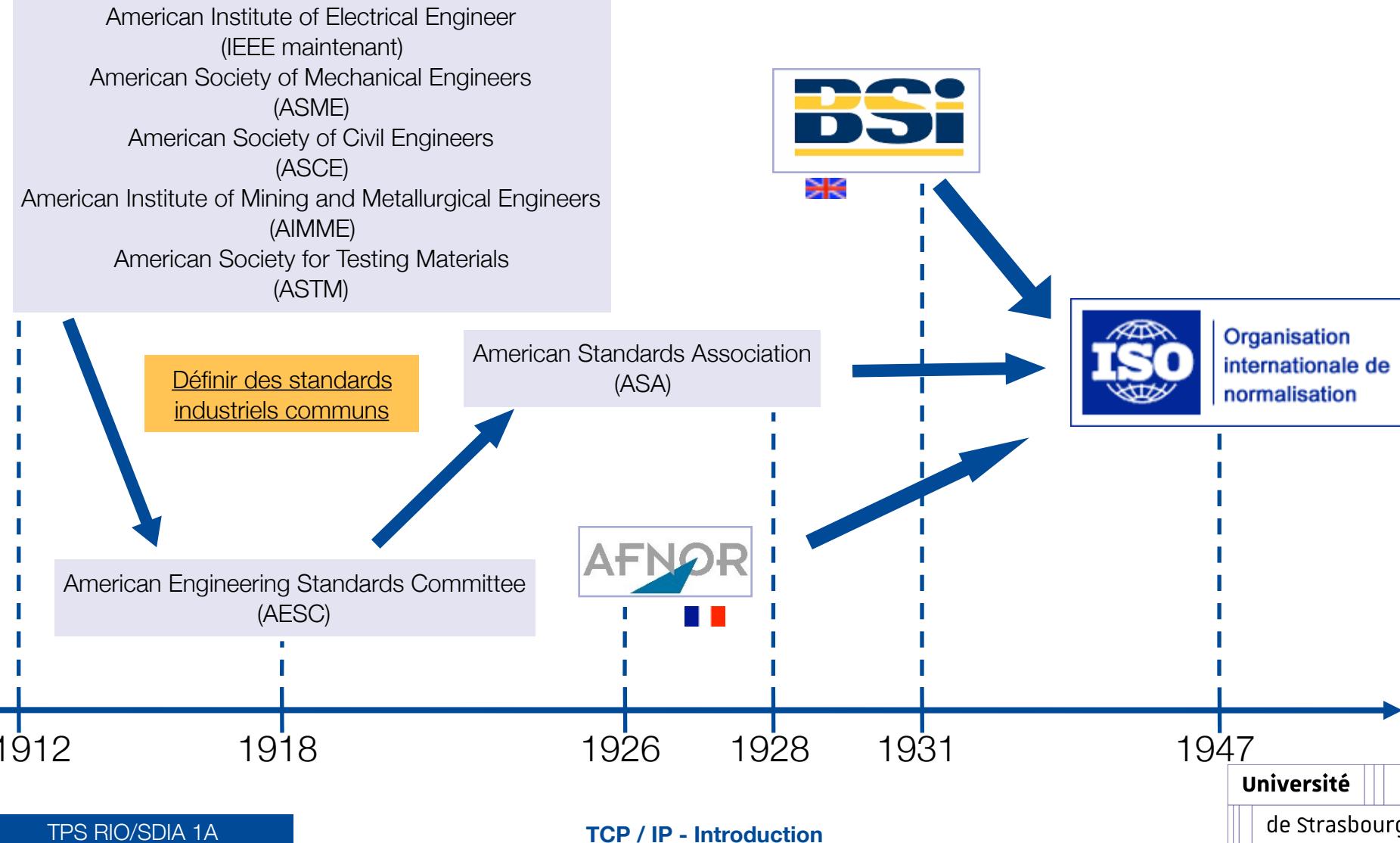
Protocoles - Définitions

- Procédure de communication :
 - ensemble de règles d'émission et de réception des messages
 - structurer l'information : différencier les données utiles des données de contrôle (entête)
 - superviser la liaison : connexion/déconnexion, contrôle d'erreurs, etc.
 - Décrit par un « automate »
- Protocole :
 - spécification d'un couple de procédures :
 - non nécessairement identiques
 - appelant/appelé
 - client/serveur
 - assurant un service entre deux ou plusieurs extrémités

Normalisation/standardisation

- **De manière générale**
 - Harmoniser l'activité d'un secteur
 - Assurée par des organismes nationaux/internationaux
- **En Informatique**
 - Normaliser les protocoles de communication... et aussi :
 - les matériels
 - la diffusion de l'information (ex : Drafts et RFC à l'IETF)
 - les ressources “communes” (ex : en fréquences radio)

Normes : bref historique



Normes & télécommunications

- **UIT (Créée en 1932)**
 - Union internationale des télécommunications (*International Telecommunication Union*)
 - Réglementation des télécommunications, établissement de normes, diffusion d'informations techniques
 - Ex : recommandation IMT-2000 pour la téléphonie 3G



- **ISO (Créée en 1974)**
 - International Organization for Standardization
 - Réglementation des télécommunications, établissement de normes, diffusion d'informations techniques
 - Ex : ISO 9001 (gestion de la qualité), ISO 14001 (management environnemental), ISO 7498 (modèle Open System Interconnection, OSI)



International
Organization for
Standardization

Normes & télécommunications

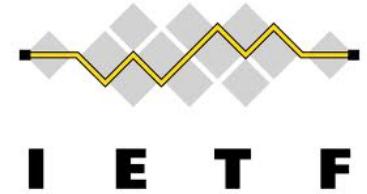
- **IEEE (Créé en 1963)**

- Institute of Electrical and Electronics Engineers
- Etablissement de normes, diffusion de connaissances
- Ex : conférences, journaux, IEEE 802.3, 802.11, 802.15.4



- **IETF (Créé en 1986)**

- Internet Engineering Task Force
- Elaboration des standards de l'Internet
- Proposition et débats de “drafts” puis diffusion en RFC (request for comments)
- Ex : TCP, RFC 675 (1974, <http://tools.ietf.org/rfc/rfc675.txt>)



Normes & télécommunications

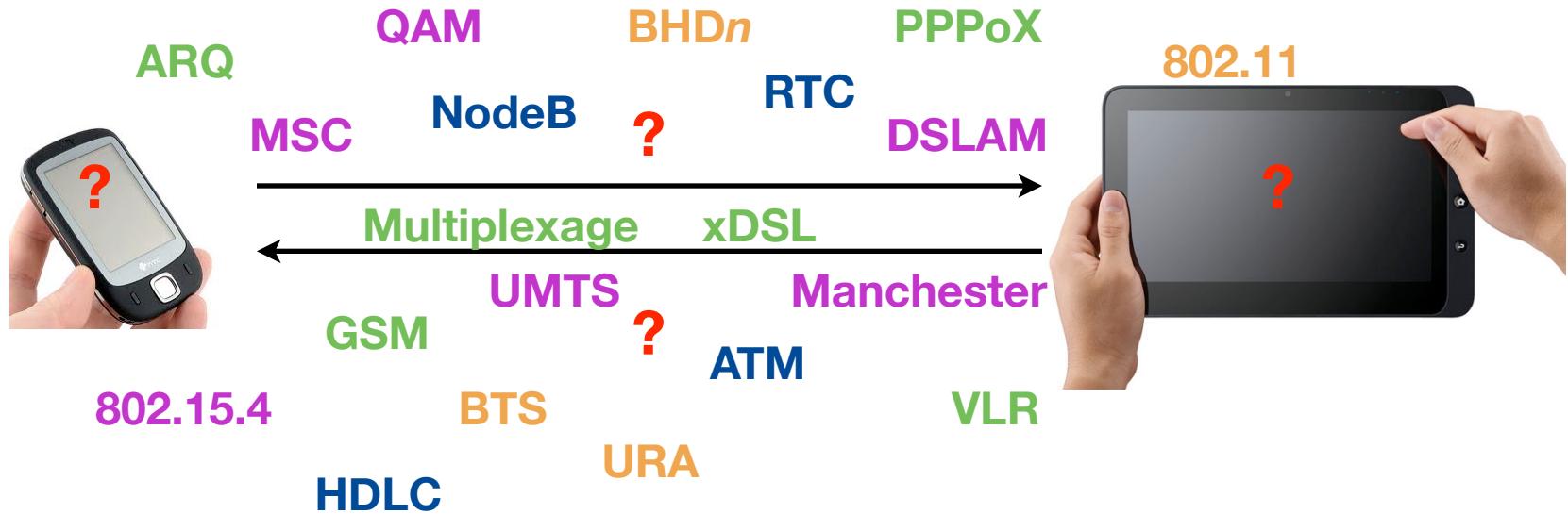
- **IANA (Créeé en 1988)**
 - Internet Assigned Numbers Authority
 - Rôle : Attribution des noms + identifiants dans les protocoles de l'Internet
 - Ex : adresses IP, numéros de port pour un protocole
 - => Etroite collaboration avec l'IETF
- **ARCEP (Créeé en 1997)**
 - Autorité de régulation des communications électroniques et des postes
 - Jusque 2005 : Autorité de régulation des télécommunications
 - Rôle : Régulation des télécommunications et attribution des fréquences



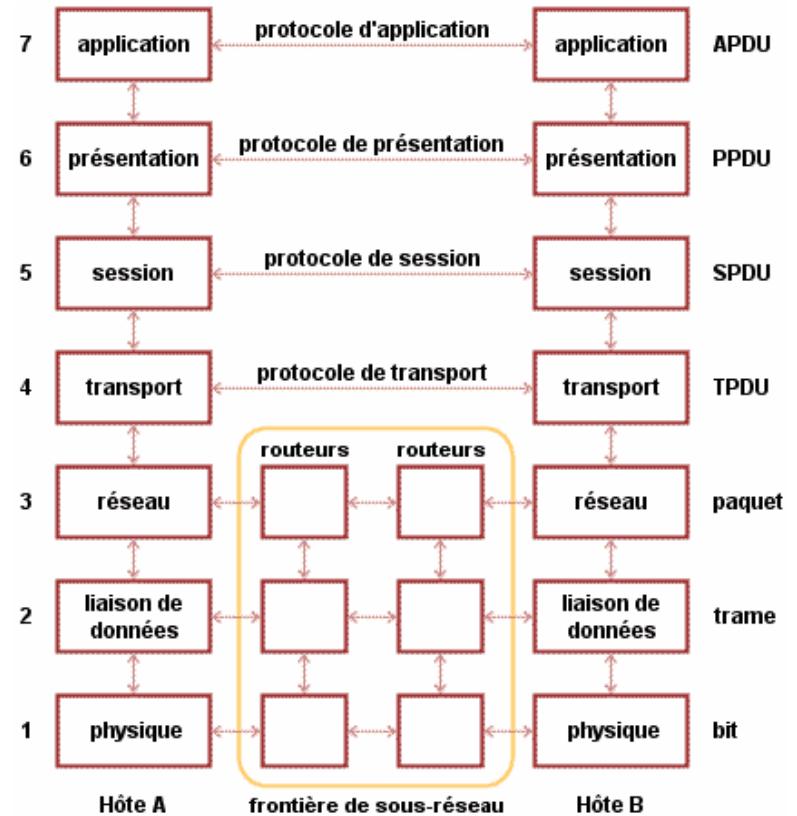
Internet Assigned Numbers Authority



Comment s'organise une architecture réseau?



3 - VERS UN MODELE EN COUCHE



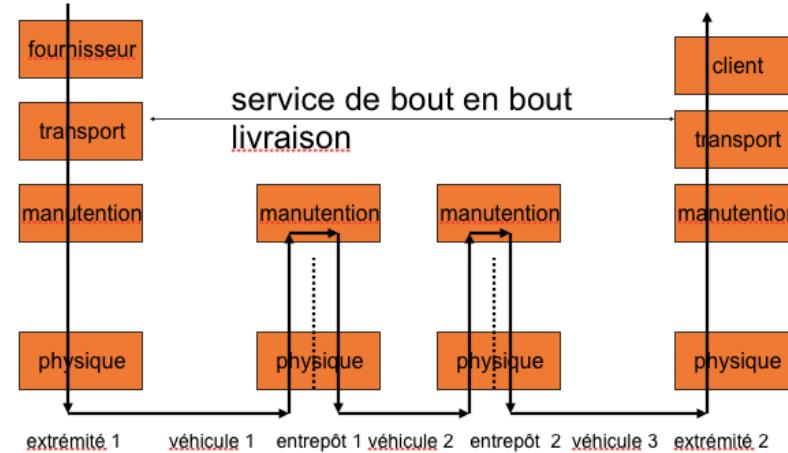
Architecture en couches

- **Objectifs :**

- dégager les principales fonctions liées à la communication
- les hiérarchiser en couches
- principe d'abstraction
 - couche, service, protocole
- Analogie avec :
 - « types abstraits »
 - concepts de la programmation par objets

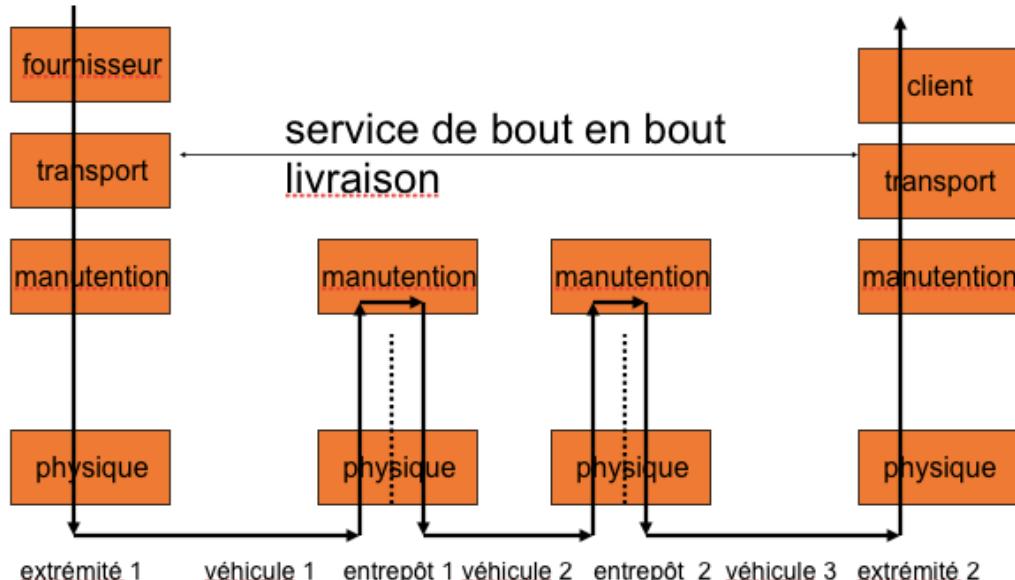
Quelques analogies avec les réseaux de distribution

- Indépendance :
 - Le vendeur peut changer de transporteur
 - Le transporteur peut transporter des produits différents
 - Adaptation : une commande peut être livrée en plusieurs colis
- Adressage, niveaux d'adresses
 - Utilisateur final (adresse de livraison, de facturation)
 - Prochain entrepôt
- Différence entre
 - Bout en bout
 - Proche en proche
- Fiabilité
 - Accusé de réception, bons de livraison, ...



Organisation des fonctionnalités en couches

- Chaque couche traite une ou plusieurs fonctionnalités
 - Chaque couche rend des services à la couche supérieure
 - Chaque couche utilise les services fournis par la couche inférieure
- Service : « Ce qu'offre une couche »
- Interface : « Utilisation d'une couche »
- Protocole : « Comment ? »

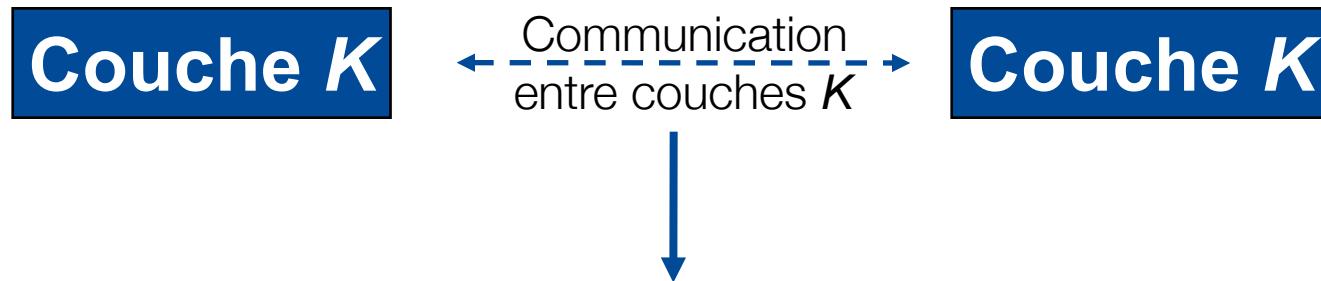


Concepts fondamentaux : modèle à trois niveaux

- entité (N) : élément actif de la couche (N)
- Triptyque de la couche (N) :
 - deux entités (N) paires fournissent un service (N) aux entités (N+1), par l'intermédiaire des adresses (N)
 - pour fournir le service (N), les entités (N) dialoguent via le protocole (N)
 - Échange de N-PDU (Protocol Data Unit)
 - pour réaliser le protocole (N), les entités (N) utilisent le service (N-1),
 - via des adresses (N-1) & des primitives de service N-Service Data Unit
- **protocole (N) : règles d'échanges horizontaux de N-PDU entre deux entités (N)**
- **service (N) :**
 - ensemble de primitives (requêtes, indications) véhiculées entre les couches
 - échanges « verticaux » de SDU

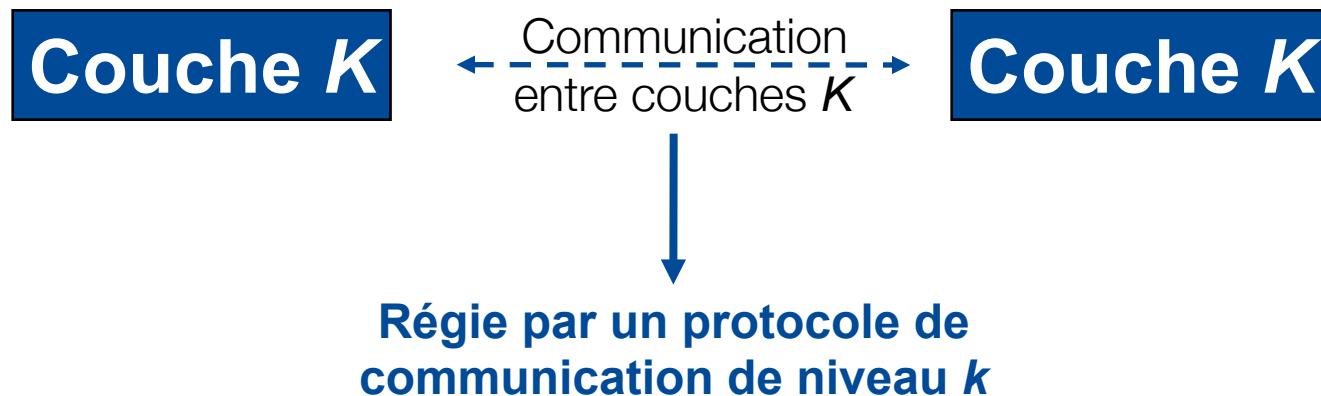
Normaliser les communications

- **Protocole de communication**
 - Ensemble de règles pour établir et entretenir une communication
- **Différence entre données et informations:**
 - Informations = données qui ont un sens

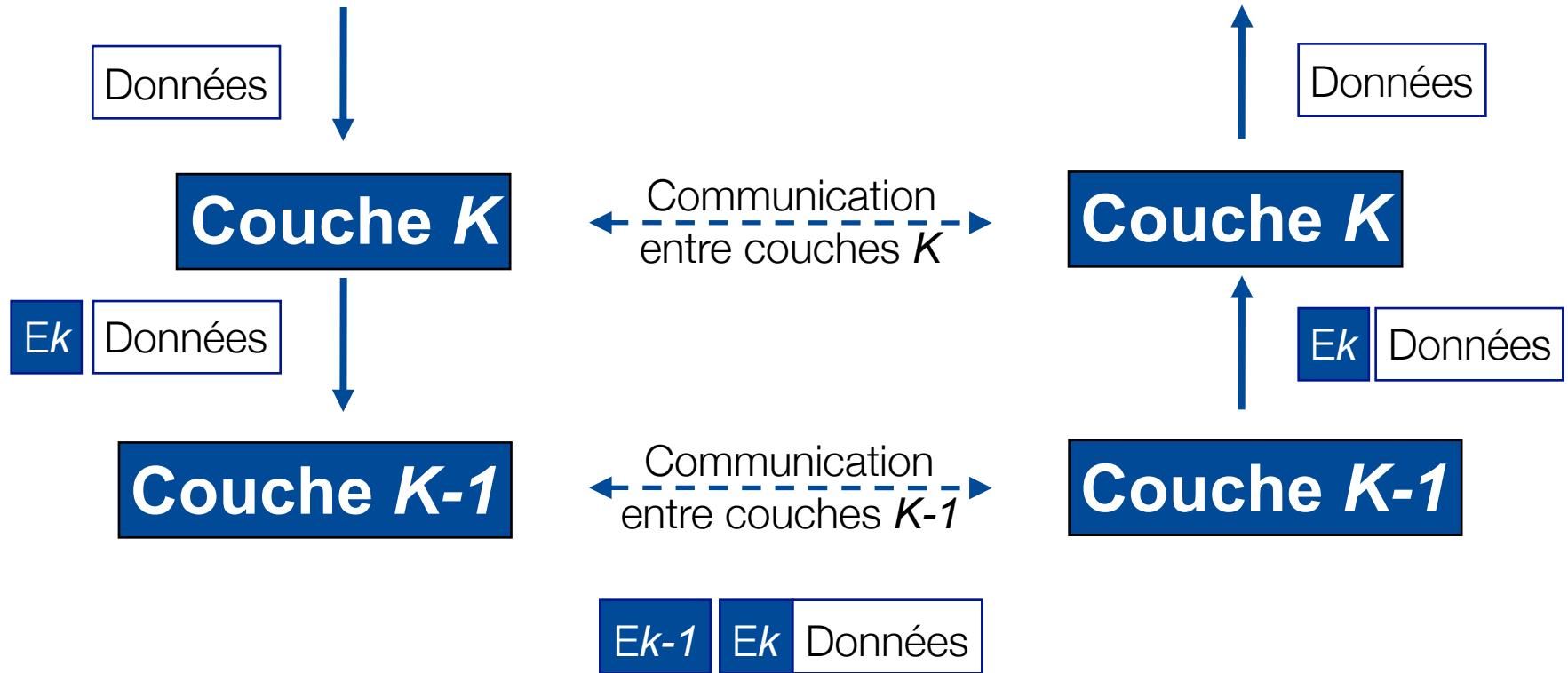


Normaliser les communications

- **Protocole de communication**
 - Ensemble de règles pour établir et entretenir une communication
- **Différence entre données et informations:**
 - Informations = données qui ont un sens



Modèles en couches



Télécommunications : plusieurs modèles (OSI, TCP/IP, ATM)

En théorie, le modèle OSI

- **Norme ISO 7498**
 - « Modèle basique de référence pour l'interconnexion des systèmes ouverts »
 - Open System Interconnection
 - Traite des systèmes ouverts à la communication avec d'autres systèmes
 - Décrit l'architecture des communications en réseau
- **Objectifs :**
 - Principales fonctions liées à la communication
 - Hiérarchiser en couches : modularisation
 - Principe d'abstraction (couche, service, protocole)

Le modèle OSI à 7 couches

Application

- point d'accès aux services réseaux

Présentation

- codage des données applicatives

Session

- synchronisation & gestion des transactions

Transport

- Pour **Le Réseau Tu Sais Pas Administrer**
- **Après Plusieurs Semaines Tout Respire La Paix**
- **Partout Le Roi Trouve Sa Place Assise**
- **Petit Lapin Rose Trouvé à la S.P.A.**
- **Pirater Le Réseau Te Servira Pas Absolument**
- **Pour Le Réseau Tout Se Passe Ainsi**

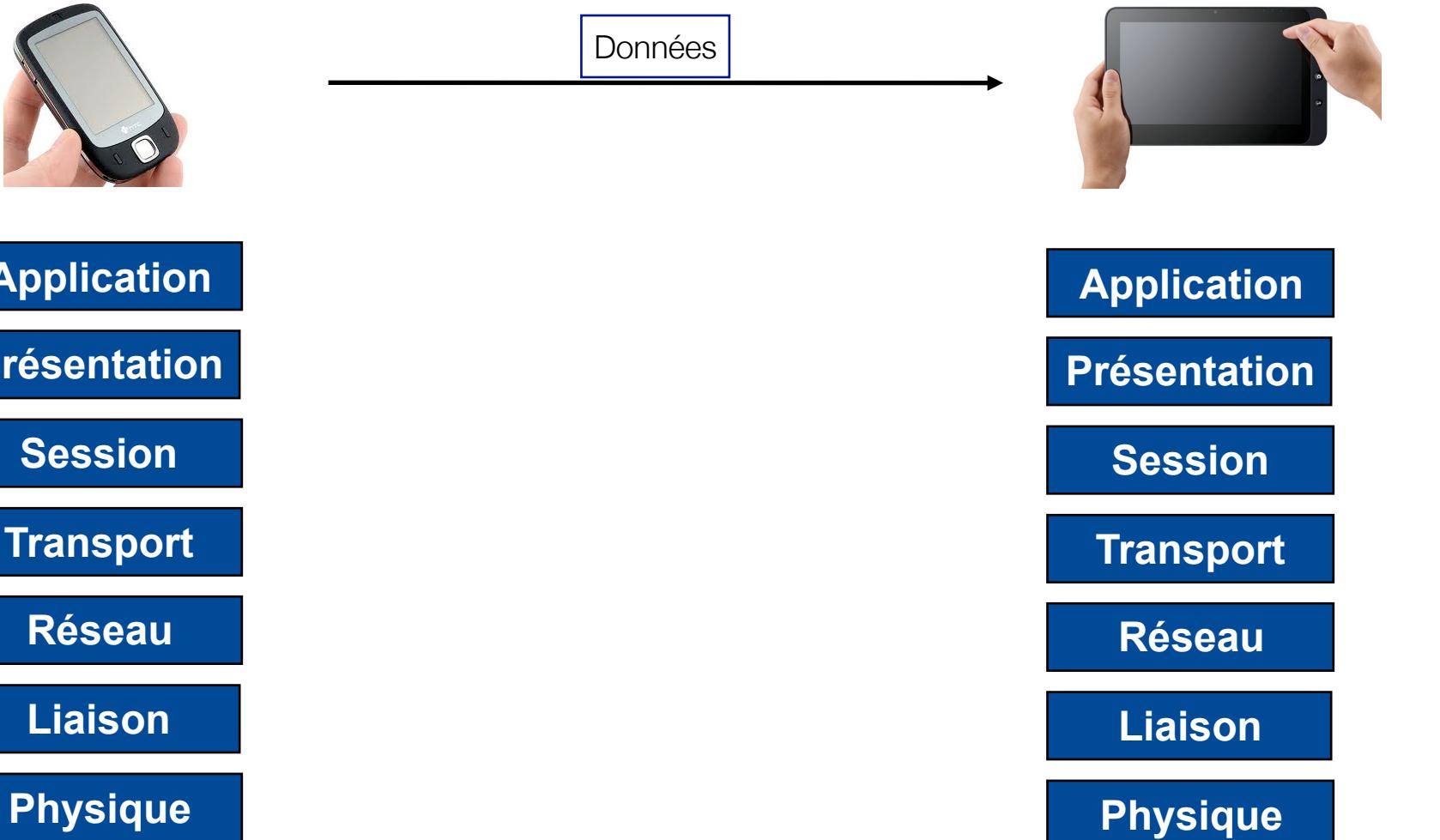
Liaison

Physique

Le modèle OSI

- **Interface**
 - Ensemble de fonctions et appels systèmes dans un programme
- **Service**
 - Description abstraite de fonctionnalités à l'aide de primitives (commandes ou événements)
 - Ex : Demande de connexion, réception de données
- **Protocole**
 - Définit le format, la signification des paquets/messages échangés, etc.
 - Indépendant du service fourni par la couche dans laquelle il fonctionne

Le modèle OSI



Le modèle OSI



Application

Présentation

Session

Transport

Réseau

Liaison

Physique

Application

Présentation

Session

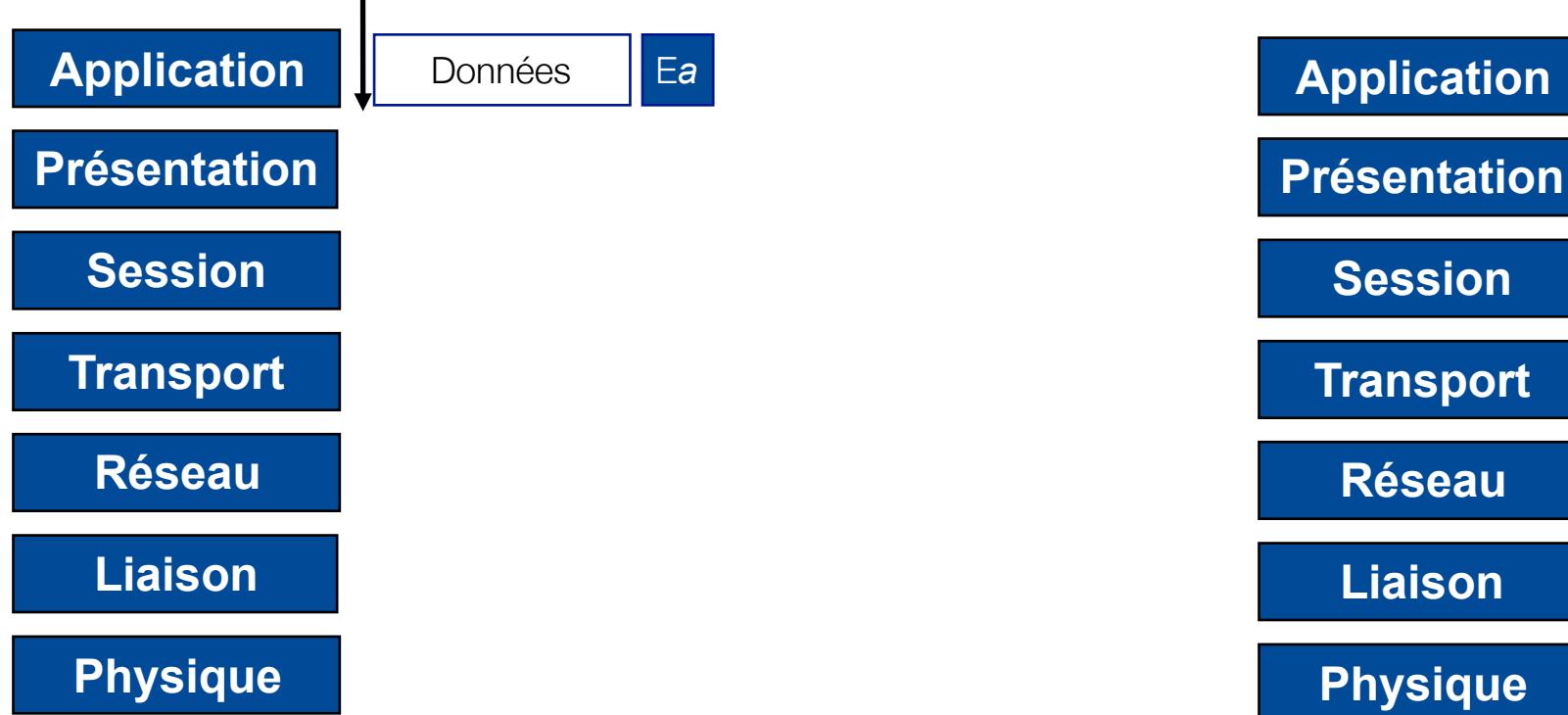
Transport

Réseau

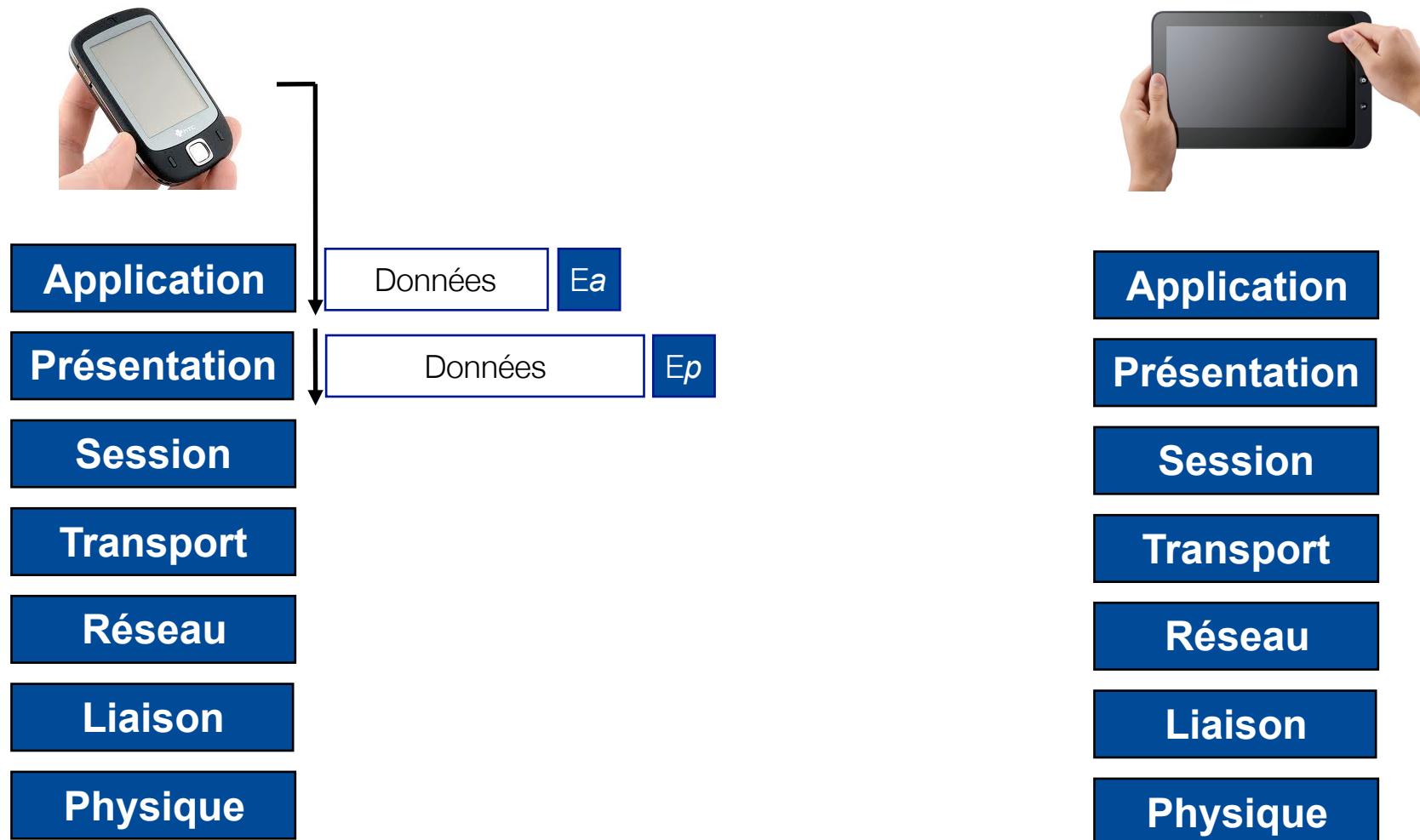
Liaison

Physique

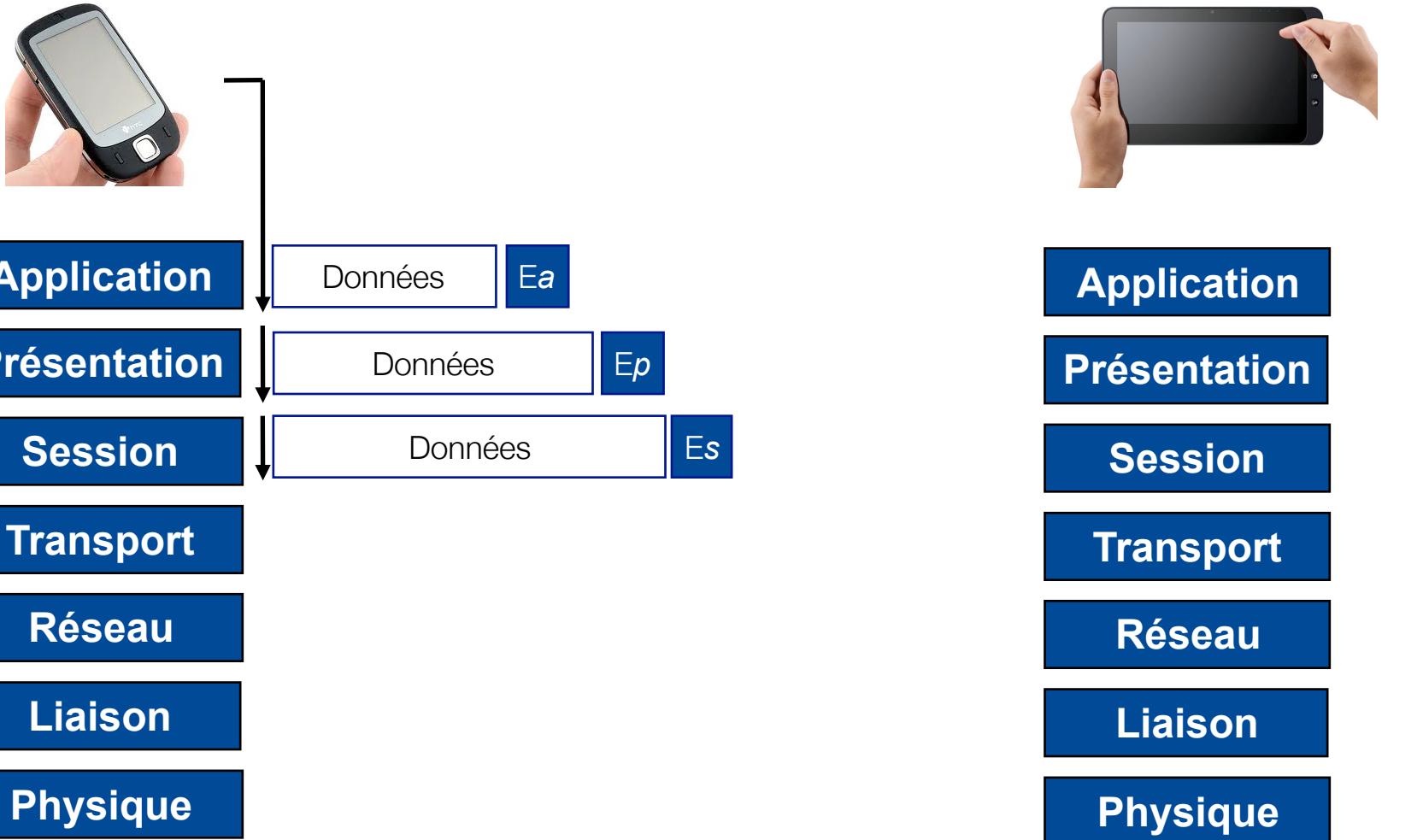
Le modèle OSI



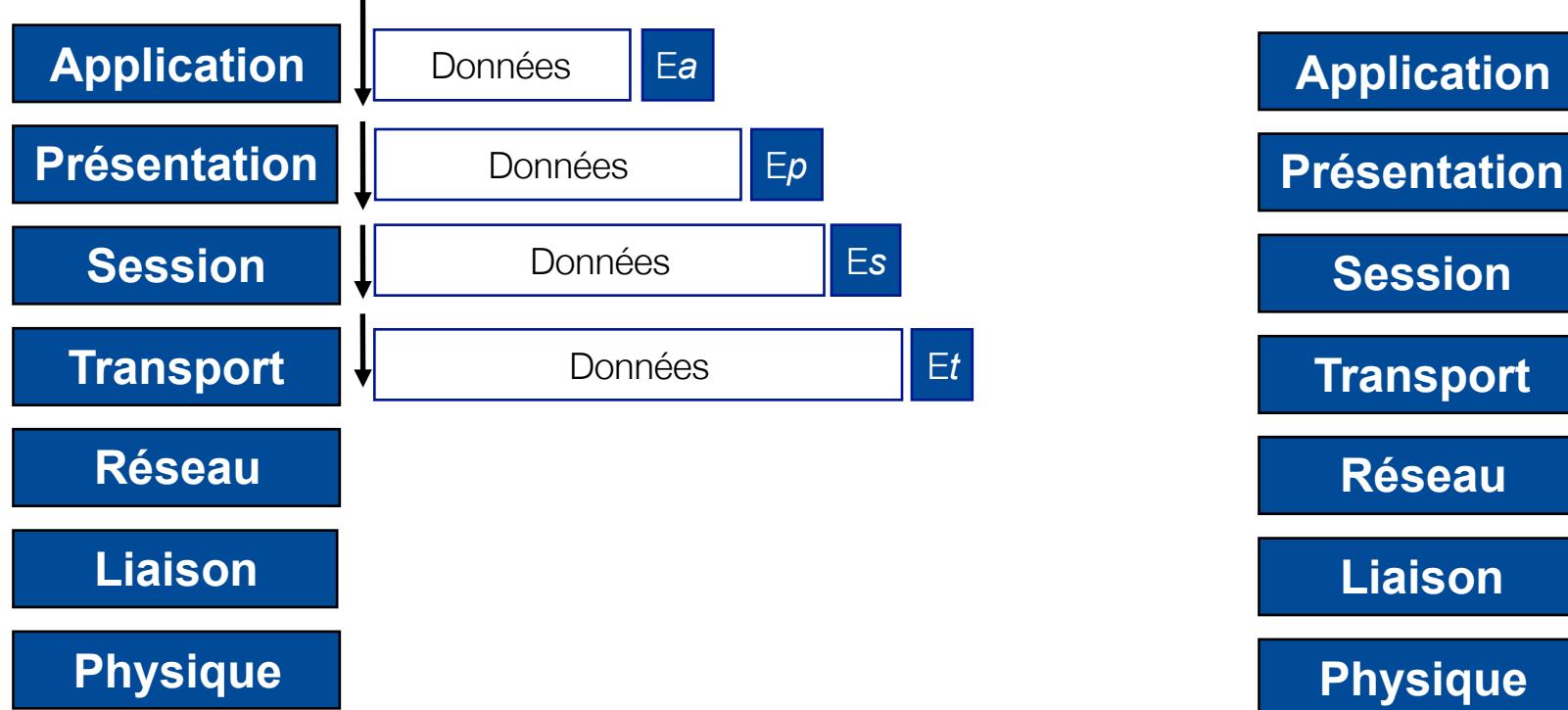
Le modèle OSI



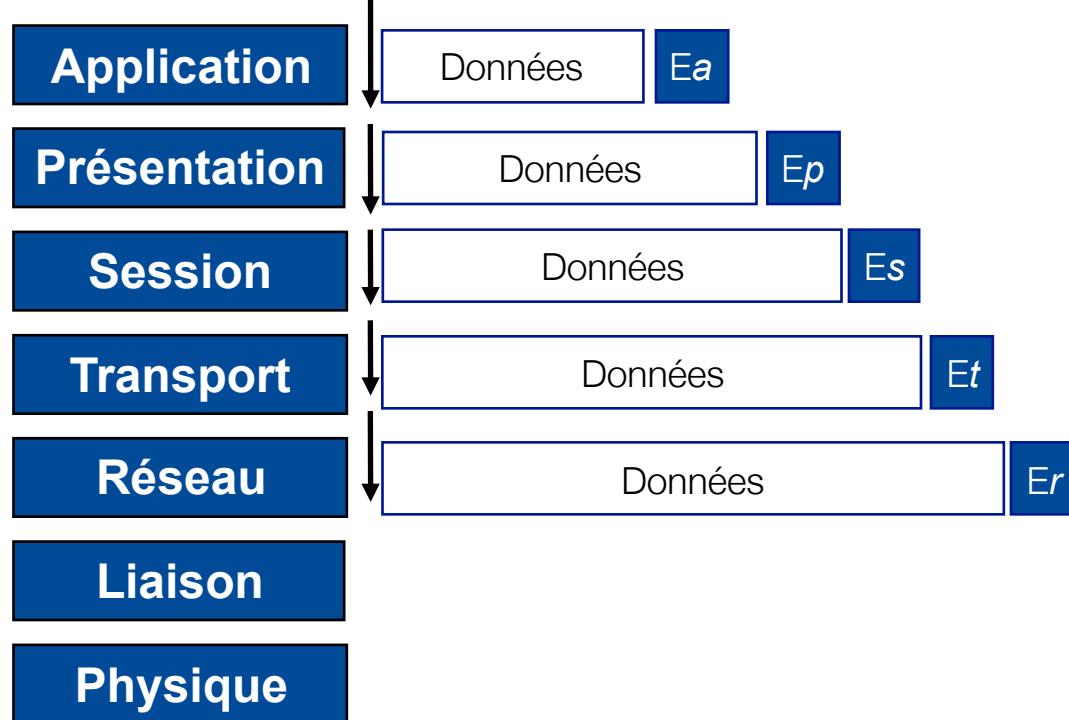
Le modèle OSI



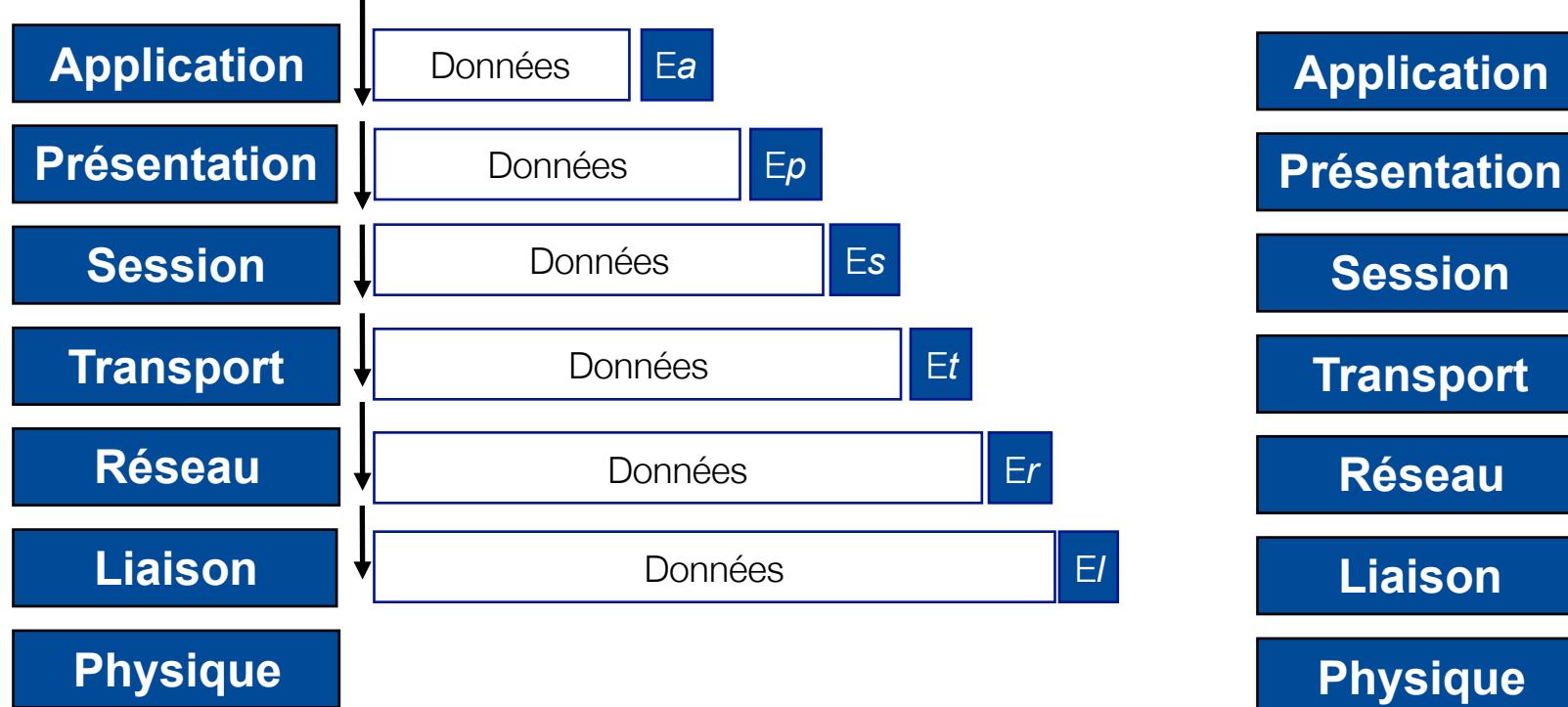
Le modèle OSI



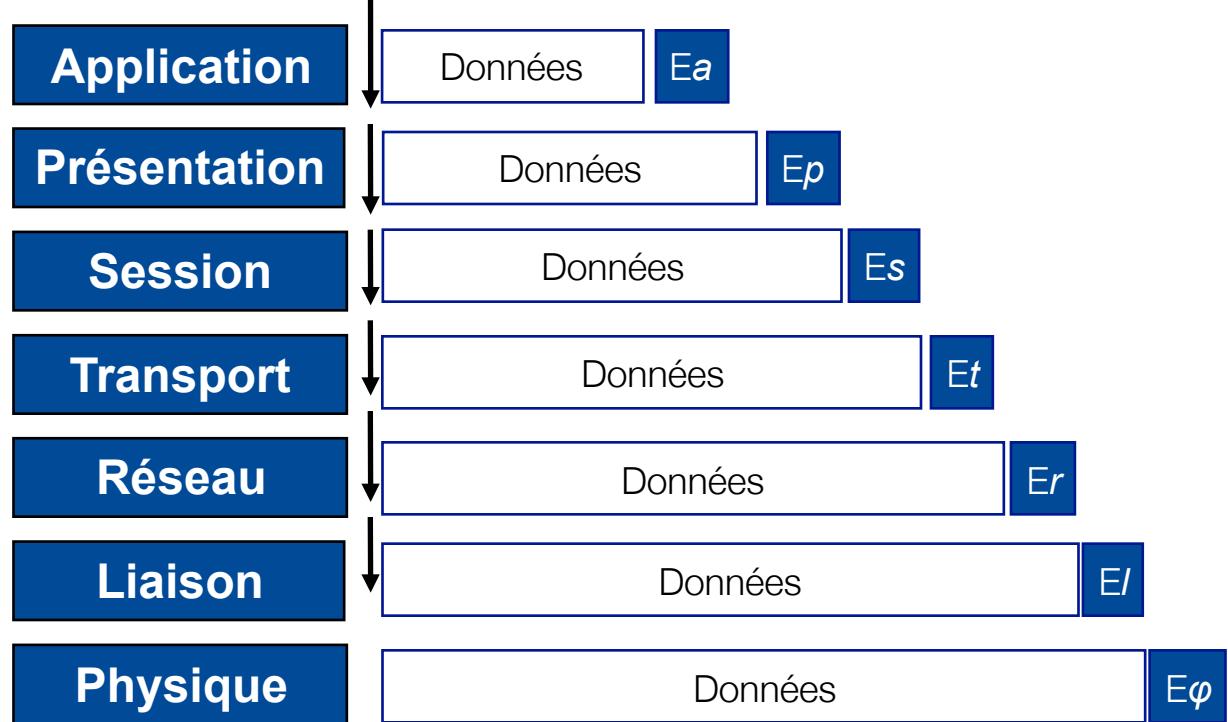
Le modèle OSI



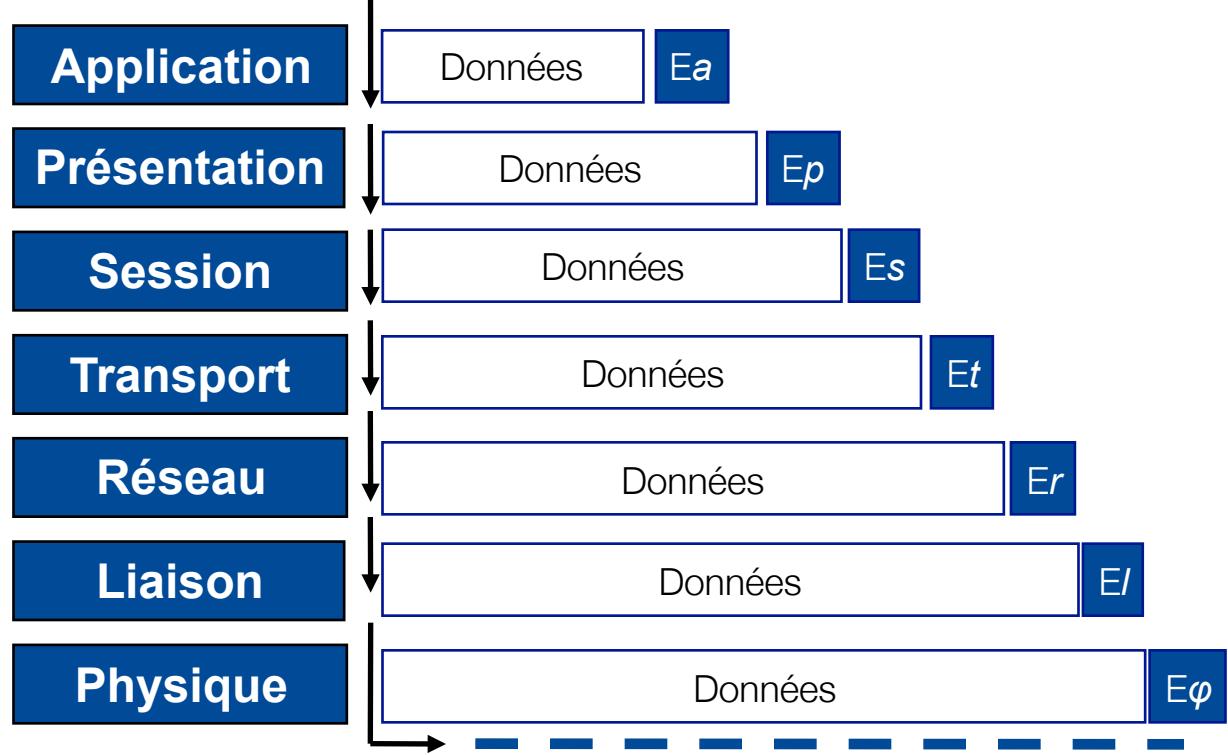
Le modèle OSI



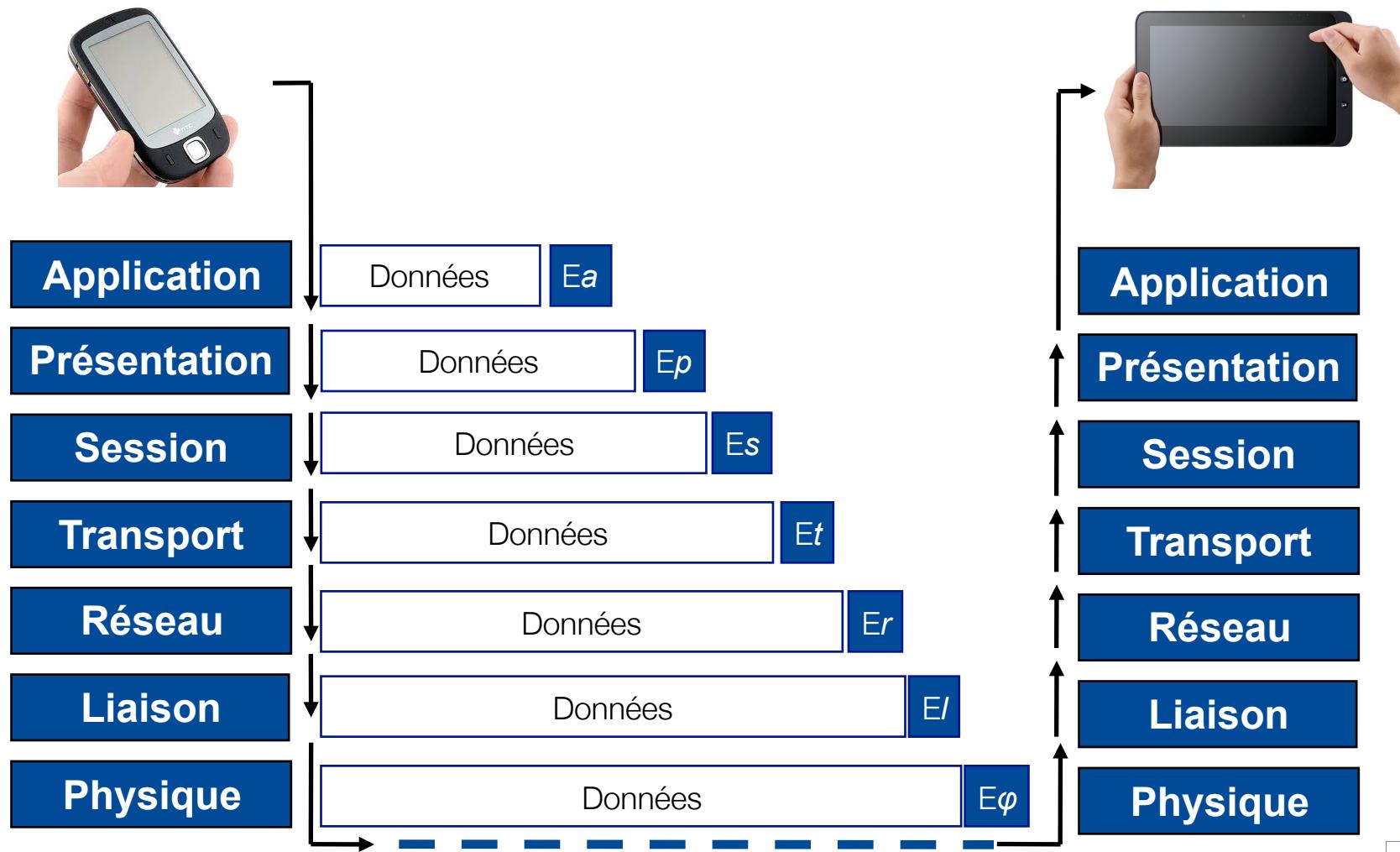
Le modèle OSI



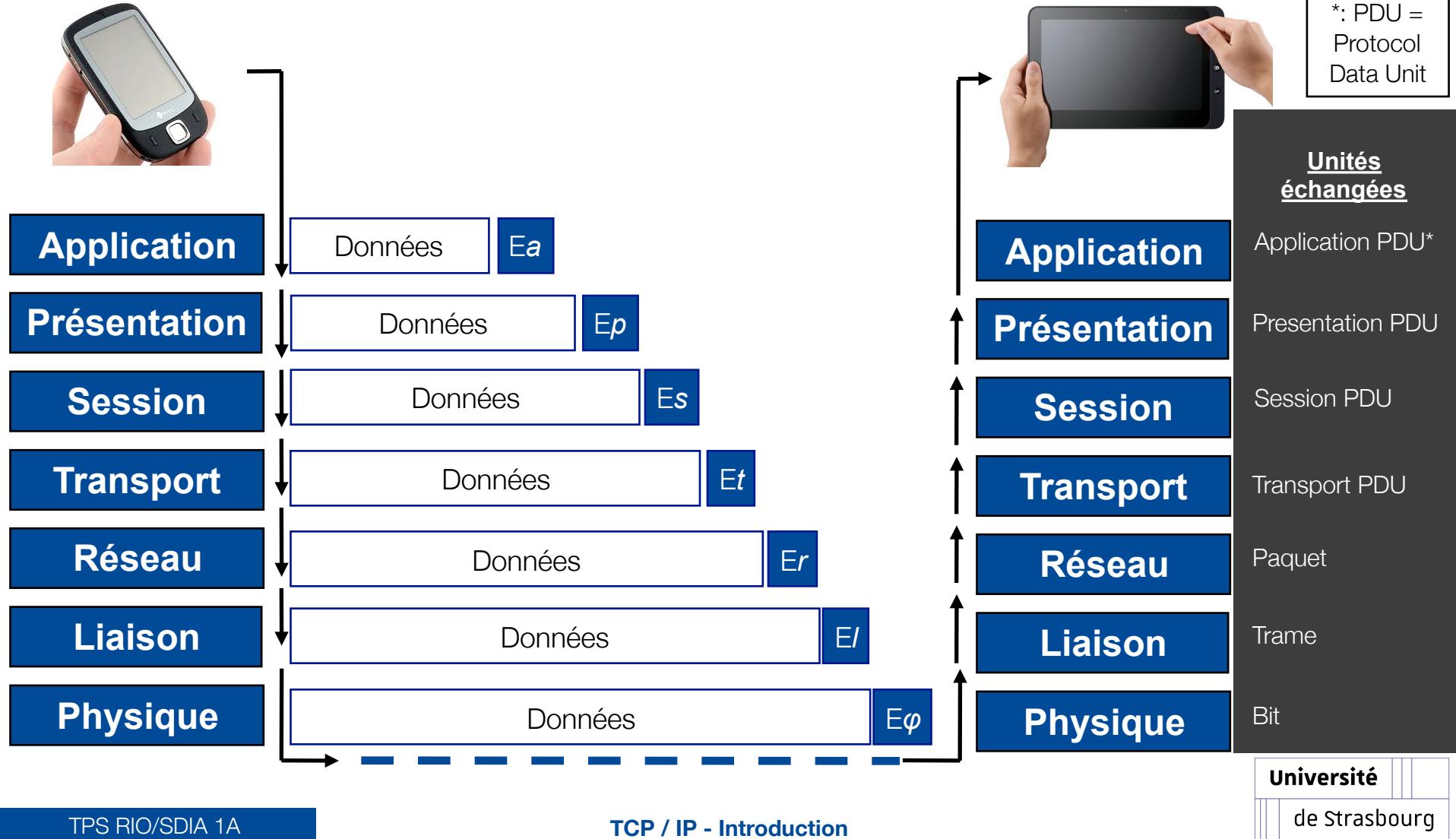
Le modèle OSI



Le modèle OSI



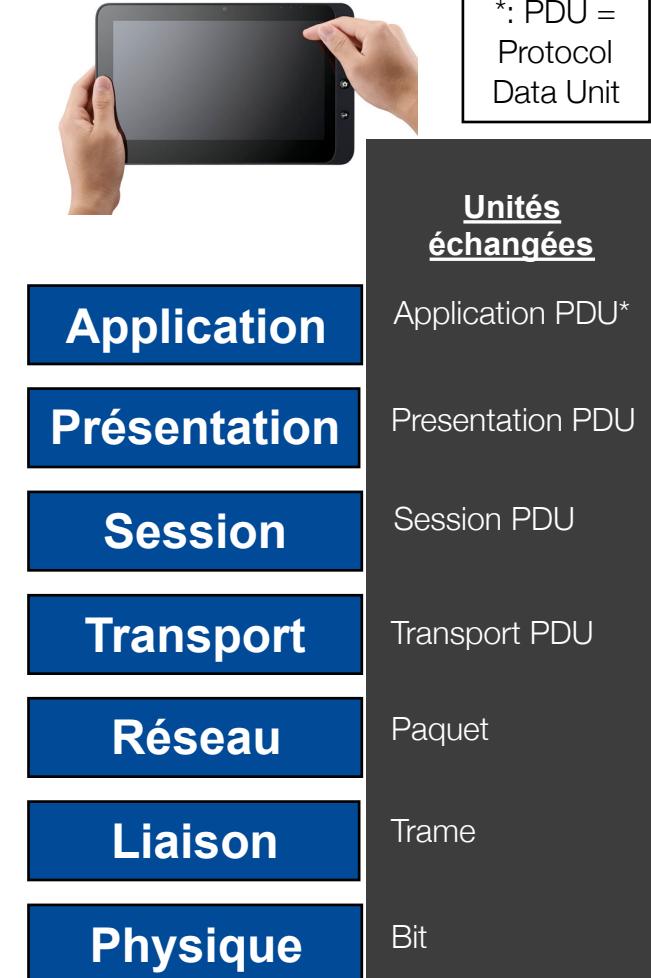
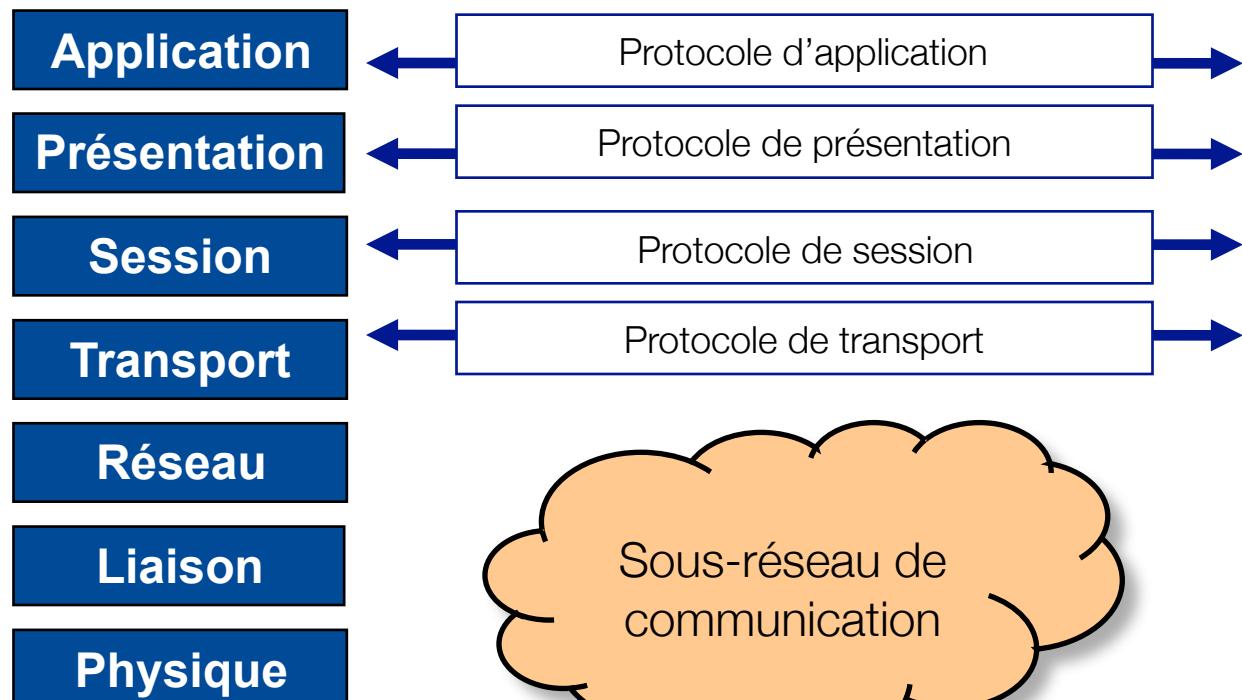
Le modèle OSI



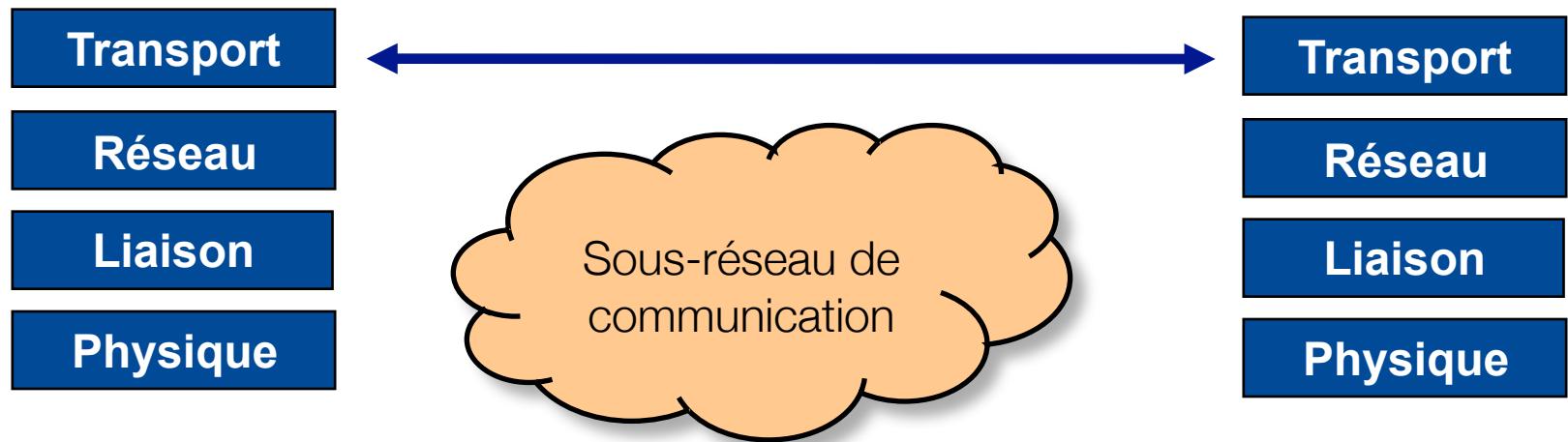
Le modèle OSI



*: PDU =
Protocol
Data Unit



Dans ce cours, zoom sur les 4 « couches basses » :



- **Couche physique :**
 - Transformation de bits en signaux et codage-modulation
- **Couche liaison de données :**
 - Support physique vu comme une ligne logique « exempte d'erreurs »
 - Délimitation des trames de données
 - Mécanismes de contrôle d'erreur, de flux, d'accès

En pratique, le modèle TCP/IP

- **Besoins de robustesse et de souplesse**
 - Résistance aux pannes d'équipements intermédiaires
 - Applications variées
- **Réseau à commutation de paquets**
- **Couche IP**
 - Chacun envoie ses paquets et «l'inter-réseau» doit les acheminer
 - Internet Protocol (IP) => format des paquets
 - + fonctions de routage (signalisation + commutation)



Le modèle TCP/IP

- **Sous la couche IP** : Couche hôte-réseau «non définie»

- **Au-dessus de la couche Internet : la couche transport**
 - Transmission Control Protocol (TCP)
 - Avec connexion, flot d'octets en entrée fragmenté pour former paquets IP
 - User Datagram Protocol (UDP)
 - Sans connexion, applications chargées de la fragmentation

- **Au-dessus de la couche Transport : la couche application**
 - Telnet, FTP, SMTP, DNS, HTTP
 - Application désignée par numéro de port + protocole de transport
 - Ex : ftp 21/TCP

Modèle TCP/IP (+ Ethernet ou WiFi) = Internet actuel

- **Principes**
 - indépendance des réseaux sous-jacents
 - connectivité universelle, résistance aux pannes
 - protocoles d'application standard
- **Origine : ARPANET de DARPA (milieu 70)**
 - Pile (= empilement de protocoles) TCP/IP : (début 80)
 - «vissé» sur IP (Internet Protocol) :
 - niveau Réseau, mode datagramme
 - très efficace (simplicité)

OSI vs. TCP/IP

- **Modèle OSI conçu avant les protocoles**
 - Pas de protocole imposé à chaque couche
 - Objectif d'abstraction atteint
 - Utile pour décrire différentes piles de protocoles (générique)
- **Modèle TCP/IP**
 - Conçu après les protocoles
 - Collé parfaitement à cette pile de protocoles
 - Ne convient pas pour décrire d'autres piles (spécifique)

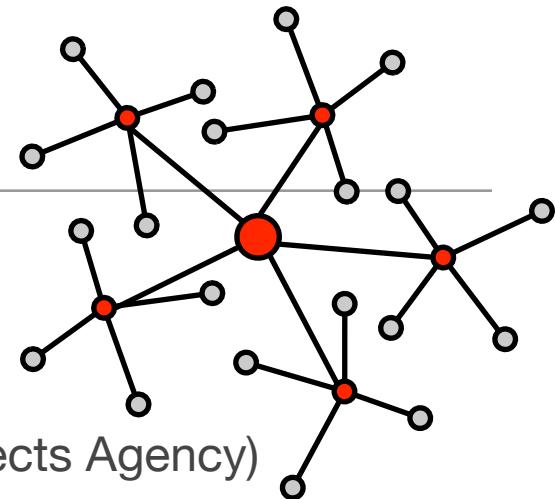
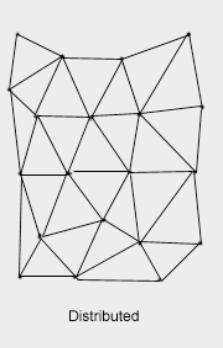
4 - UN PEU D'HISTOIRE...



Internet - rapide historique

- **1957**

- Lancement de Spoutnik
- 58 : Création de l'(D)ARPA (Advanced Research Projects Agency)



- **1960**

- Le DoD veut plus de robustesse
- Communications militaires via réseau téléphonique
- AT&T laisse courir...



Paul Baran (1926–2011)

- **1967**

- L'ARPA s'oriente vers les réseaux à commut. de paquets
- Présentation d'un projet à l'ACM SIGOPS
- Idée similaire au Royaume-Uni

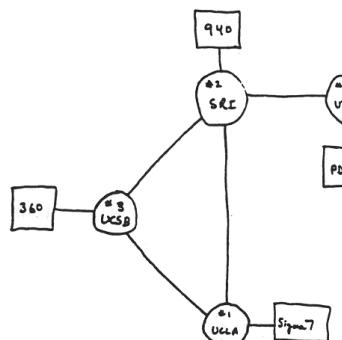
Lawrence G. Roberts (1937-)



=> Décision de créer ARPAnet

Internet - rapide historique

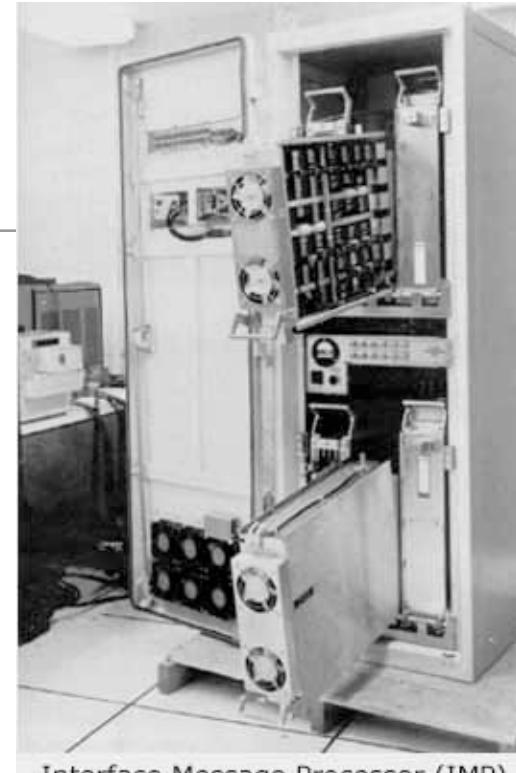
- Nœuds du réseau
 - Hôte + IMP (Interface Message Processor)



THE ARPA NETWORK

DEC 1969

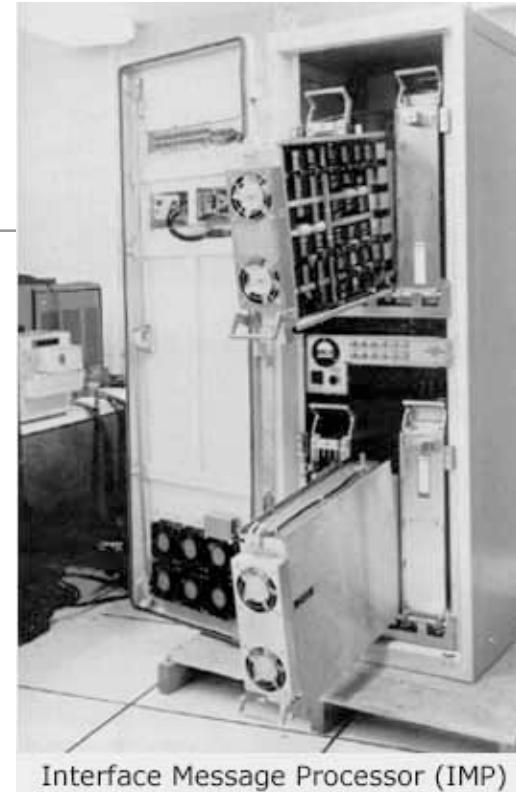
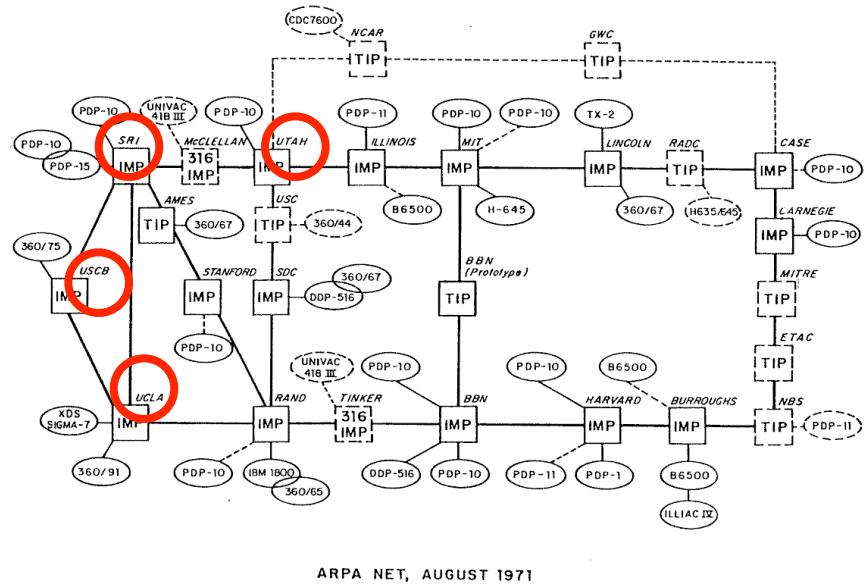
4 NODES

FIGURE 6.2 Drawing of 4 Node Network
(Courtesy of Alex McKenzie)

- Eté 1969
 - Liaisons hôte-IMP confiées à des étudiants de Snowbird, Utah

Internet - rapide historique

- Nœuds du réseau
 - Hôte + IMP (Interface Message Processor)



- Eté 1969
 - Liaisons hôte-IMP confiées à des étudiants de Snowbird, Utah

Internet - rapide historique

- Nœuds du réseau
 - Hôte + IMP (Interface Message Processor)

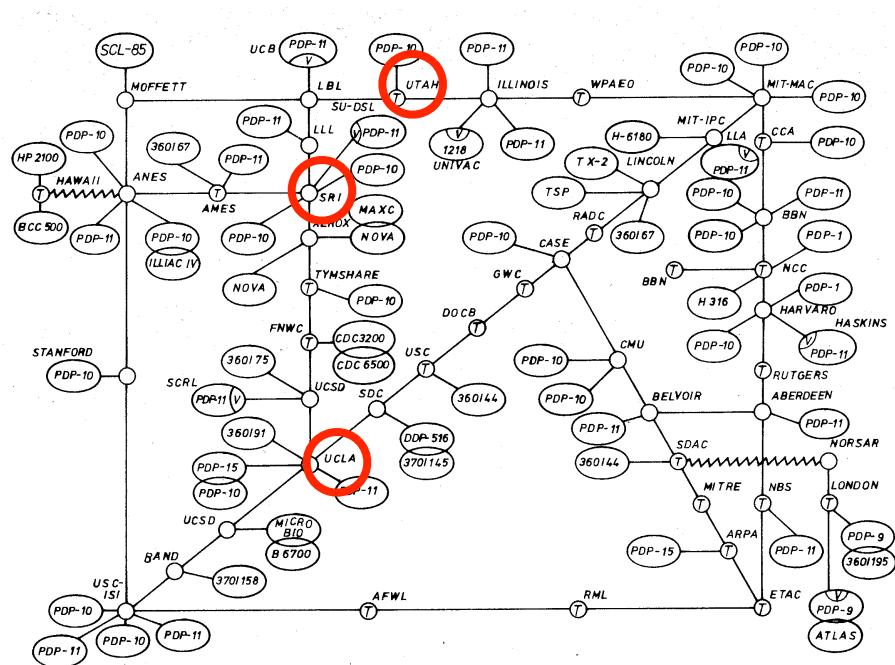
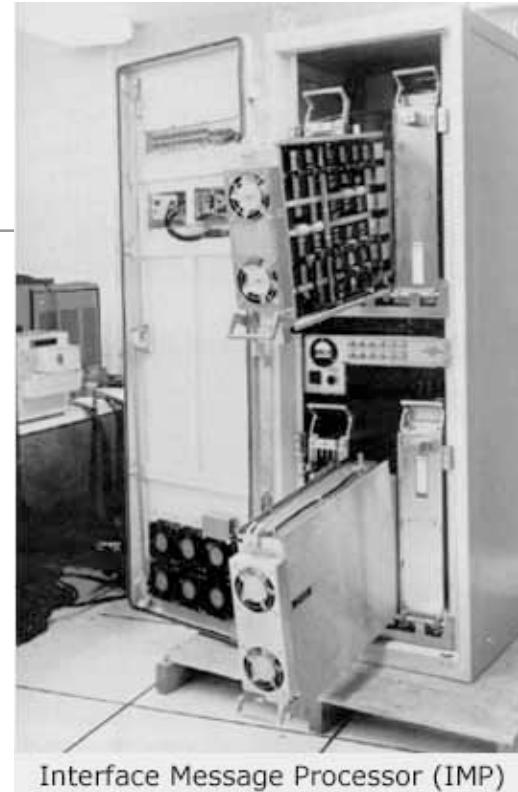


Abb. 4 ARPA NETwork, topologische Karte. Stand Juni 1974.

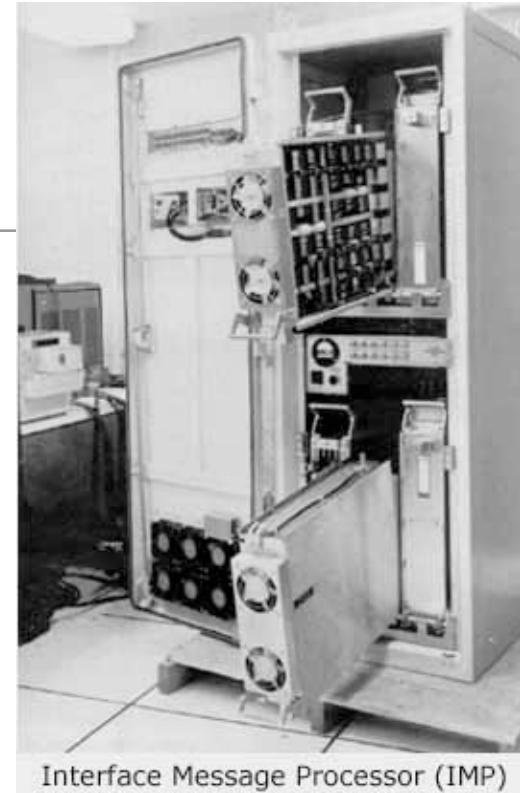
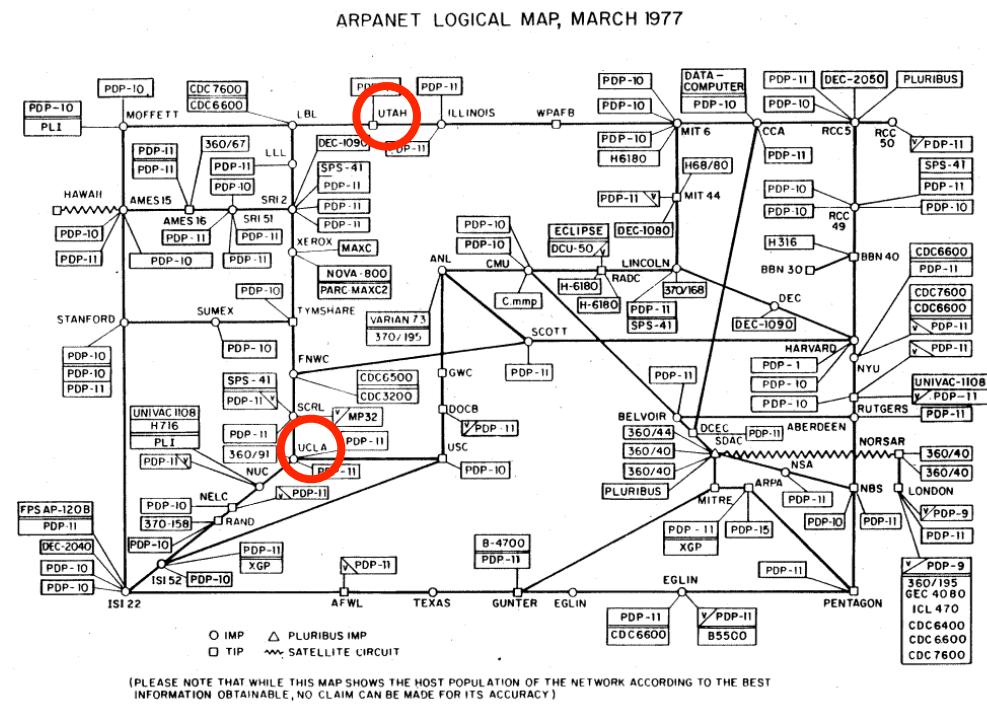


Interface Message Processor (IMP)

- Eté 1969
 - Liaisons hôte-IMP confiées à des étudiants de Snowbird, Utah

Internet - rapide historique

- Nœuds du réseau
 - Hôte + IMP (Interface Message Processor)



Interface Message Processor (IMP)

- Eté 1969
 - Liaisons hôte-IMP confiées à des étudiants de Snowbird, Utah

Internet - rapide historique

- **Evolution des besoins, des technos...et des coûts !**
 - Toujours plus de réseaux raccordés à ARPAnet
 - Gérer les communications sur des interréseaux
 - UNIX de Berkeley
 - Développement des sockets, d'utilitaires et d'outils de gestion
 - UNIX BSD 4.2 avec TCP/IP (avec déjà tout ou presque...)
 - 1980 : toujours plus étendu
 - DNS pour localiser les hôtes
- **Parallèlement**
 - Fin des 1970s : NSFnet (National Science Foundation)
 - 80 : TCP/IP dès le début: 1er WAN TCP/IP!



Leonard Kleinrock (1934-)

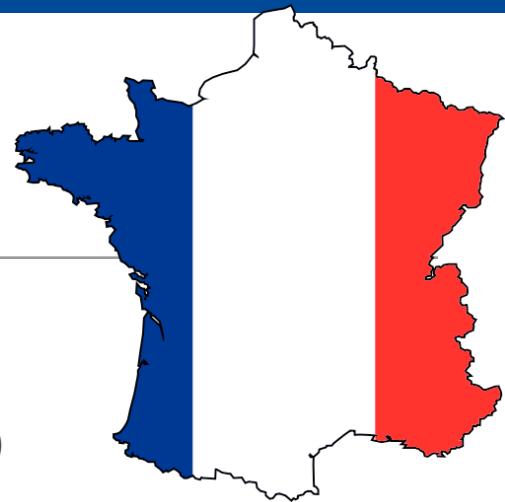
Internet - rapide historique

- **Début des années 1980**
 - 1983: ARPAnet séparé de sa partie appartenant aux forces armées
 - ARPAnet + NSFnet => « inter-réseau » => « internet »
- **Se connecter à Internet devient aussi simple que**
 - Avoir une adresse IP
 - Utiliser TCP/IP
 - Pouvoir envoyer des paquets IP à tous les hôtes
- **Ouverture au grand public au début des 1990s**
 - Application World Wide Web



Tim Berners-Lee (1955-)

Historique Français



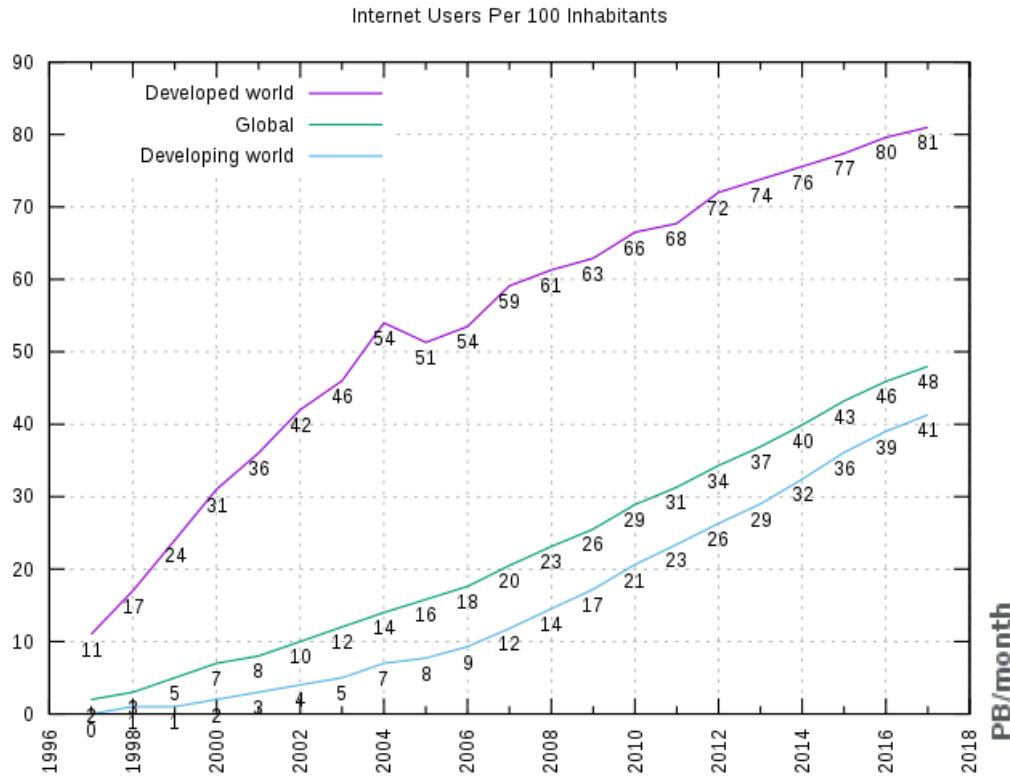
- 1973 : CYCLADES - Louis Pouzin (bases du TCP actuel !)
- FNET (1983) : connexion vers Internet (CNAM)
- CNAM, INRIA, IRCAM (1984): connexion aux USA via Amsterdam, par liaison téléphonique, puis X.25
- INRIA (1988) : 1er paquet IP arrive directement par liaison satellite entre Nice-Sophia et Princeton
- Strasbourg : Osiris connecté en 1989 via INRIA
- RENATER (1992) : créé par le CEA, CNES, CNRS, INRIA, EDF, Ministère éducation nationale
 - s'ouvre aux industriels en 1995

Internet - rapide historique

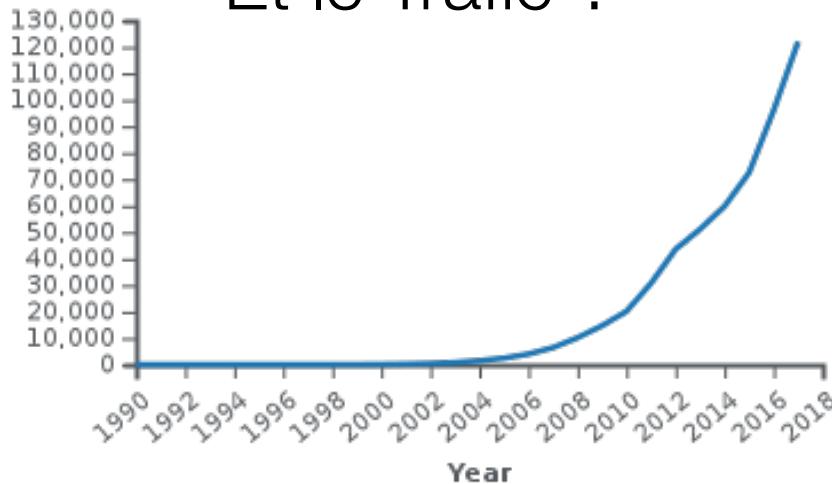
- **1995** : 50 000 réseaux, 4 millions d'ordinateurs, 100 pays + cellulaire / GSM
- **31 mars 2011** : 2,095 milliards d'utilisateurs (30% de la population mondiale)
- Problèmes d'échelle (**NAT ?**) et migration lente vers IPv6

The screenshot shows a news article from IDG News. At the top left, there is a red bar with the text "SERVERS / STORAGE". To the right of the bar, the date "Feb 3, 2011 5:00 pm" is displayed. The main title of the article is "ICANN Assigns Its Last IPv4 Addresses", written in large blue capital letters. Below the title, the author is listed as "By Stephen Lawson, IDG News". The article's content begins with the sentence: "The Internet Assigned Numbers Authority (IANA) has handed out its last IPv4 addresses, leaving the remaining blocks to regional registries that in some cases may exhaust them within a few months." The background of the screenshot is white, and the overall layout is typical of a news website.

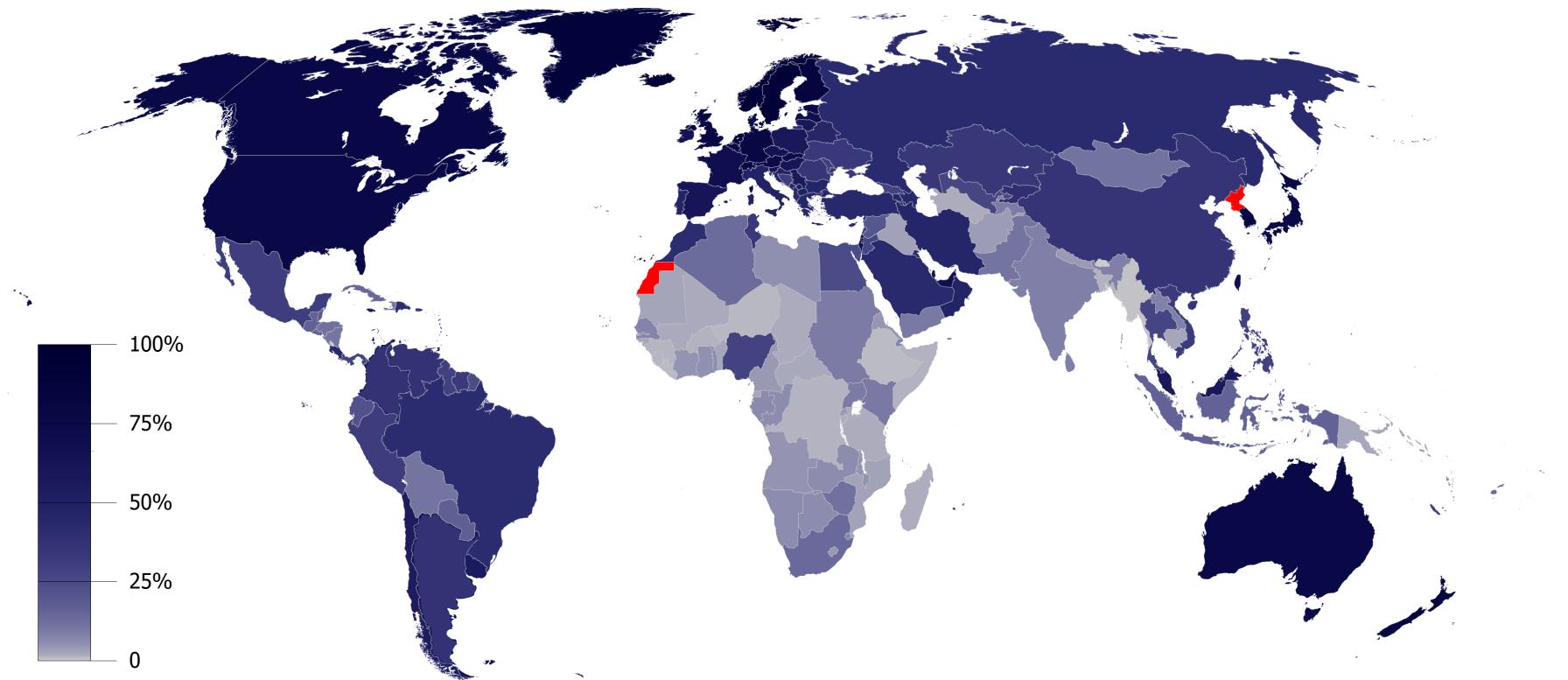
Evolution #Users



Et le Trafic ?



Une autre perspective...



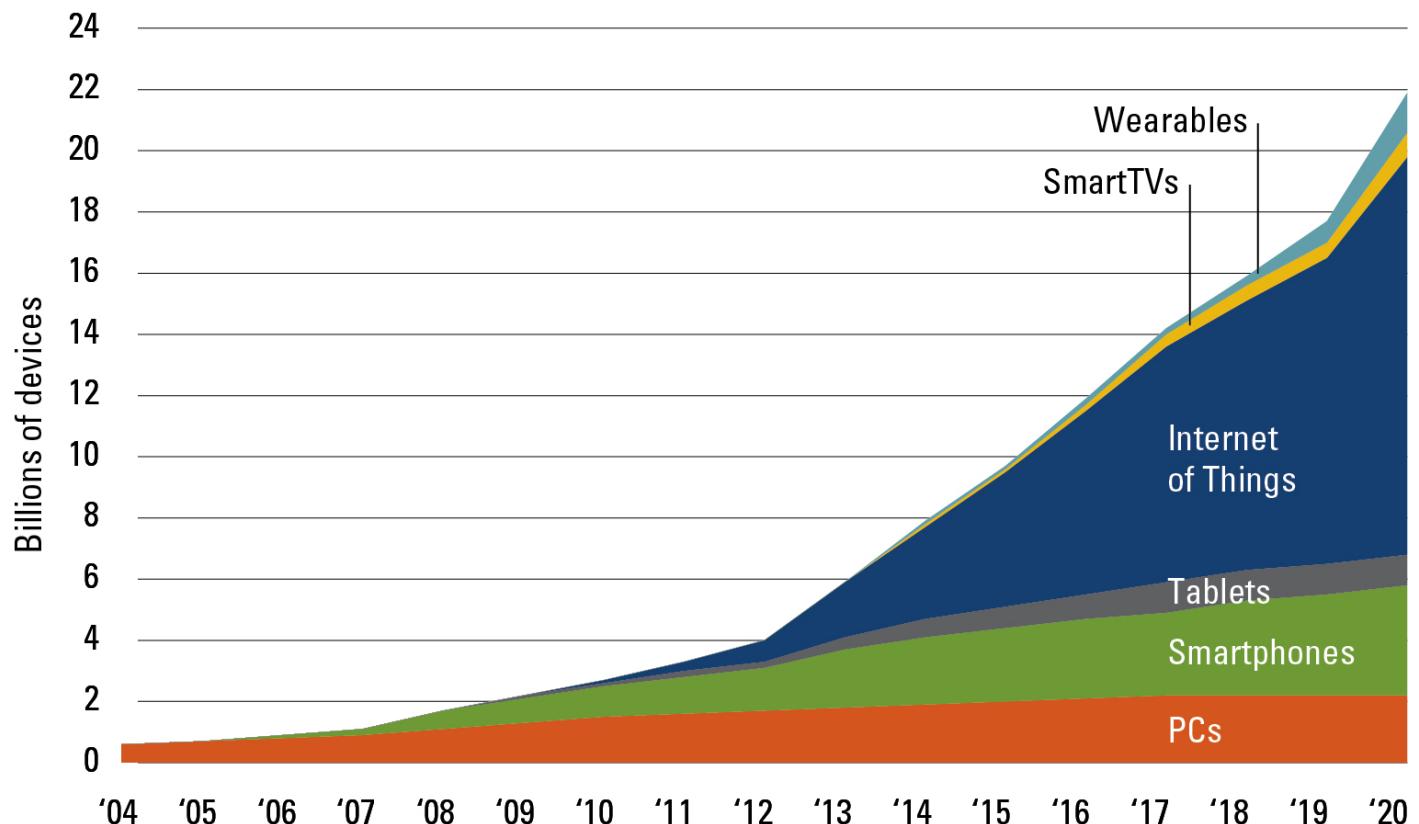
Internet aujourd’hui

- **2005 → 2020**

- 2005 : ~350 millions d'hôtes
 - 2010 : ~ un milliard d'hôtes (350 millions rien qu'en Chine...)
 - 2015 : plus de 6 milliards de «choses» connectées
 - 2020 : entre 20 et 200 milliards !?!
-
- très haut débit > Gb/s
 - Réseaux d'accès haut débit ADSL (et câble) et Fibre
 - Réseaux sans fil (Wifi)
 - Tout sur IP (Triple Play)
 - Télévision, internet, téléphone
 - Tout connecté (mobiles, capteurs, ...)

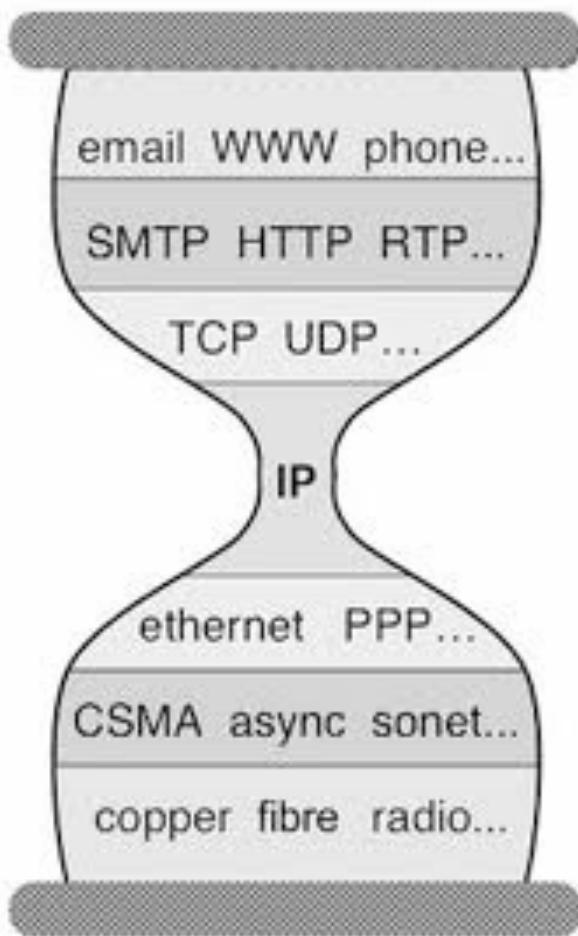
Encore une...

FIGURE 1: Global internet device installed base forecast

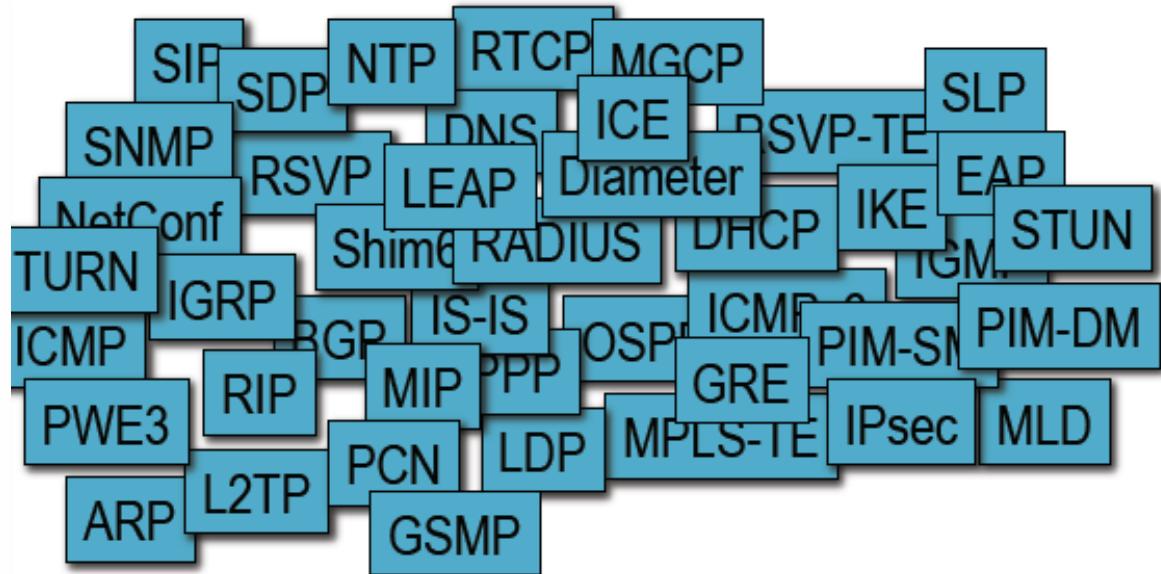


Sources: Gartner, IDC, Strategy Analytics, Machina research, company filings, BII estimates

Ossification ?



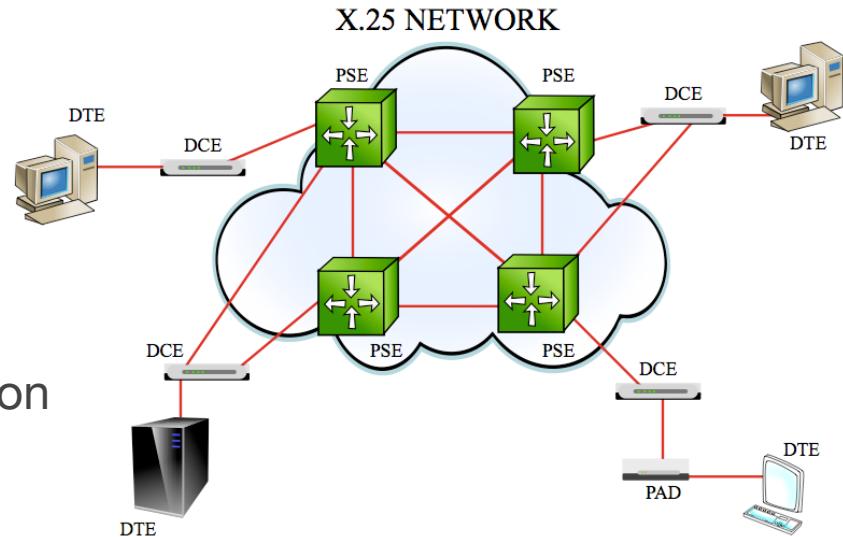
The Control Plane



Histoire de commutation

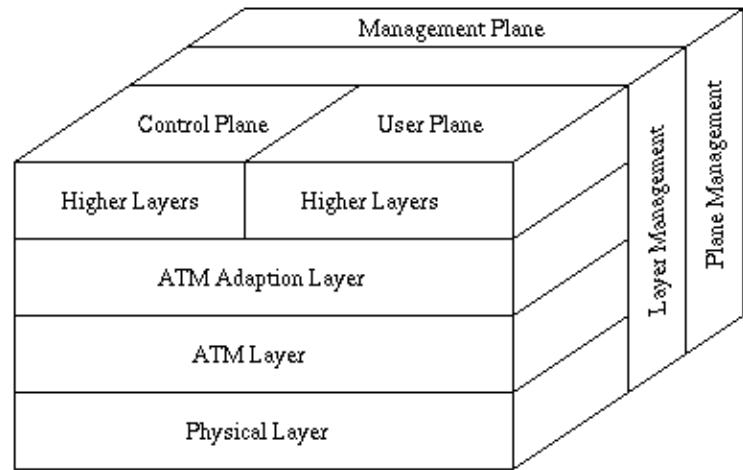
- X25**

- Déployé dans les années 70
- Circuits virtuels
 - paquet d'établissement de connexion
- Paquets
 - 3 octets d'entête (numéro de connexion, de séquence,...)
 - 128 de données
- Aujourd'hui, remplacé par le relais de trames
 - Interconnexion de réseaux d'entreprises



Histoire de commutation

- **ATM (Asynchronous Transfer Mode)**
 - Circuits virtuels
 - Etablis par un paquet d'établissement de connexion
 - Données sous forme de cellules
 - Paquets de 53 octets (5 pour l'entête et 48 de données)
 - Routage au niveau matériel grâce à l'id de connexion
 - Différent des paquets IP devant remonter jusqu'à la couche 3



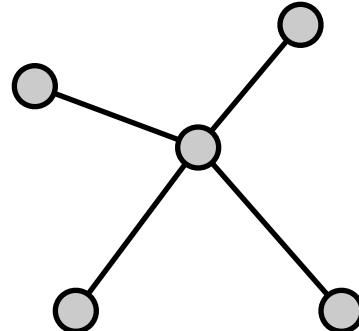
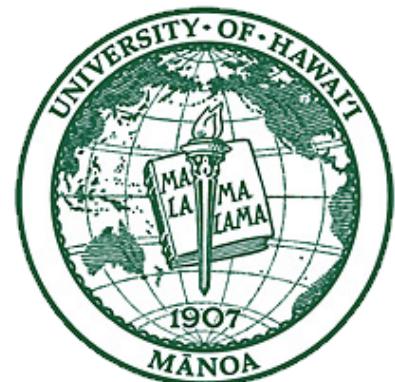
Histoire de commutation : Ethernet

- **Histoire**

- Début des années 70
 - Ecouter avant d'émettre
 - Si transmission en cours alors report de l'émission
- 1983: norme IEEE 802.3
 - MAC + PHY
 - format trame Ethernet indépendant



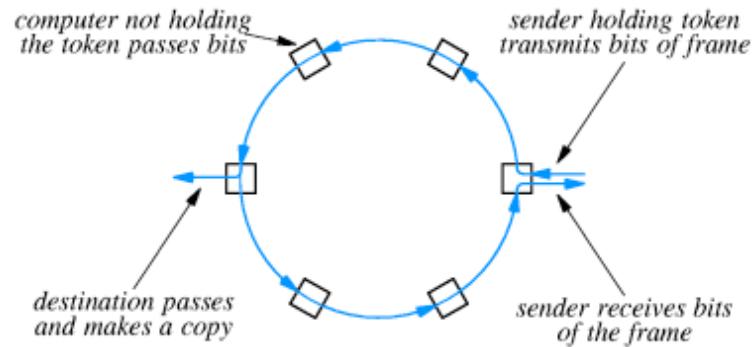
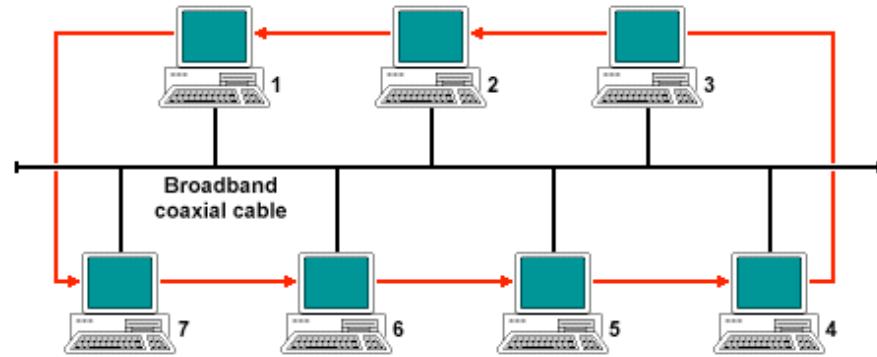
ALOHA.net



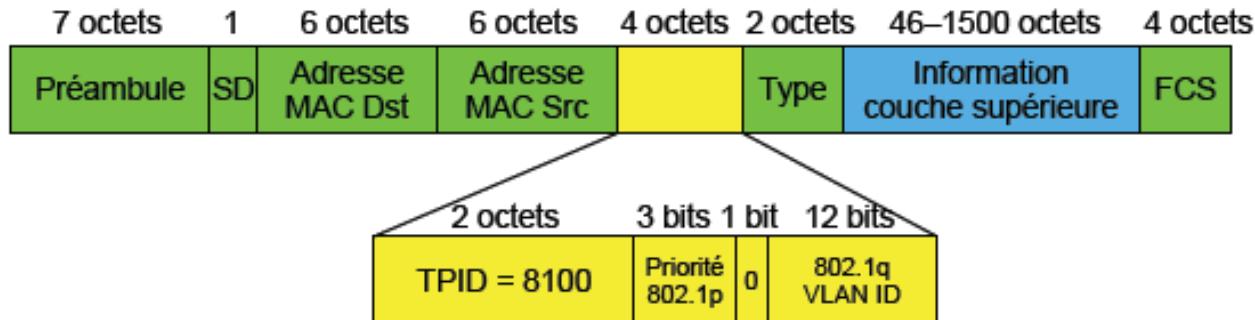
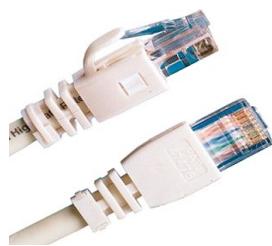
Histoire de commutation : Ethernet

- Autres normes de LAN:

- 802.4
 - Bus à jetons, General motors
- 802.5
 - Anneau à jetons, IBM

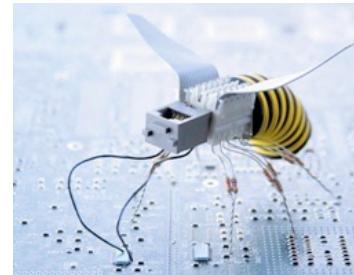
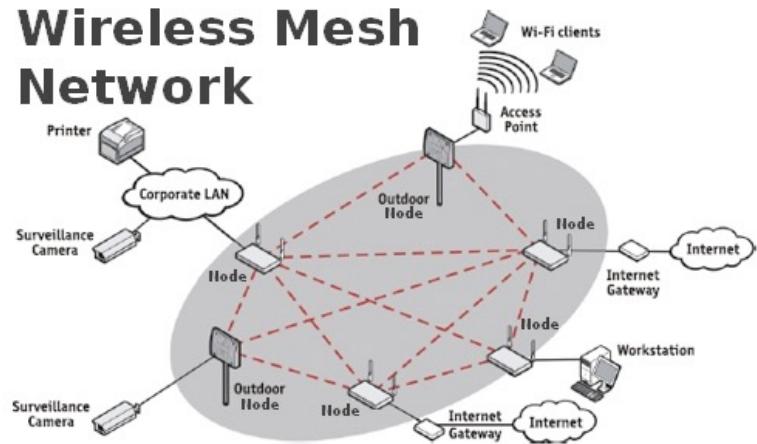


Histoire de commutation : Ethernet 802.3 aujourd'hui

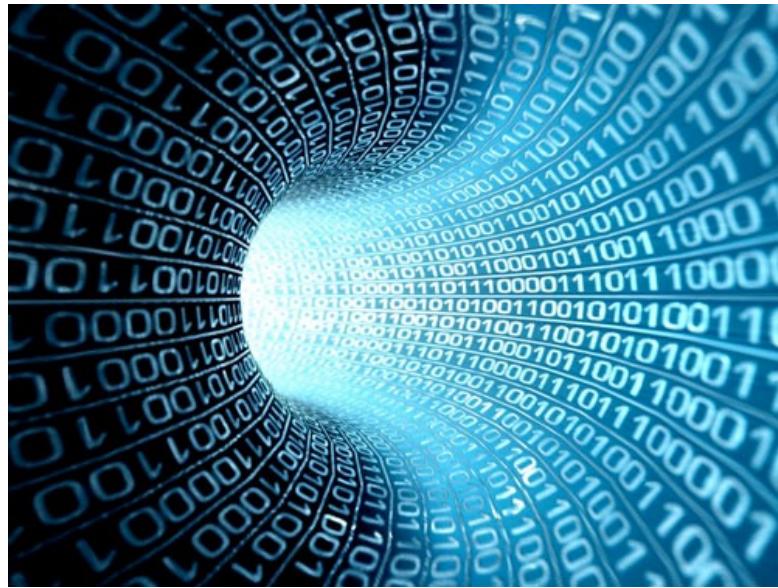


Réseaux locaux sans fil : WiFi et cie.

- **Différents modes**
 - Avec station de base
 - Sans station de base : mode ad hoc
- **Avec station de base**
 - Communications hôte-station et gestion des accès par le point d'accès
- **Sans stations de base**
 - Idem qu'avec câble : écoute puis émissions si pas de transmission en cours
 - Problème du terminal caché, etc...
- **Normes IEEE 802.11a, b, g, n...**



5 - RESUME



Internet, en résumé



- ▶ Une interconnexion de réseaux (locaux, métropolitains, régionaux, nationaux et internationaux) qui utilisent le même protocole : **IPv4 (et IPv6 ?)**
- ▶ Cette interconnexion mondiale est gérée par de multiples entités autonomes (AS).
 - Coordination et coopération de tous autour de consensus/normes opérationnels.
- ▶ Mais les «difficultés» sont nombreuses ... :
 - L'Internet est étendu (nombre d'équipements et distance géographique).
 - Les acteurs sont multiples (constructeurs, fournisseurs d'accès et utilisateurs).
 - Le matériel est hétérogène (les noeuds comme les liaisons ...)
 - Les informations et les applications sont très variées:
 - ✓ texte, images, vidéos, ...
 - ✓ ftp, http, VoIP, streaming, ...
- ▶ Comment s'adapter aux différents besoins et proposer une qualité de service adéquate (best effort, premium class, ...) ?

Equipements & couches

- **Routeur**

- Couche 3 du modèle OSI (réseau)
- Table de routage
- Achemine les paquets d'une interface vers une autre



- **Commutateur / Ponts / Switchs**

- Couche 2 du modèle OSI (liaison de données)
- associe des adresses MAC avec des ports correspondants



- **Concentrateur / Hub**

- permet la connexion de plusieurs appareils sur un même medium



Conclusion de...l'introduction

- Objectifs du cours :

- Protocole
- Architecture
- Fondements théoriques



Application
Transport
Réseau
Liaison
Physique

- Etudier toutes les couches...
- ...de haut en bas



Liaison
Physique

Réseau
Liaison
Physique

Réseau
Liaison
Physique

LAN

MAN/WAN