



**The African Network Operators' Group**

**Bases de IP**

**AfNOG 2011**

**Dar Es Salam - Tanzanie**

# Contenu

---

- ▶ Origines de TCP/IP
- ▶ OSI & TCP/IP
- ▶ Adressage IP
- ▶ Address Resolution Protocol



# Origines de TCP/IP

---

- ▶ RAND Corporation (a “think tank”) & DoD forment ARPA (Advanced Research Project Agency)
  - ▶ 1968 – Les Ingenieurs de ARPA proposent une architecture pour le reseau ARPANET
  - ▶ Les reseaux modernes se sont inspires d’ARPANET
- 



# (grand “I”) Internet

---

- ▶ Le reseau mondial d’ordinateurs connectes via TCP/IP
  - ▶ Differentes personnes ou ORG sont proprietaires de parites differentes
  - ▶ Differentes technologies a differents endroits
  - ▶ Interconnections Entre les endroits
  - ▶ Interconnections requierent des agrements
    - ▶ Vente / Achet de service
    - ▶ contrats
    - ▶ “peering” agrements
  - ▶ Pas de control central ou un gestionnaire central
- 



# Les Principe de “ Internetworking”

---

- ▶ Plusieurs petits reseaux
- ▶ Different proprietaires / Operateurs
- ▶ Different types
  - ▶ Ethernet, dedicated leased lines, dialup, ATM, Frame Relay, FDDI
- ▶ Chaque type a son idee de l'adressage et protocoles
- ▶ Nous voulons les relier ensemble et fournir un reseau global.



# Les ORG de l'Internet

---

ISOC (Internet Society)

IAB (Internet Architecture Board) pour la  
Gestion et le fonctionnement de l'Internet;

IETF (Internet Engineering Task Force) pour les  
spécifications techniques de l'Internet;

IANA – autorité d'assignation de ressources Internet

IRTF (Internet Research Task Force)  
Recherches autour de TCP/IP

ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers)

AfNOG (African Network Operator Group)

AfriNIC (African Network Information Centre)

# Les ORG de l'Internet

---

AFRISPA (African ISP Association)

AFTLD (African TLD)

AfREN

AfCERT ?

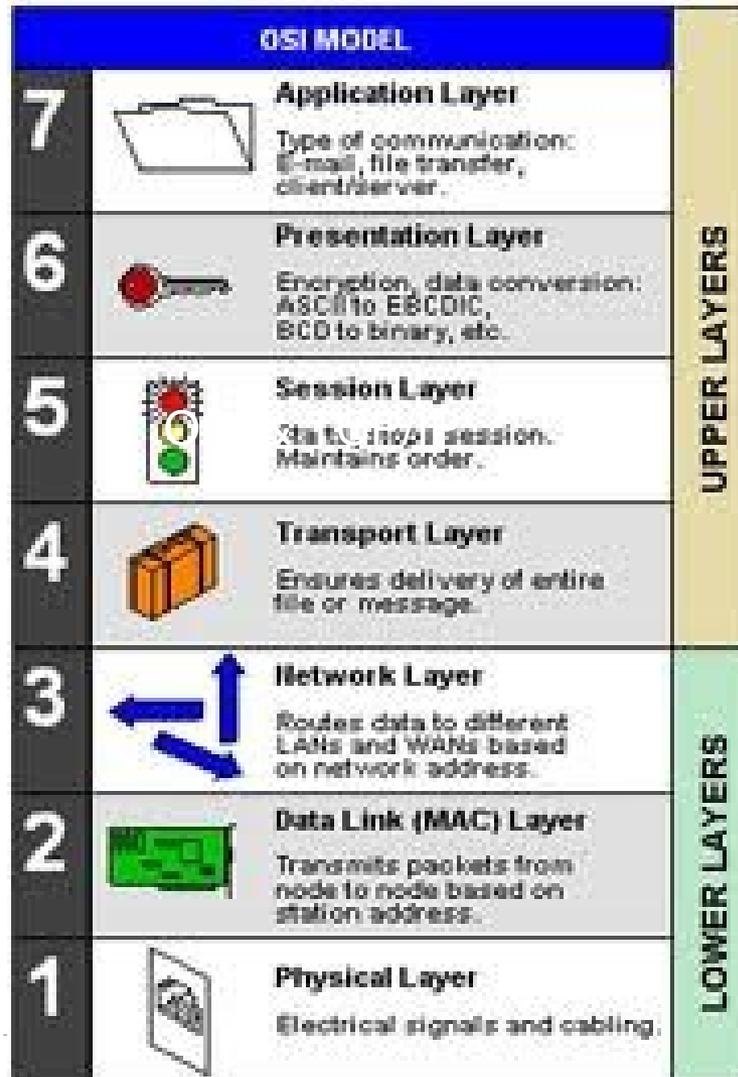
# OSI & TCP/IP

---

- ▶ OSI
- ▶ TCP/IP
- ▶ Caractéristiques des réseaux IP
- ▶ Address Resolution Protocol
- ▶ Exemples de configurations

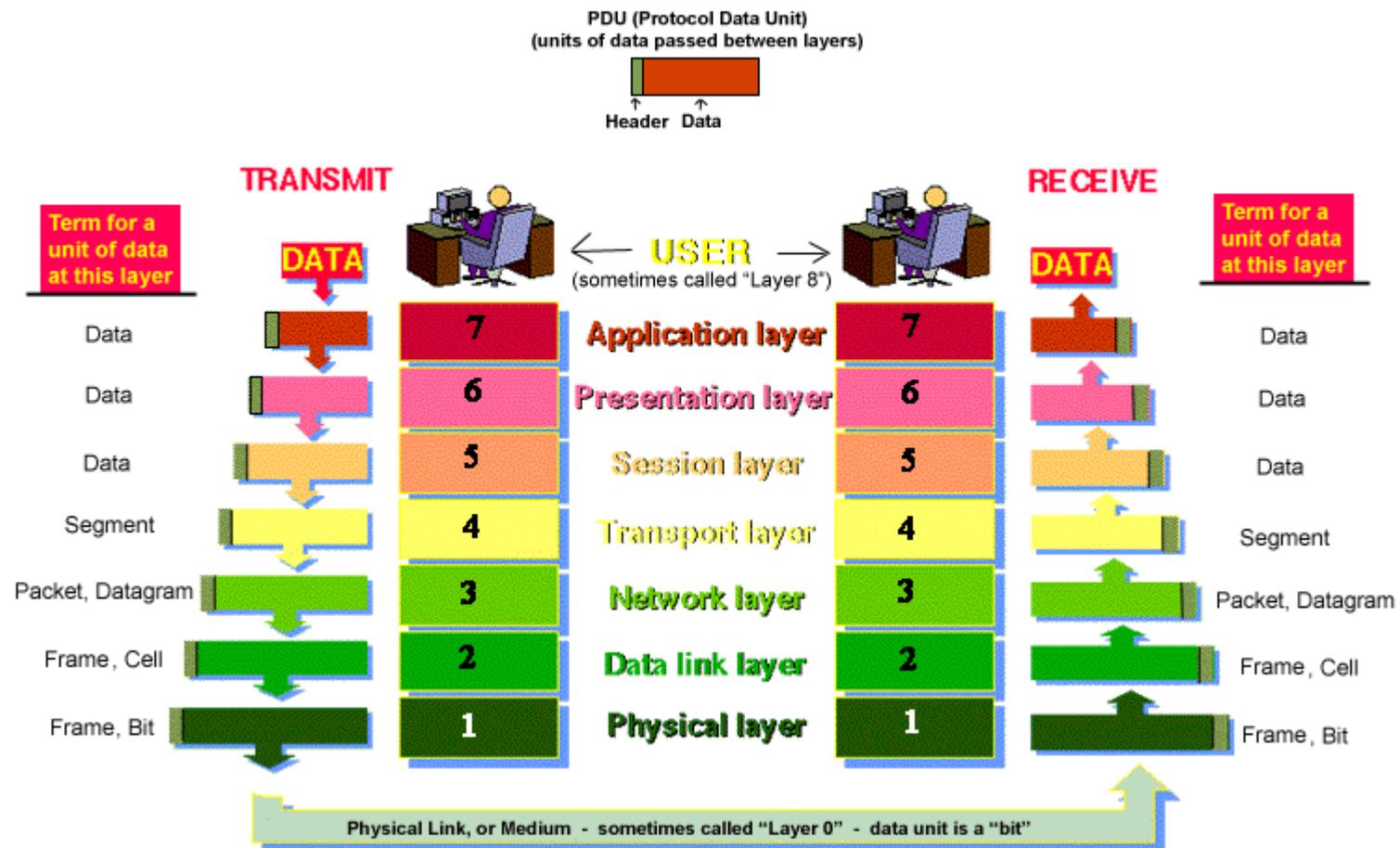
# Modèle OSI

All  
People  
Seem  
To  
Need  
Data  
Processing



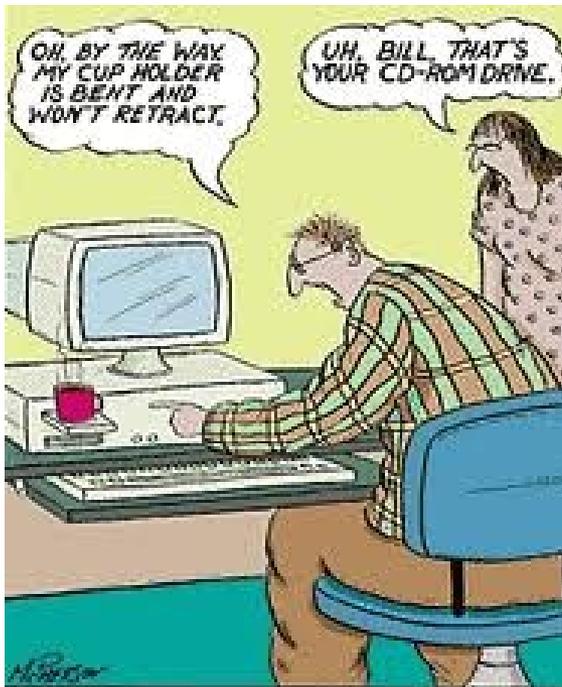
# Modèle OSI

## THE 7 LAYERS OF OSI



# Couches Additionnelles

- ▶ Layer 8 – User Layer
  - ▶ IDIOT
  - ▶ PEBCAK
  - ▶ Network Administrators!
- ▶ Layer 9 – Political Layer
  - ▶ Standards (or lack of)
  - ▶ Pet Projects
  - ▶ Turf Wars



Bill's co-workers began to suspect that he had lied about having a master's degree in computer science. 4to40.com



# Modèle OSI

Application

Presentation

Session

Transport

Reseau

Liaison données

Physique

## APPLICATION

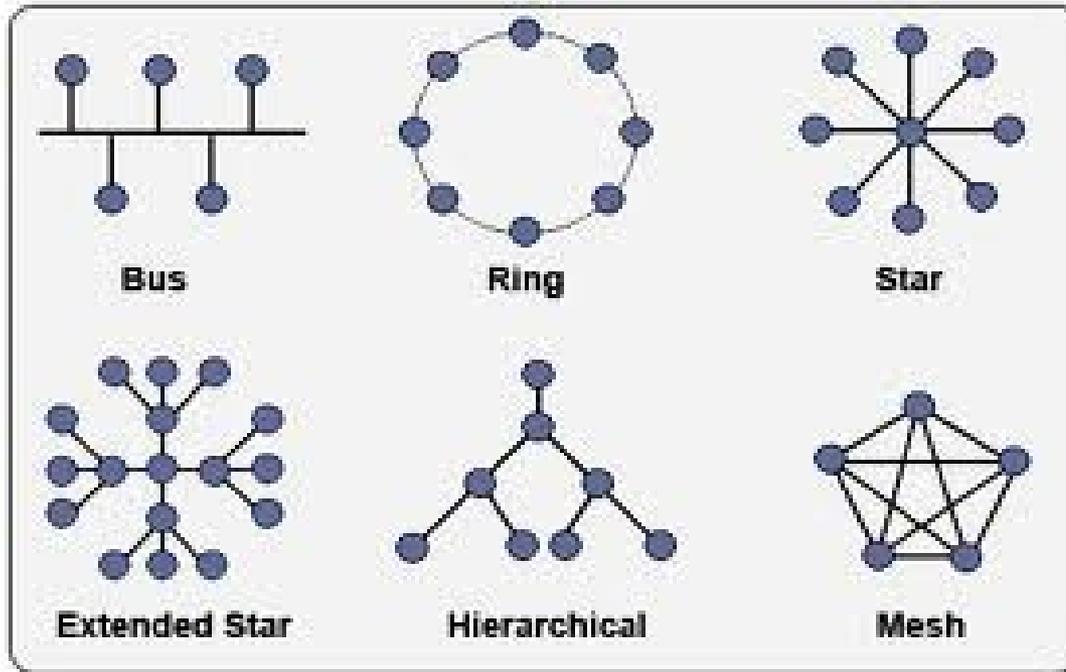
- Couches supérieures
- Orientées applications
- Indépendance vis à vis des couches basses

## TRANSPORT

- Gère le transfer des données et vérifie si elles sont identiques ;
- Gère l'adressage et la distribution de données sur les # réseaux;
- Transmission des données
- Definit les caracteristiques materiels réseau

# Classification des Réseau

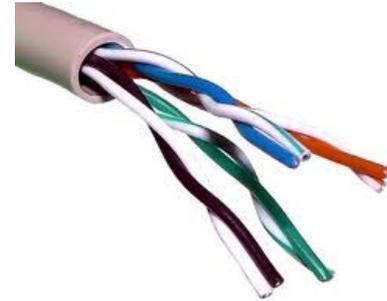
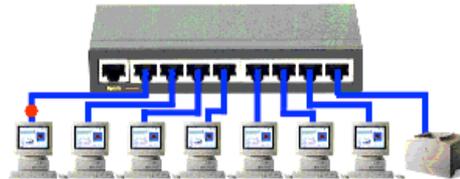
## Topology



# Couche Physique: "Accès au réseau"



Hub



# Couche Physique: "Accès au réseau"

La *couche réseau physique* spécifie les caractéristiques du matériel à utiliser pour le réseau.

Elle permet l'accès au réseau physique et gère l'envoi et la réception des datagrammes IP.

1. Interface avec la carte réseau
2. Coordination de la transmission des données
3. Formatage des données
4. Conversion des signaux analogiques/numériques
5. Contrôle d'erreurs des trames (**ajout d'infos, contrôle à l'arrivée, accusés de réception,..**)

Elle se présente par les topologies :  
Ethernet, Token Ring, FDDI, SLIP, PPP,....

# Couche Liaison: Transmission sans erreur de codage

Responsable de l'établissement de lien entre deux points du réseau et s'assure que les données sont transmises avec succès. Assure le contrôle des erreurs

MAC = Media Access Control

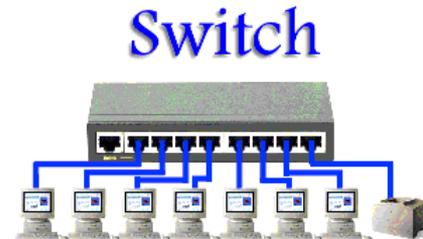
Hardware address ou "burned".

12 Caractères Hex

Premiers 6 caractères désignent le vendeur

OUI – Organization Unique Identifier

Dernier 6 caractères sont uniques

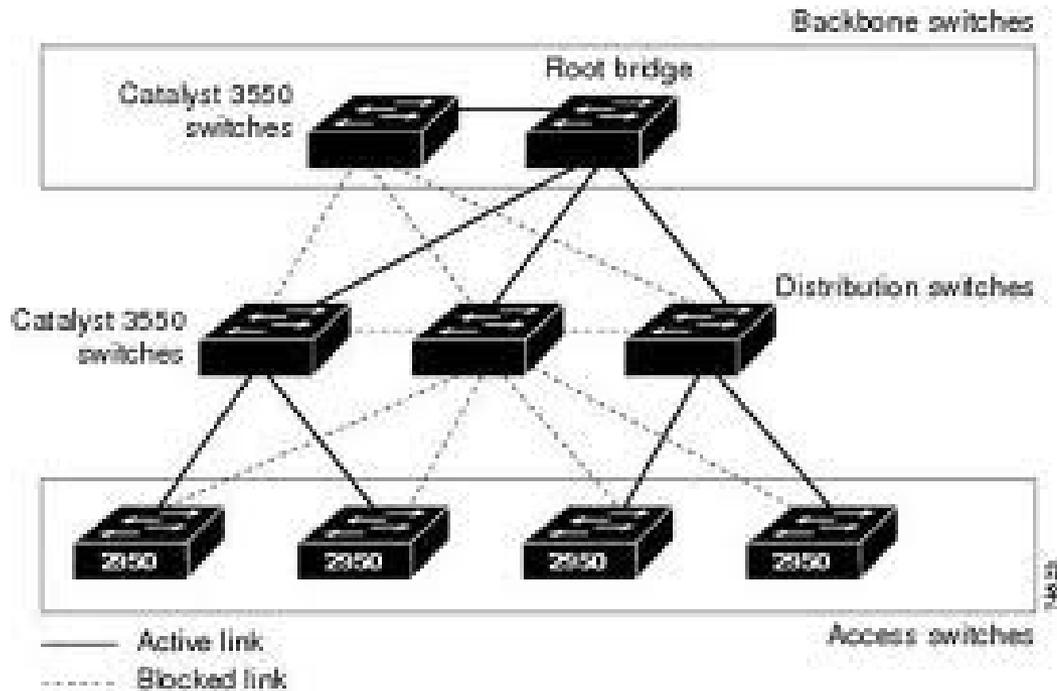


```
Ethernet adapter Wireless Network Connection:
Connection-specific DNS Suffix . : NC.US.BANK-DNS.COM
Description . . . . . : Intel(R) PRO/Wireless 3945ABG Network Connection
Physical Address. . . . . : 00-1B-77-D1-57-E1
Dhcp Enabled. . . . . : Yes
Autoconfiguration Enabled . . . . . : No
IP Address. . . . . : 192.168.5.11
Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
Default Gateway . . . . . : 192.168.5.1
DHCP Server . . . . . : 206.59.61.82
DNS Servers . . . . . : 192.168.5.1
                       64.134.255.2
                       64.134.255.10
Primary WINS Server . . . . . : 192.168.5.1
Lease Obtained. . . . . : Sunday, January 02, 2011 3:12:54 PM
Lease Expires . . . . . : Sunday, January 02, 2011 4:12:54 PM
```

# Couche Liaison: Spanning tree (802.1.d)

Sa principale fonction est de s'assurer qu'il n'y a pas de boucles dans un contexte de liaisons redondantes entre des matériels de couche 2.

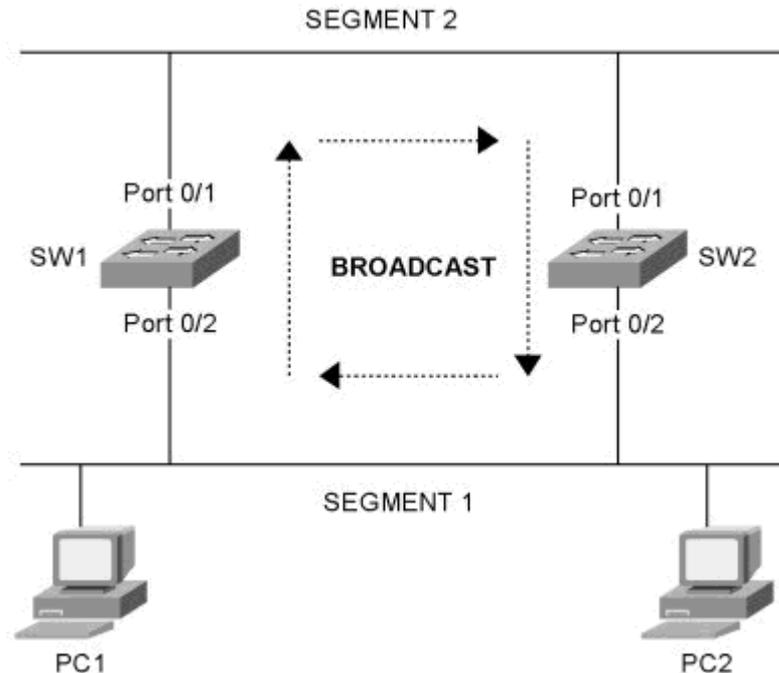
STP détecte et désactive des boucles de réseau et fournit un mécanisme de liens de backup.



STP échange régulièrement des informations (**appelées des BPDU - Bridge Protocol Data Unit**) afin qu'une éventuelle modification de topologie puisse être adaptée sans boucle

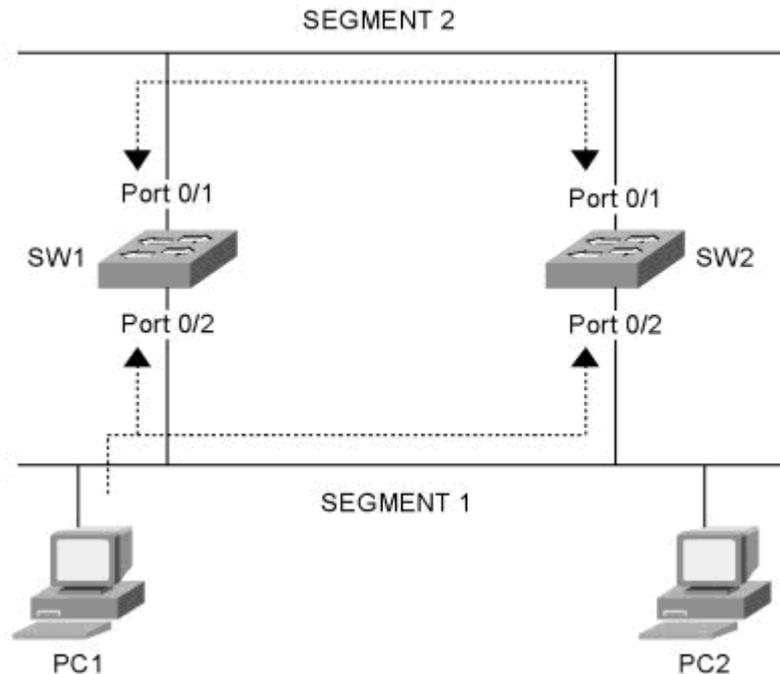
# Couche Liaison: Spanning tree (802.1.d)

**1. Des tempêtes de broadcast** : lorsque des trames de broadcast sont envoyées (FF-FF-FF-FF-FF-FF en destination), les switches les renvoient par tous les ports. Les trames circulent en boucles et sont multipliées. Les trames n'ayant pas de durée de vie (TTL comme les paquets IP), elles peuvent tourner indéfiniment.



# Couche Liaison: Spanning tree (802.1.d)

**2. Une instabilité des tables MAC** : quand une trame, même unicast, parvient aux switches connectés en redondance, le port du switch associé à l'origine risque d'être erroné. Une boucle est susceptible d'être créée.

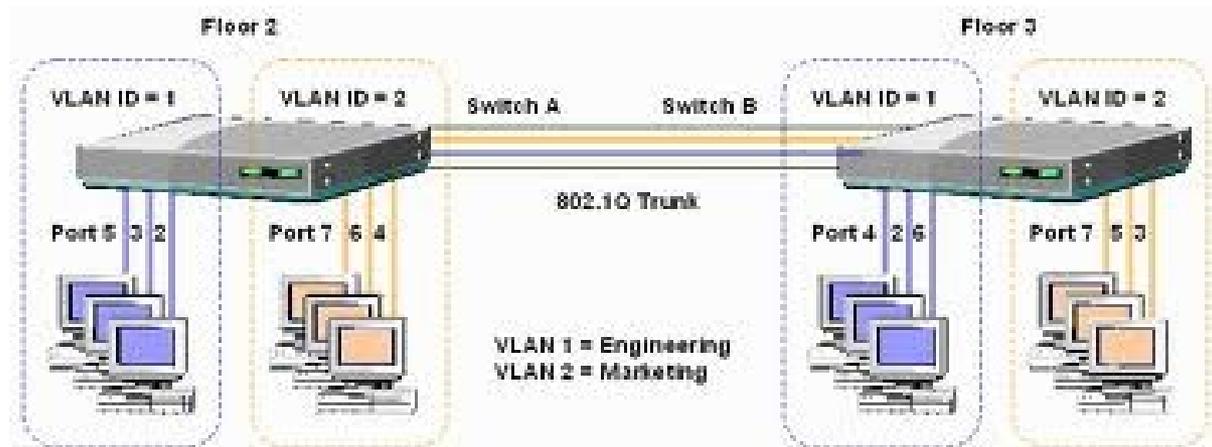


# Domaine de Collision / Broadcast

Le Hub présente un seul domaine de collision et un seul domaine de broadcast

Le Switch limite le domaine de collision et peuvent limiter le domaine de Broadcast sans faire du routage par les Vlan.

Un réseau local virtuel, communément appelé VLAN (pour *Virtual LAN*), est un réseau informatique logique indépendant. De nombreux VLAN peuvent coexister sur un même commutateur réseau (*switch*).

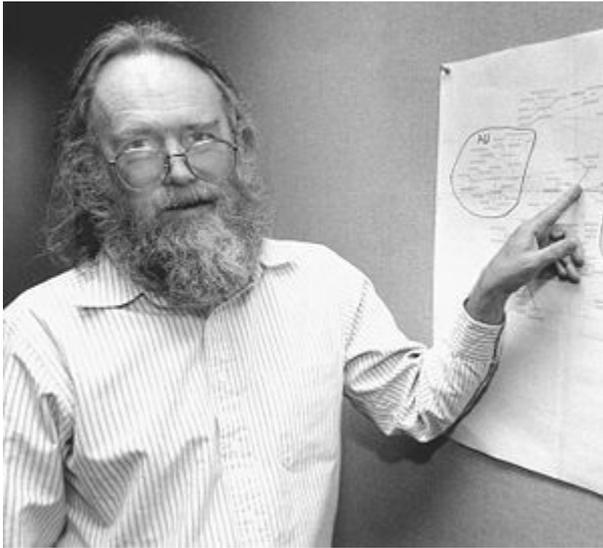


# Couche réseau: crée la « base » du réseau

---

A name indicates what we seek. An address indicates where it is. A route indicates how we get there.”

– Jon Postel, Internet Pioneer



## Couche réseau: crée la « base » du réseau

- C'est la couche Internet *ou couche IP*, elle accepte et distribue les paquets pour le réseau.



- Elle inclut le protocole Internet (IP), le protocole ARP (Address Resolution Protocol) et le protocole ICMP (Internet Control Message Protocol, protocole de message de contrôle Internet).
  - ▶ Elle permet à 2 systèmes non-adjacents de communiquer en se servant de relais, basé sur la notion d'@ qui est très importante.
  - ▶ Notion de table de correspondance entre @ et fils pour aiguiller les messages;
  - ▶ Permet la communication hotes à hotes ainsi que le formatage et fragmentation des paquets,..

## Couche réseau: Fonctions des routeurs

▪

Les Routeurs echangent des informations en permanence entre eux.

“Voici les reseaux que je connais et la distance entre eux et moi”

“Quels sont les reseaux que vous connaissez et a quelle distance sont ils de vous?”

Les routeurs utilisent ces informations pour construire la **table de routage**

# Couche réseau: Fonctions des routeurs

---

## Routing Table for Router A

172.16.10.0	F0/0	0
172.16.20.0	F0/0	1
172.16.30.0	F0/0	2
172.16.40.0	F0/0	2
172.16.50.0	F0/0	3

## Routing Table for Router B

172.16.10.0	E0	0
172.16.20.0	S0	0
172.16.30.0	S0	1
172.16.40.0	S0	1
172.16.50.0	S0	2

# Couche réseau: Fonctions des routeurs

▪

Quand un routeur reçoit un paquet, il regarde l'adresse de destination et regarde sa table de routage puis renvoie le paquet vers l'interface appropriée.

Les paquets à destinations inconnues pour le routeur ou non explicitement spécifiées sont renvoyés par la route par défaut; **default route** (0.0.0.0) si elle est configurée.

## Couche transport TCT/IP : Délivrer un message complet entre deux machines non-adjacentes.

- Elle assure l'arrivée des paquets dans l'ordre et sans erreur, en échangeant les accusés de réception de données et en retransmettant les paquets perdus; <communication est dite de type **de bout en bout**>
- Protocoles de la couche transport :  
**TCP** (*Transmission Control Protocol, prot. de contrôle de la transmission*), **UDP** (*User Datagram Protocol, prot. de datagramme utilisateur*) et **SCTP** (*Stream Control Transmission Protocol, prot. de transmission de contrôle de flux*).
- **TCP** et **SCTP** assurent des services de bout en bout fiables et **UDP** assure des services de datagramme peu fiables.
- C'est la « couche UDP/TCP », elle Permet d'offrir un service constant, quelque soit les qualités du réseau utilisé.

# Couches supérieures: Session, Présentation et Application

---

- Définit les services Internet standard et les applications réseau à la disposition des utilisateurs;
- Ces services fonctionnent conjointement avec la couche transport pour assurer l'envoi et la réception de données;
- La couche session permet d'établir une relation durable entre deux applications souhaitant coopérer (visio conférence...) ( mais *pas obligatoire*)
- La couche présentation permet de résoudre les problèmes de codage des données hétérogènes (big/little endians).
- La couche application fournit les services de communication aux utilisateurs (mail, transfert de fichier, ...)

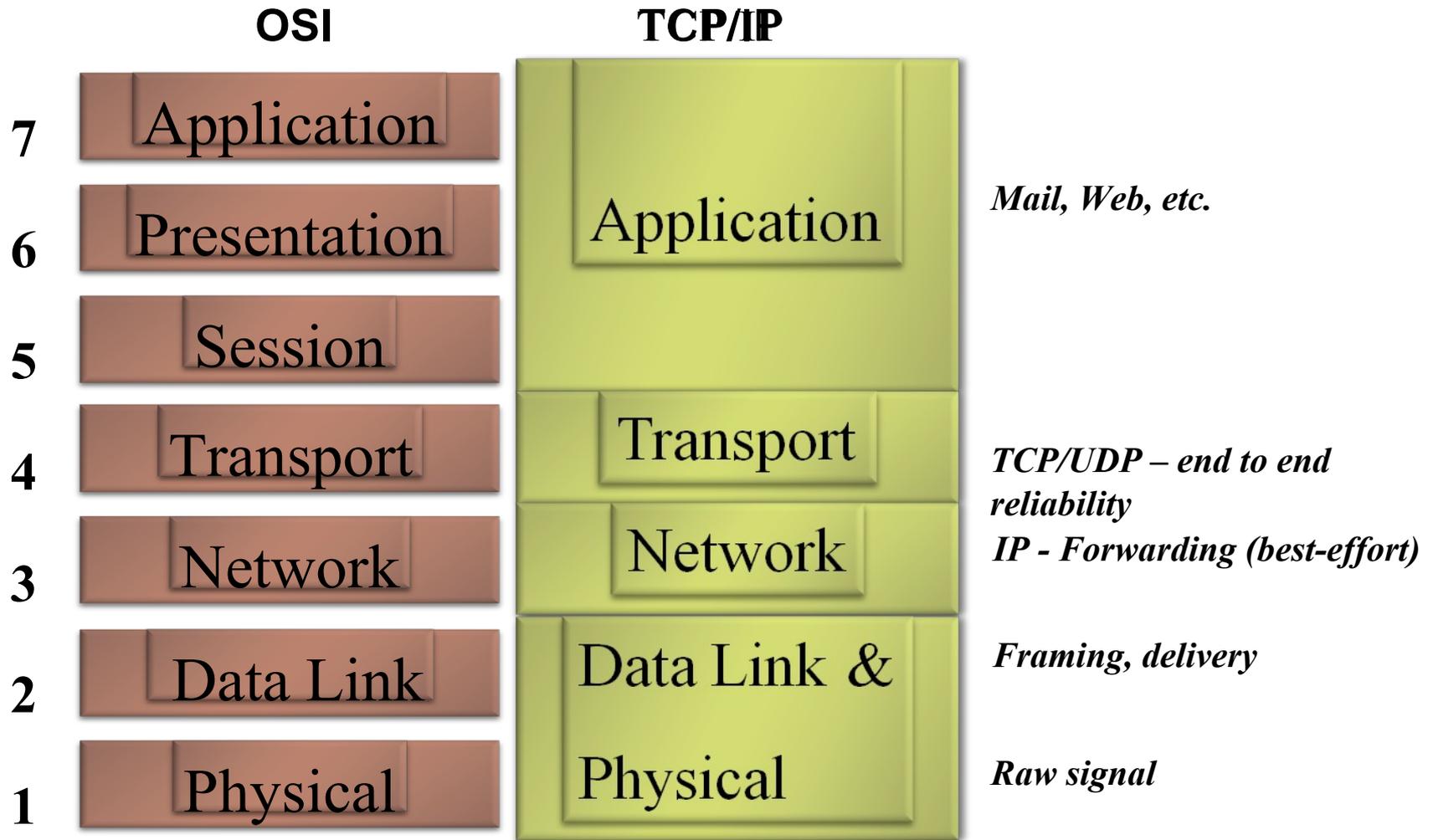
# TCP/IP

---

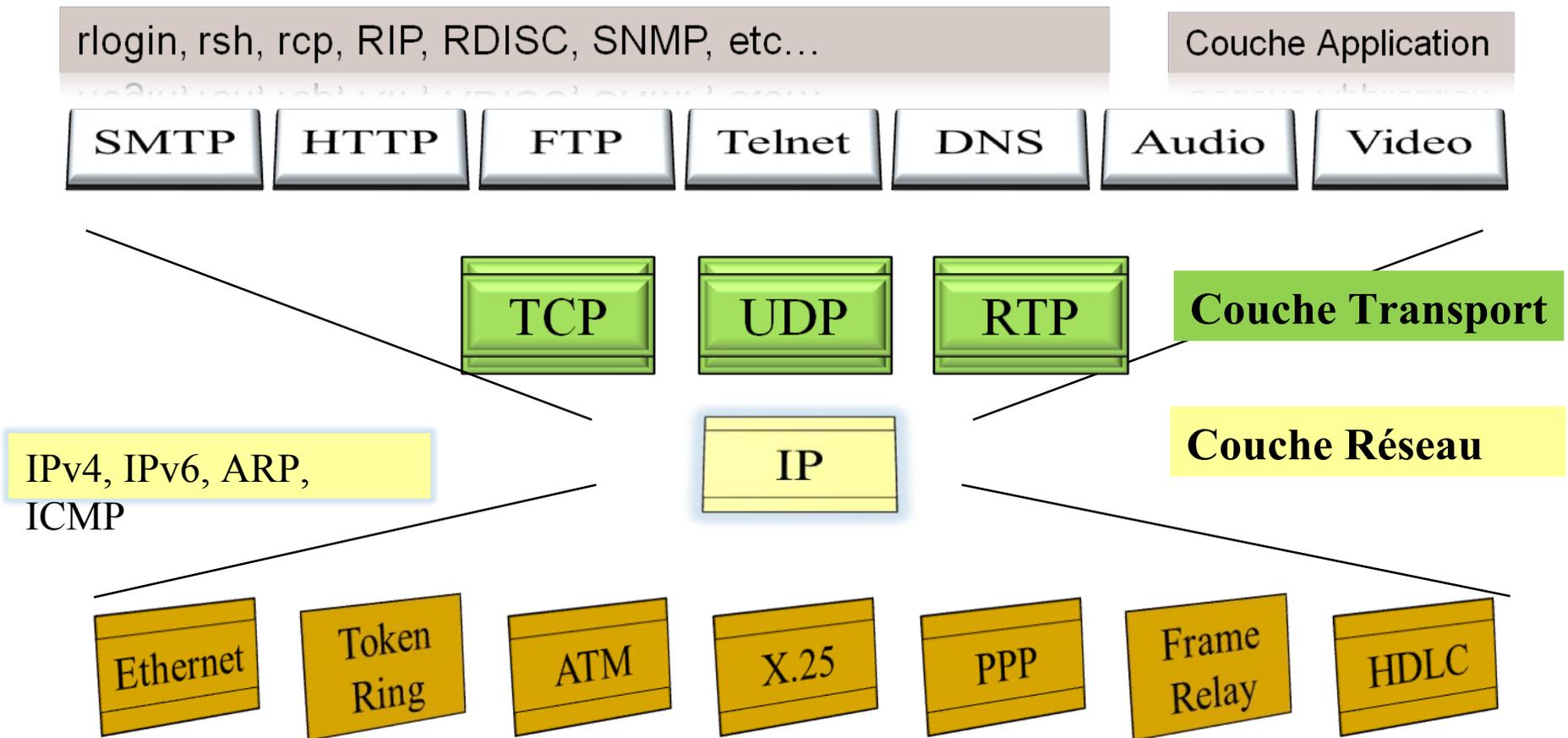
- ▶ C'est un **language** qui permet la communication entre des terminaux (ordinateurs)
- ▶ Un **ensemble de regles (protocol)** qui etablit les principes pour permettre a deux terminaux de communiquer et de s'envoyer des donnees
- ▶ Est une suite de protocoles dont le nom est formes par les deux plus important **TCP** et **IP**; mais inclut d'autres comme **UDP**, **RTP**, etc.



# TCP/IP vs OSI



# Couches de protocoles : Le modèle TCP/IP

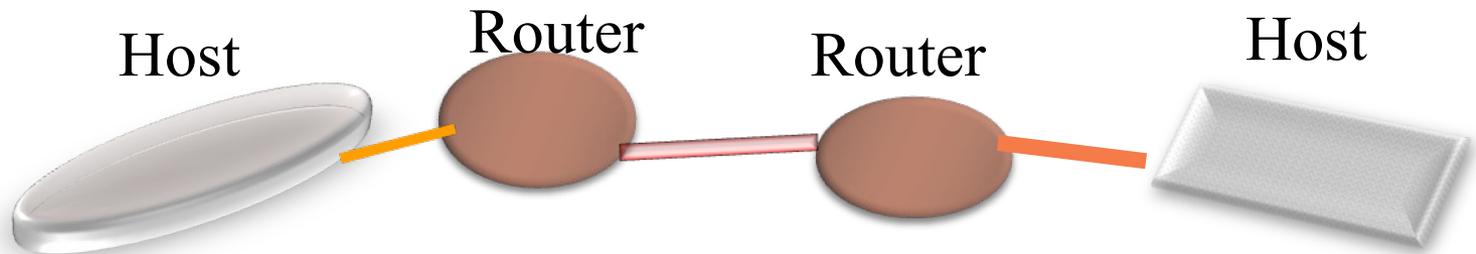
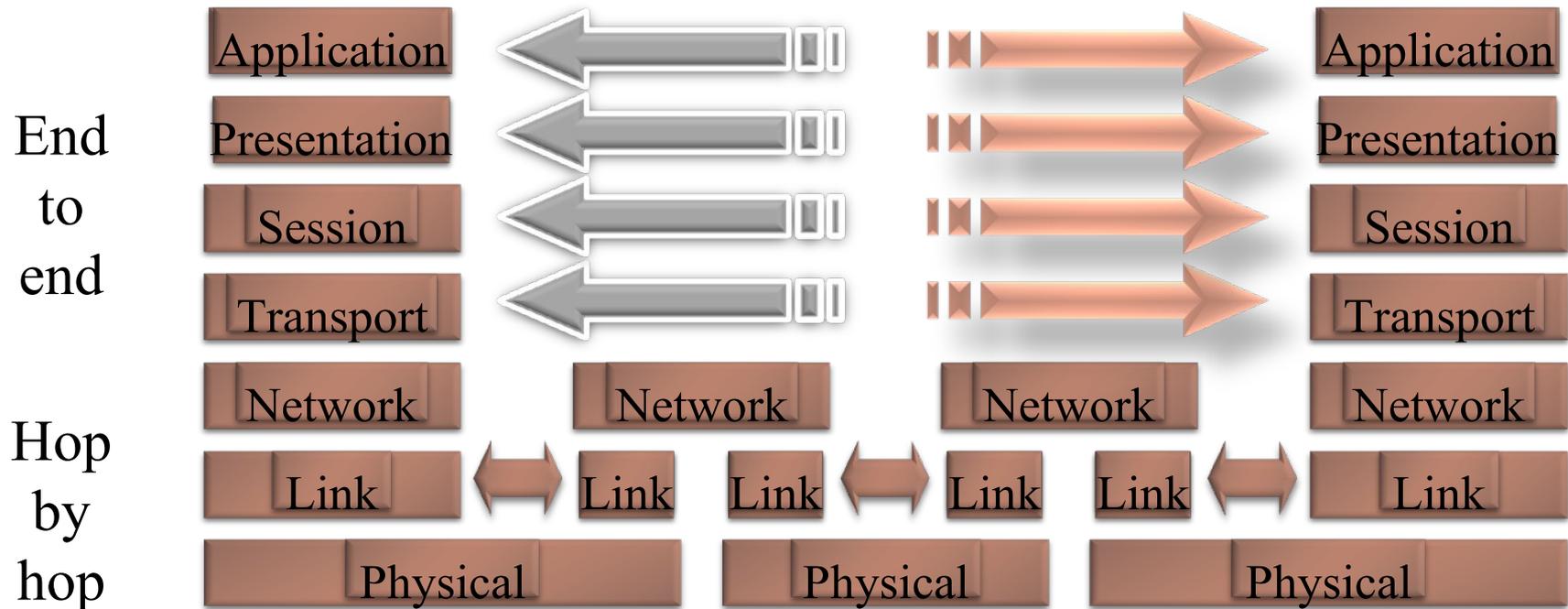


# Interactions entre couches

---

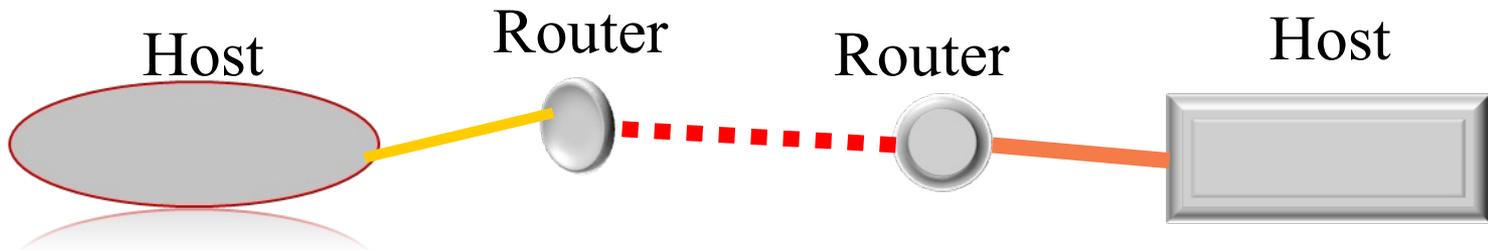
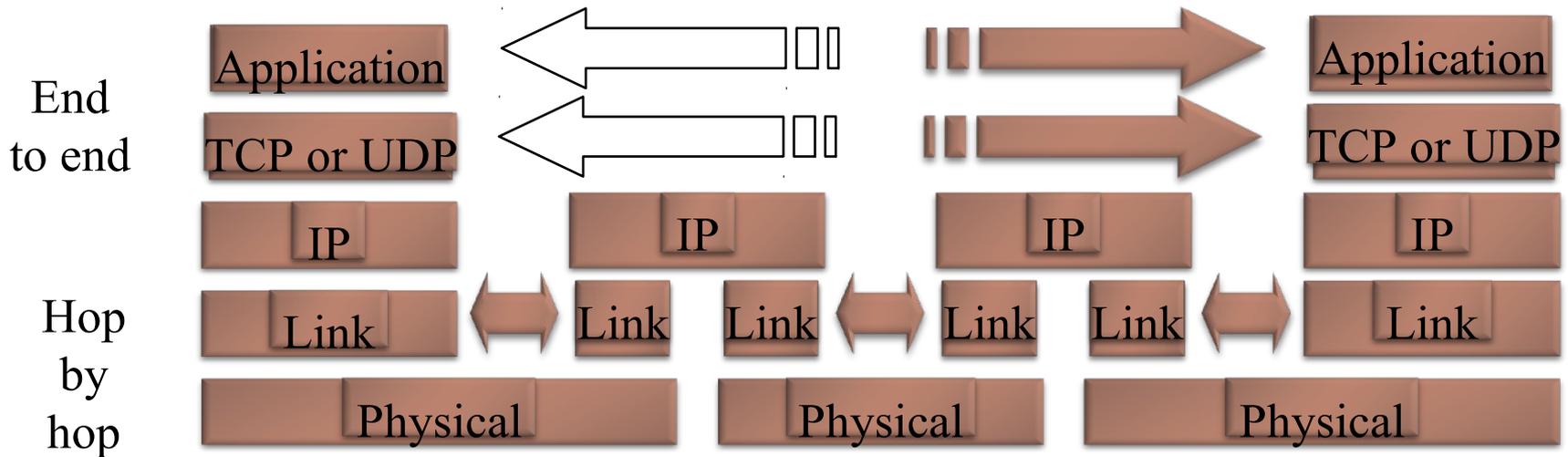
- Les couches Application, Presentation and Session et les protocoles associés sont en mode bout-à-bout (end-to-end).
- Le protocole de Transport est end-to-end encapsulation/décapsulation à travers le protocole réseau sur les systèmes terminaux.
- Le protocole de réseau effectue l'interconnexion des réseaux physiques encapsulation/décapsulation au dessus de la couche de données à chaque noeud.
- Les couches liaisons et physiques peuvent être différentes à chaque noeud

# Interaction entre couches: Modèle OSI à 7 couches

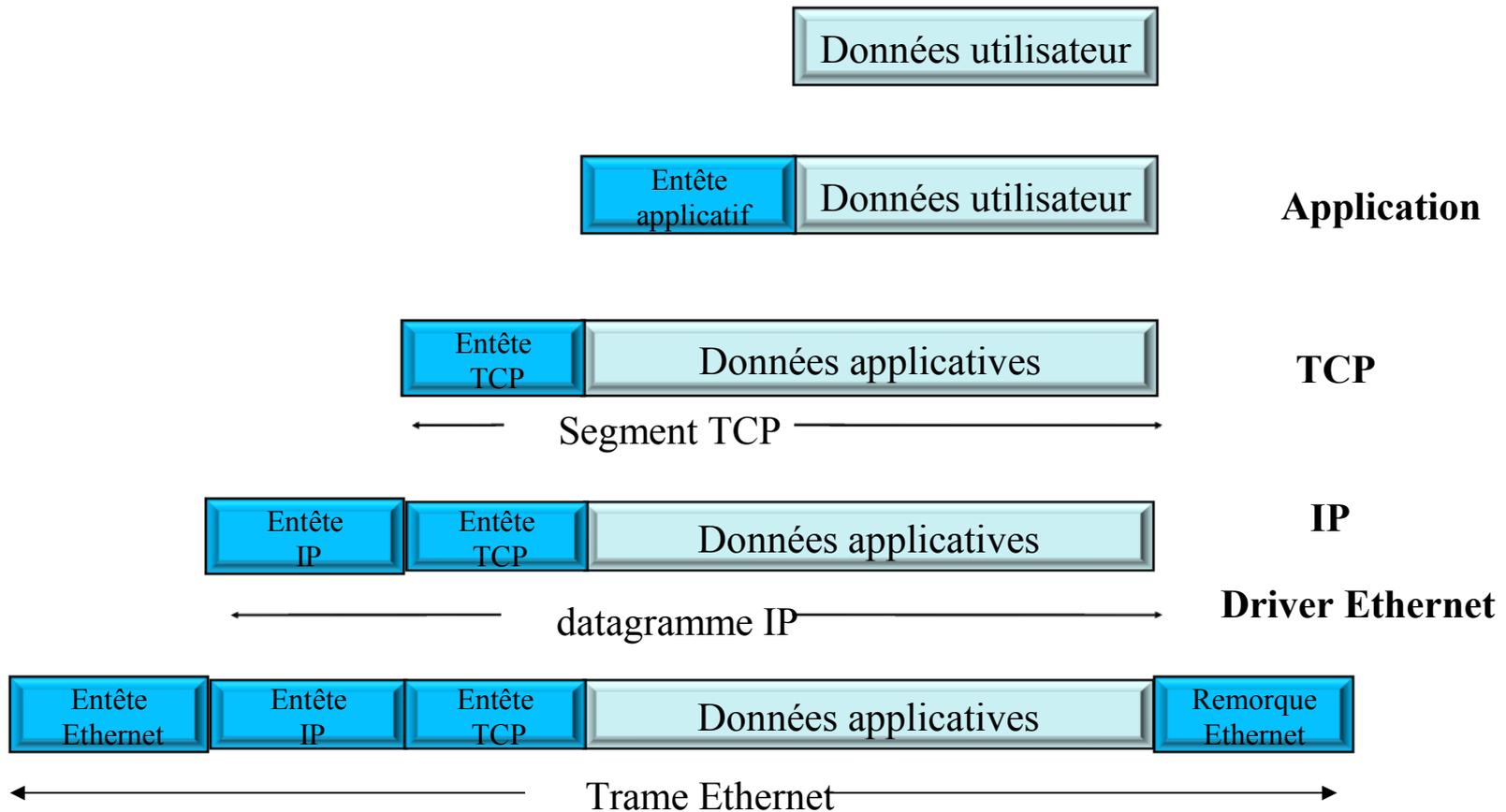


# Interaction entre couches: Modèle TCP/IP

Pas de couches session et presentation dans le modèle TCP/IP



# Encapsulation / Décapsulation



# Trame, Datagramme, Segment, Paquet

---

- ▶ Ce sont les différents noms des paquets à différents niveaux
- ▶ Trame Ethernet (couche liaison)
- ▶ Datagramme IP (couche réseau)
- ▶ Segment TCP (couche transport)
- ▶ La Terminologie n'est pas respectée : On utilise le terme "paquet" à tous les niveaux

## Couche 2 – Trame Ethernet

---

Preamble	Dest	Source	Length	Type	Data	CRC
	6 bytes	6 bytes	2 bytes	2 bytes	46 to 1500 bytes	4 bytes

- Adresses destination et source sont au format 48-bit (adresses MAC)
- Type = 0x0800 signifie que le champ données de la trame Ethernet contient un datagramme IP. Type = 0x0806 pour ARP. Type 0x86DD pour IPv6.

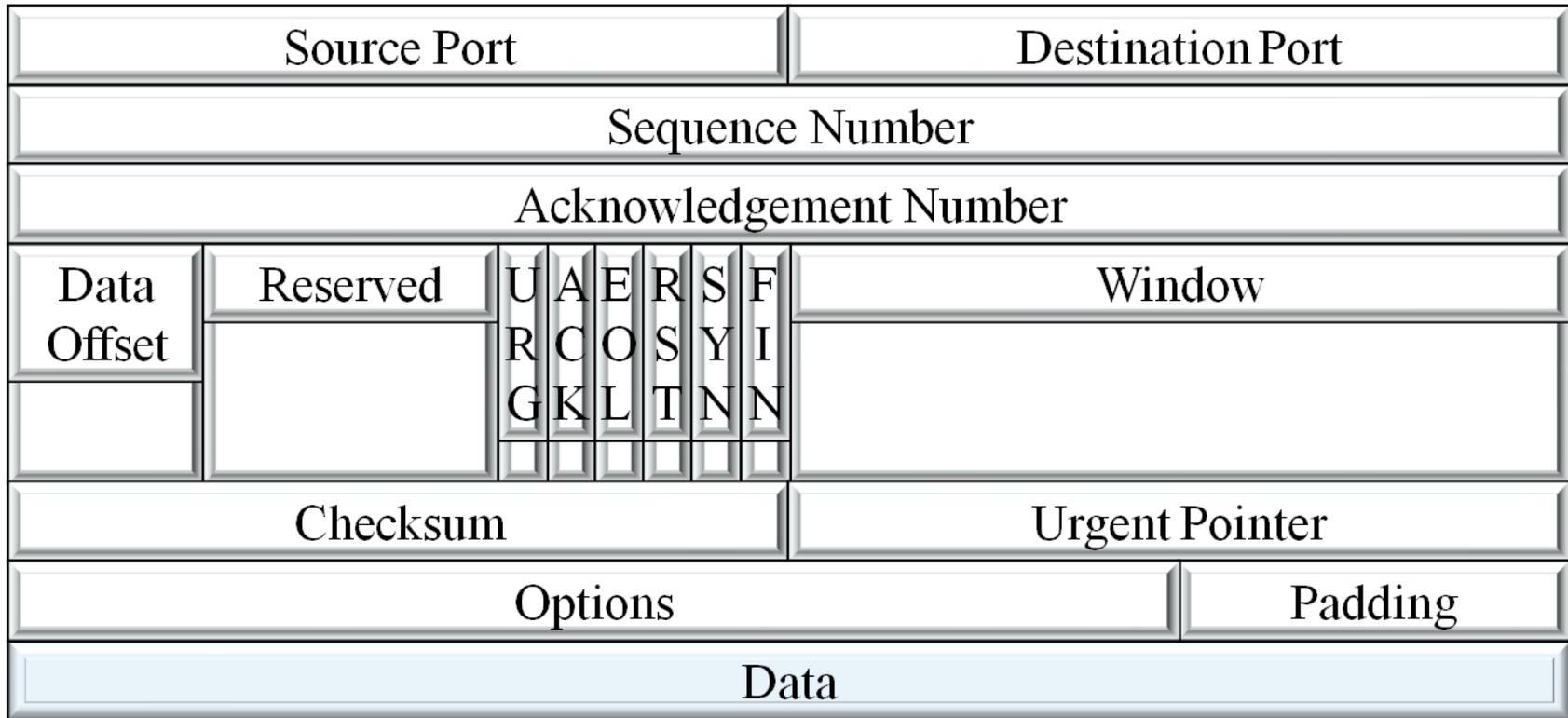
## Couche 3 – Datagram IP

---

Version	IHL	Type of Service	Total Length	
Identification			Flags	Fragment Offset
Time to Live	Protocol		Header Checksum	
Source Address				
Destination Address				
Options				Padding
Data				

- ◆ Version = 4
- ◆ Si sans options, IHL = 5
- ◆ Adresses Source et Destination au format 32-bit IP
- ▶ Champ Protocol = 6 signifie que le champ “data” contient un segment TCP.
- ▶ Champ Protocol = 17 : segment UDP.

# Couche 4 - TCP segment



- ▶ Les champs Source and Destination sont au format 16-bit ( numéros de ports TCP, les addresses IP sont gérées par l'en tête IP)
- ▶ Sans options, Data Offset = 5 (càd 20 octets)

---

# Caractéristiques principales des Réseaux

## Caractérisés par :

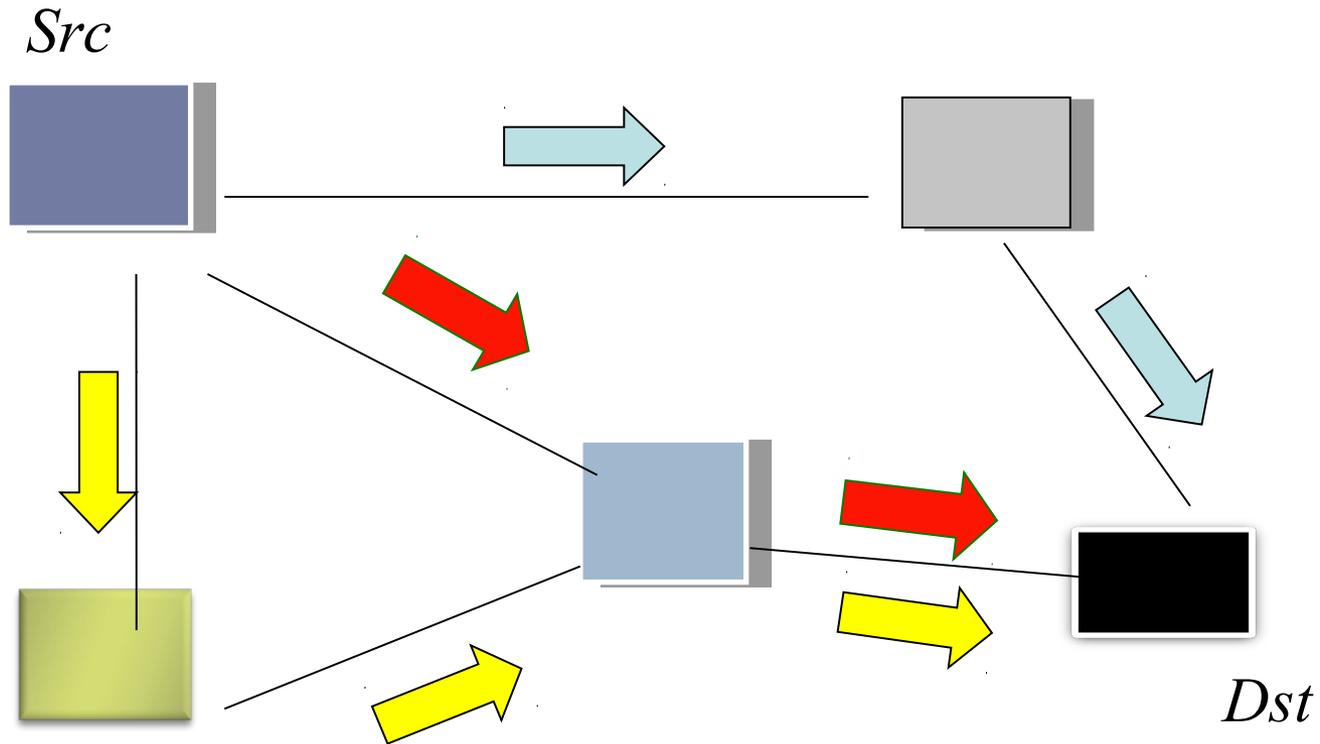
- ▶ Type des connexions: point à point / multipoint
- ▶ Topologie: maillage / bus / anneau / étoile / arbre ...
- ▶ Taille du réseau: LAN / MAN / WAN /extranet/internet

# Point à Point / Multipoint

---

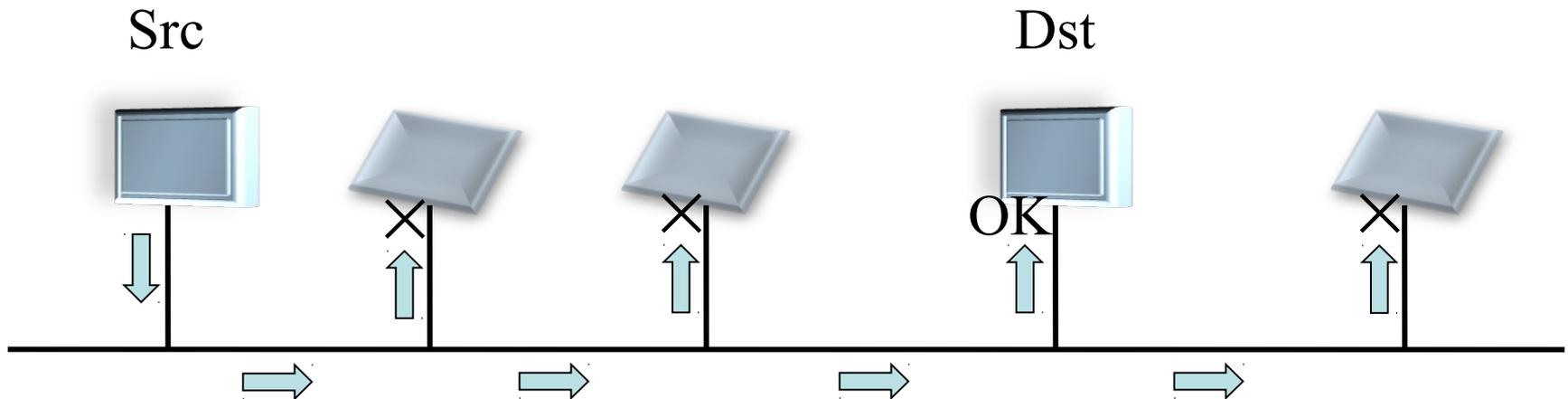
- ▶ **Liaison (connexion) point à point**
  - ▶ un canal est dédié spécifiquement à la connexion de deux machines
- ▶ **Réseau point à point**
  - ▶ ensemble de liaisons point à point
- ▶ **Liaison (réseau) multipoint**
  - ▶ Un canal est partagé par un ensemble de machines

# Réseau point à point (Maillage) Problème du routage



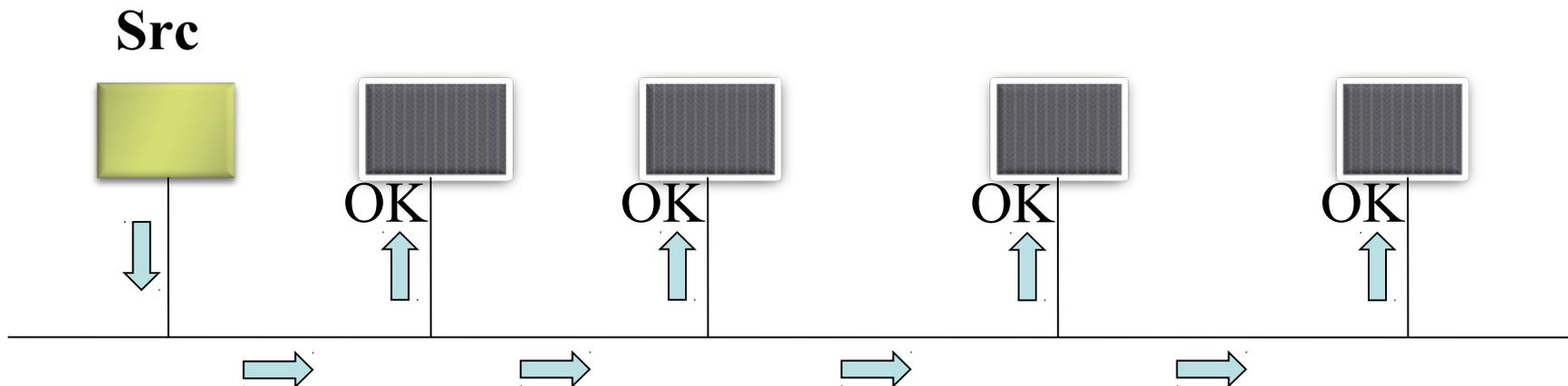
# Communication Unicast

- ▶ Une machine (source) envoie un message à une machine destination



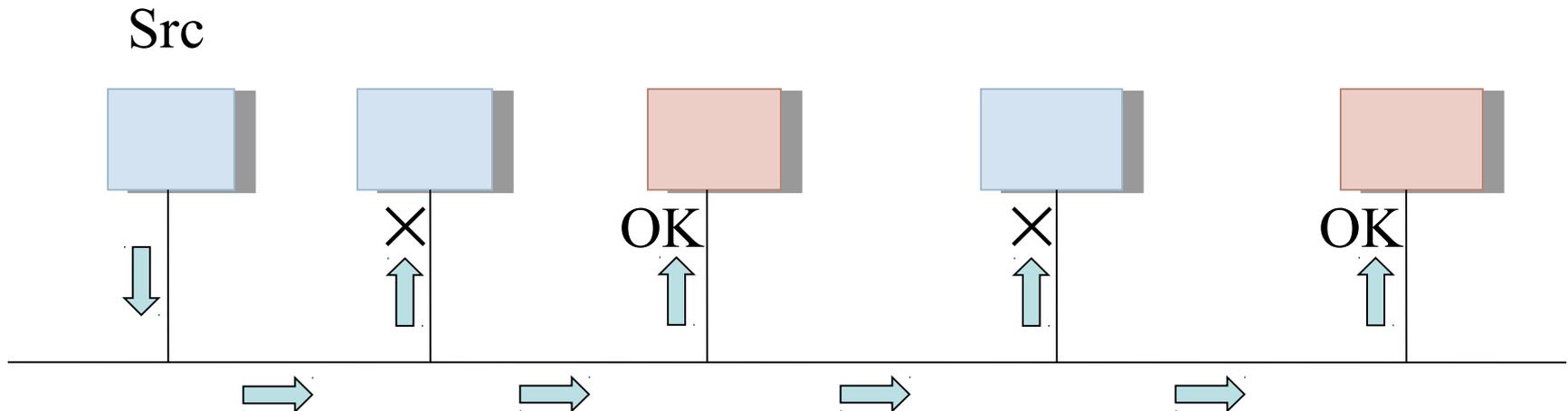
# Communication Broadcast

- ▶ Diffusion générale : une machine (source) envoie un message à toutes les machines



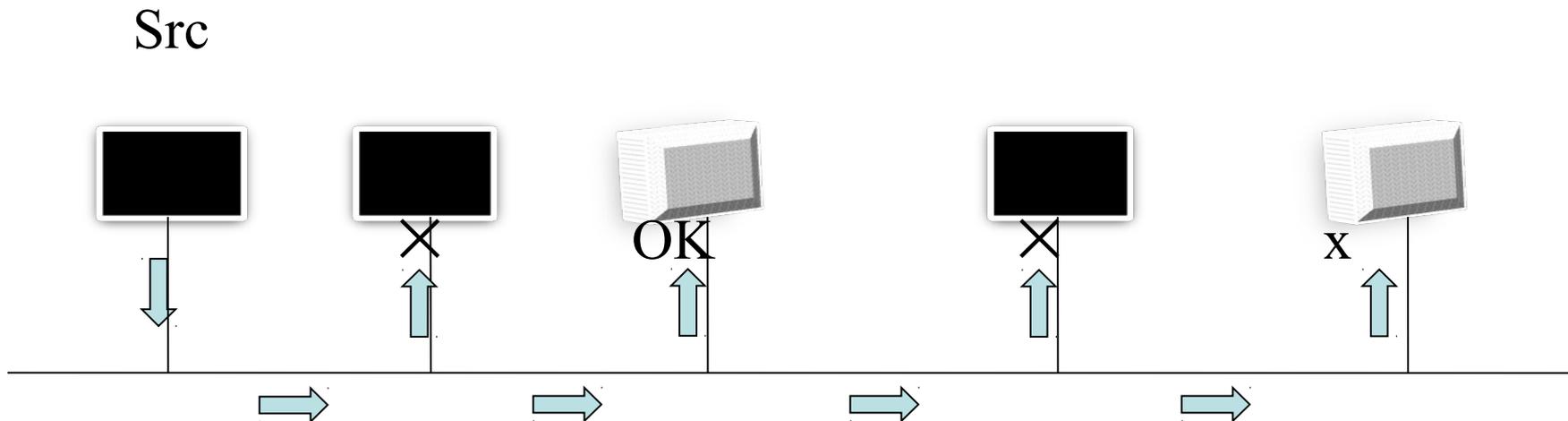
# Communication Multicast

- ▶ Diffusion restreinte : une machine envoie un message aux machines d'un groupe



# Communication Anycast

- ▶ Une machine (source) envoie un message à une machine destination, délivré à la machine la plus **topologiquement** proche



# Adressage IP

- Système de communication universel : établir une méthode générale d'identification des machines.
- Coexistence de 2 versions IPv4 et IPv6
- 32 bits utilisés, écriture en 4 fois 8 bits.  
 $11000000.10101000.00001020.10000010 = 192.168.10.130$
- Adresse = 32 bits = 4 octets = 4 entiers < 256
- Adresse est en 2 parties :
  - Net ID : Identifiant du réseau
  - Host ID : Identifiant de la "machine"

# Adressage IPv4

- ▶ **Une adresse IP :**
  - ▶ 4 octets (32 bits),
  - ▶ notation « décimal pointé » A.B.C.D.
  - ▶ exemples : 130.190.5.1 193.32.20.150 134.157.4.14
- ▶ **Elle doit être unique au Monde**
  - ▶ configurable par logiciel
  - ▶ associée à chaque interface réseau
- ▶ **Attribution des adresses de réseau en Afrique:**
  - ▶ RIR (Regional Internet Registry)
    - ▶ AfriNIC (Network Information Center) de l'Internet pour l'Afrique
    - ▶ mail à [hostmaster@afriNIC.net](mailto:hostmaster@afriNIC.net)
  - ▶ **LIR - Local Internet registries dans les pays :**
    - ▶ Généralement Opérateurs d'accès à Internet
    - ▶ Opérateurs historiques des télécommunications

# L'adressage IP

---

- Class A: 0.0.0.0 to 127.255.255.255
- Class B: 128.0.0.0 to 191.255.255.255
- Class C: 192.0.0.0 to 223.255.255.255
- Class D: (multicast) 224.0.0.0 to 239.255.255.255
- Class E: (reserved) 240.0.0.0 to 255.255.255.255

# L'adressage IP

L'adressage d'une machine/d'un réseau

=

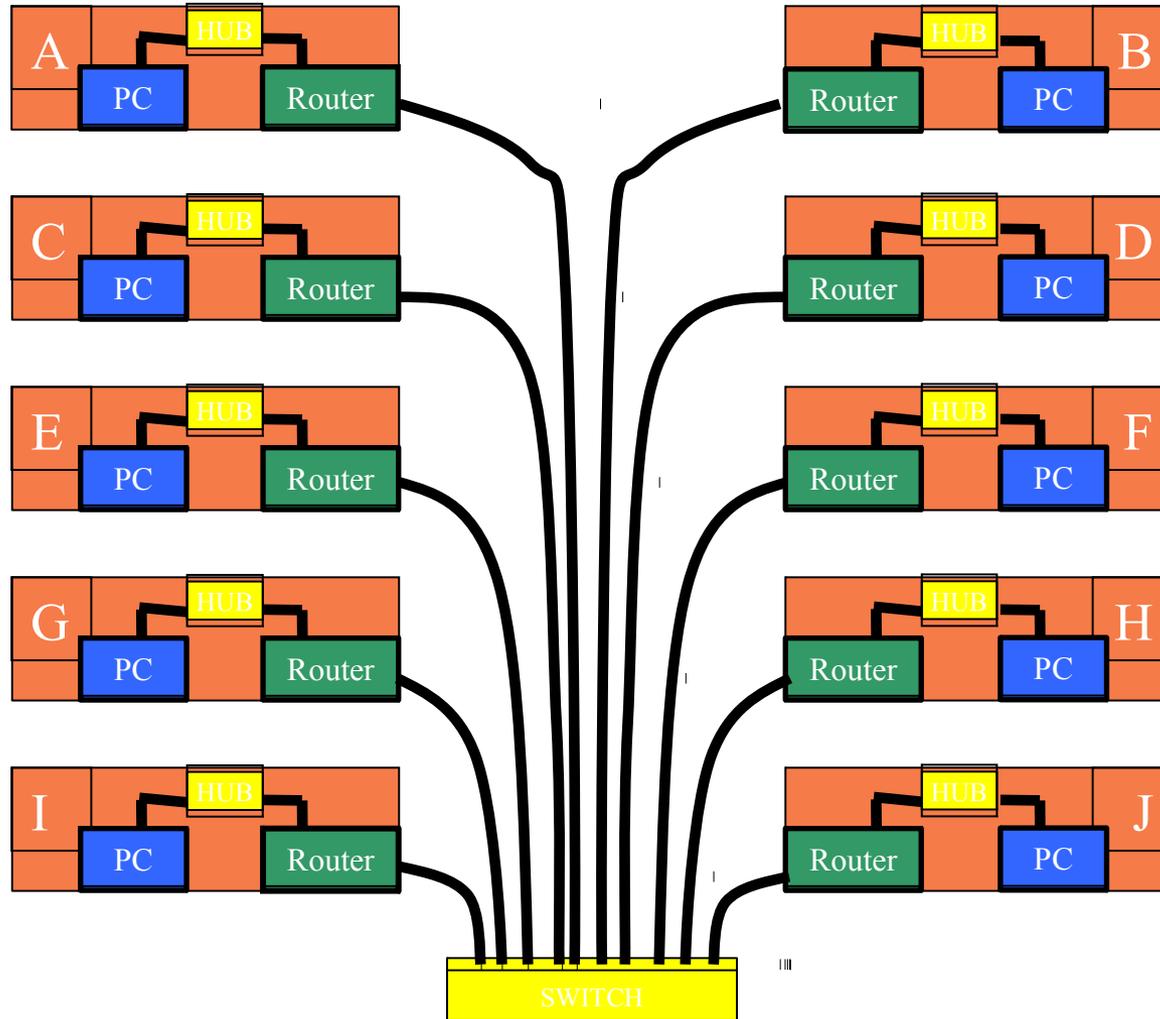
@ IP + masque sous-réseau (exception avec la notion de *classes* ).

1 réseau IP = 1 plage IP constituée par :

- ✓ d'une adresse définissant le réseau (première adresse de la plage).
- ✓ d'une adresse définissant le broadcast réseau (la dernière adresse de la plage).
- ✓ d'adresses des hôtes uniques (toutes les autres adresses).

Il existe des exceptions : des plages IP réservées et d'autres à ne pas router.

# Exercice : Adressage IPv4



---

# **Address Resolution Protocol**

# Rappels - Ethernet

---

- ▶ Structure de la Trame Ethernet :



- ▶ Le paquet IP packet est contenu dans le champ data de la trame Ethernet
- ▶ Algorithme de transfert (CSMA/CD)

# Ethernet/IP Address Resolution

---

- ▶ Adresses Internet
  - ▶ Unicité worldwide (sauf réseaux privés)
  - ▶ Indépendantes du réseau Physique
- ▶ Adresses Ethernet
  - ▶ Unicité suivant la norme (sauf erreurs)
  - ▶ Ethernet Only
- ▶ Nécessité de correspondance entre couches hautes et basses
  - ▶ (*IP vers Ethernet, en utilisant ARP*)

# Address Resolution Protocol

---

1. Consultation du Cache ARP se fait pour rechercher la correspondance avec l'adresse IP,
2. Si le cache est vide, ARP diffuse un message de broadcast, un paquet contenant l'adresse IP recherchée à toutes les machines sur Ethernet  
"propriétaire" de l'adresse IP qui répond:
  - La reponse est stockée dans la table ARP pour une utilisation future;
  - Les entrées obsolètes sont retirées après un certain temps (notion de timeout)