



**The African Network Operators' Group**

# Bases des réseaux IP

SI-F

AfNOG 2015

# Agenda

- Histoire de l'Internet
- L'Internet
- Les services en mode “non connectés” et “connecté”
- Protocoles des différentes couches
- Processus d'encapsulation et désencapsulation
- Notions de trame, datagram et segments

# Histoire de l'Internet

## *1961-1972: Principes de commutation de paquets*

- **1961: Kleinrock** – Théorie de la file d'attente à montrer son efficacité dans la commutation des paquets
- **1964: Baran** – commutation des paquets dans le réseau de l'armée US.
- **1967: ARPAnet** conception du protocole par Advanced Research Projects Agency ( ARPA)
- **1969:** Premier réseau opérationnel ARPAnet

**1972:**

ARPAnet présentation officielle publique

**NCP** (réseau Control Protocol)  
Premier protocole de communicatio, machine à machine

Premier programme d'e-mail  
ARPAnet avait 15 hotes

# Histoire de l'Internet

## *1972-1980: Inter-réseau, nouveau réseau privé*

- ❑ 1970: ALOHAnet réseau satellite à Hawaï
- ❑ 1974: Cerf et Kahn
- ❑ architecture des réseaux interconnectés
  
- ❑ Late 70's: Architecture DECnet, SNA, XNA
  
- ❑ 1979: ARPAnet a 200 noeuds

Cerf et Kahn's Principe d'interconnexion :

Simple, autonome - Aucun changement interne requis  
l'interconnexion des réseaux

Service "best effort" avec le modèle des routeurs sans état de connexion, contrôle décentralisé

Définit l'architecture actuelle de l'Internet

# Histoire de l'Internet

*1980-1990: De nouveaux protocoles avec une prolifération des réseaux*

- 1983: Déploiement de TCP/IP
- 1982: le protocole SMTP des email est défini
- 1983: DNS est définis pour la resolution des noms d'hôte en adresse IP
- 1985: FTP protocole défini pour le transfert des fichiers
- 1988: TCP pour le contrôle des congestions

De nouveaux réseaux nationaux:  
Csnet, BITnet, NSFnet, Minitel

100,000 hôtes connectés dans une  
confédération de réseaux

# Histoire de l'Internet

## *1990, 2000's: commercialisation, le Web, de nouvelles applications*

- **Early 1990's:** ARPAnet est décommissionné
- **1991:** NSF enlève les restrictions sur l'utilisation du réseau NSFnet (décommissionné en 1995)
- **Début 1990s:** Web
  - hypertext [V. Bush 1945, Nelson 1960's]
  - HTML, HTTP: Berners-Lee
  - 1994: Les navigateurs Mosaic, later Netscape
  - late 1990's: commercialisation du WEB

### **Late 1990's – 2000's:**

Plus d'applications "killer": instant messaging, peer2peer partage de fichier (e.g., Napster)

50 million hôtes, 100 million+ utilisateurs

backbone ont des liens de l'ordre du Gbps

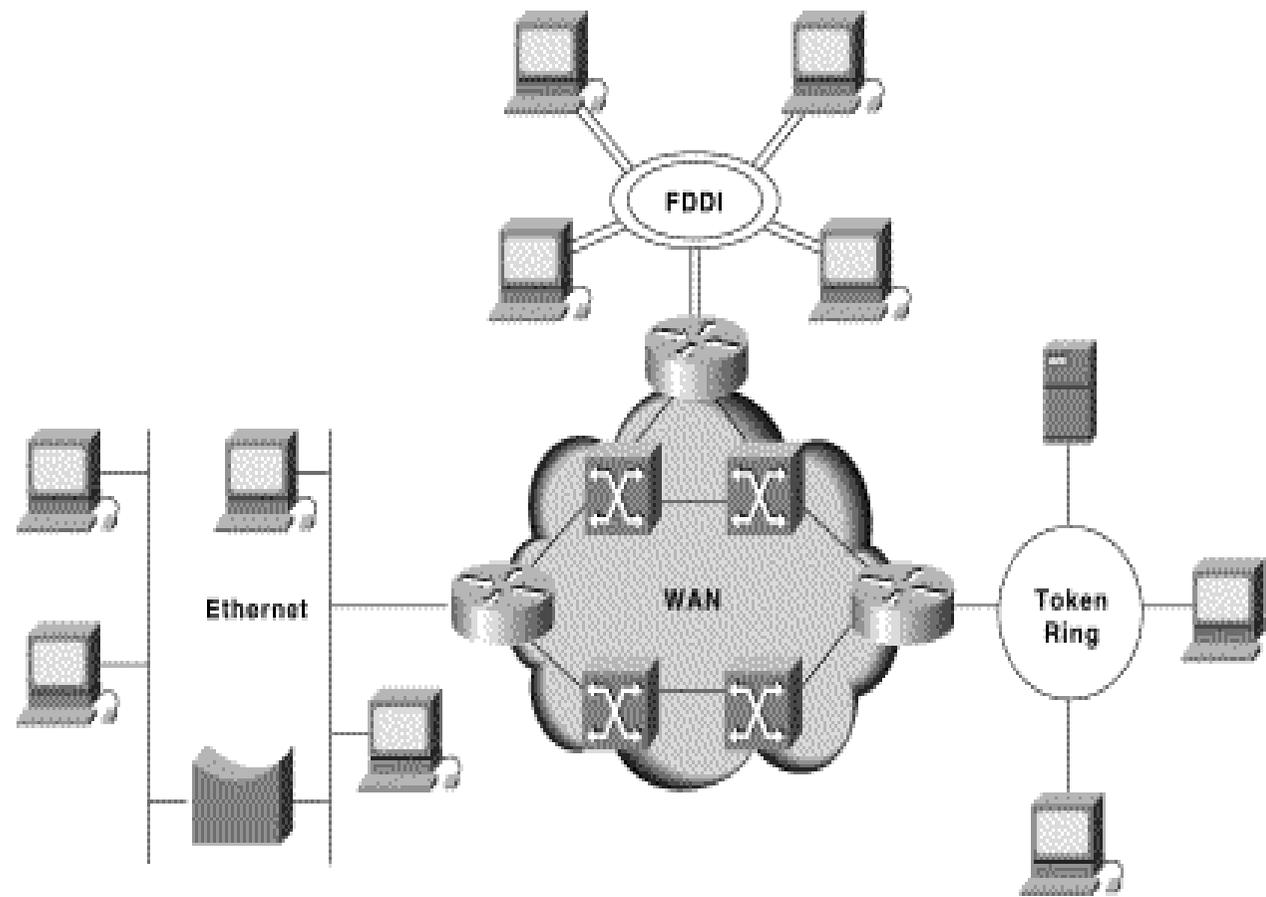
### **Aujourd'hui : 40-100 Gbps**

youtube, réseaux sociaux, les OTP  
depletion des adresses IPv4

# L'Internet

- Réseau mondial TCP/IP
- Différents peuples et organisations propriétaires chacun d'une partie
- Différentes parties utilisant différentes technologies
- Interconnexion entre différentes parties
  
- Interconnexions requièrent des accords entre les parties
  - Vente/Achat de service
  - Contrat de peering
  - "peering" Accord
- Pas de point de contrôle ou de gestion centralisée

# Le petit réseau d'interconnexion “internet” (avec petit “i”)



# Le principe d'interconnexion des réseaux

- ❑ Nous avons plusieurs petits réseaux
- ❑ Plusieurs différents propriétaires/opérateurs
- ❑ Plusieurs différents type de media d'accès
  - Ethernet, liaisons spécialisées, dialup, Fibre optique, broadband, Sans-file, 3G,4G/LTE...
- ❑ Chaque type de media a connaissance de l'adressage et des protocoles sous-jacents
  
- ❑ Nous voulons les connecter entre eux et fournir une vues unique (Traiter un bloque de réseau en un seul large réseau d'interconnexion)

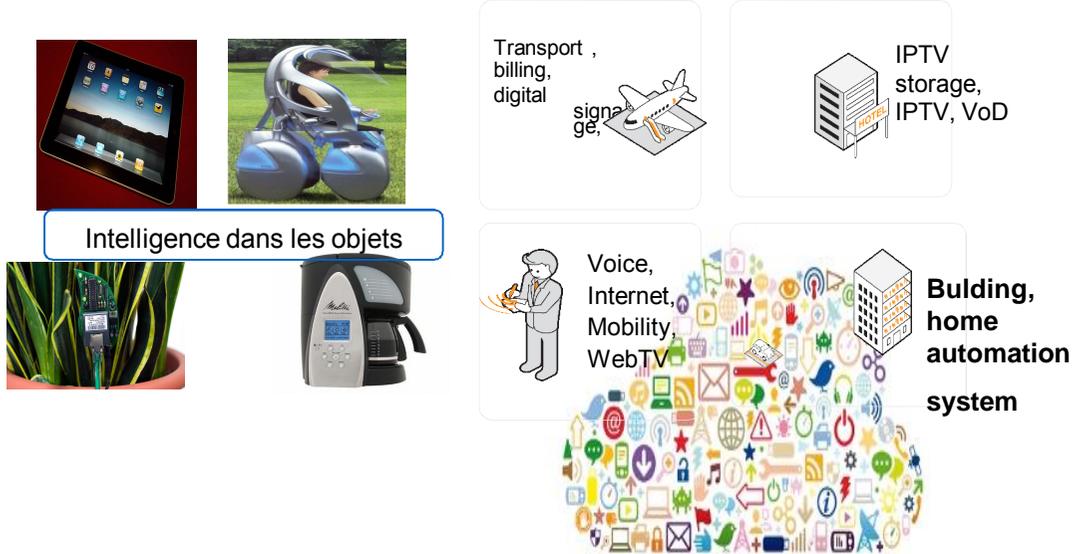
# Qu'est ce que l'Internet: Une vue des constituants

- ❑ Des millions d'équipements connectés : Machines, terminaux
  - PC's station de travail, serveurs
  - Smart Phone, objets connectés
  - Executant des applications réseaux
- ❑ Liaison de communication
  - fibre, cuivre, Radio, satellite
- ❑ Routeurs : Transmettent les paquets de données à travers le réseau.

Aujourd'hui nous avons plus d'1 milliard d'équipements connectés

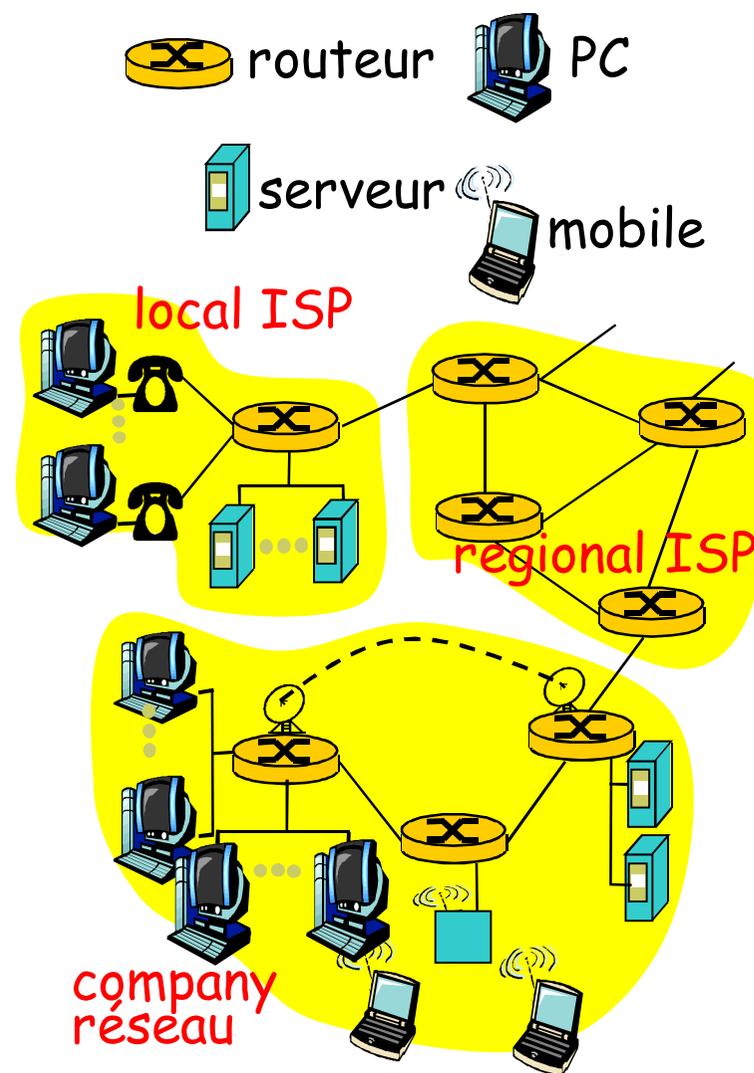
De plus en plus les objets qui nous entourent se connectent à l'Internet.

➔ "Internet des objets".



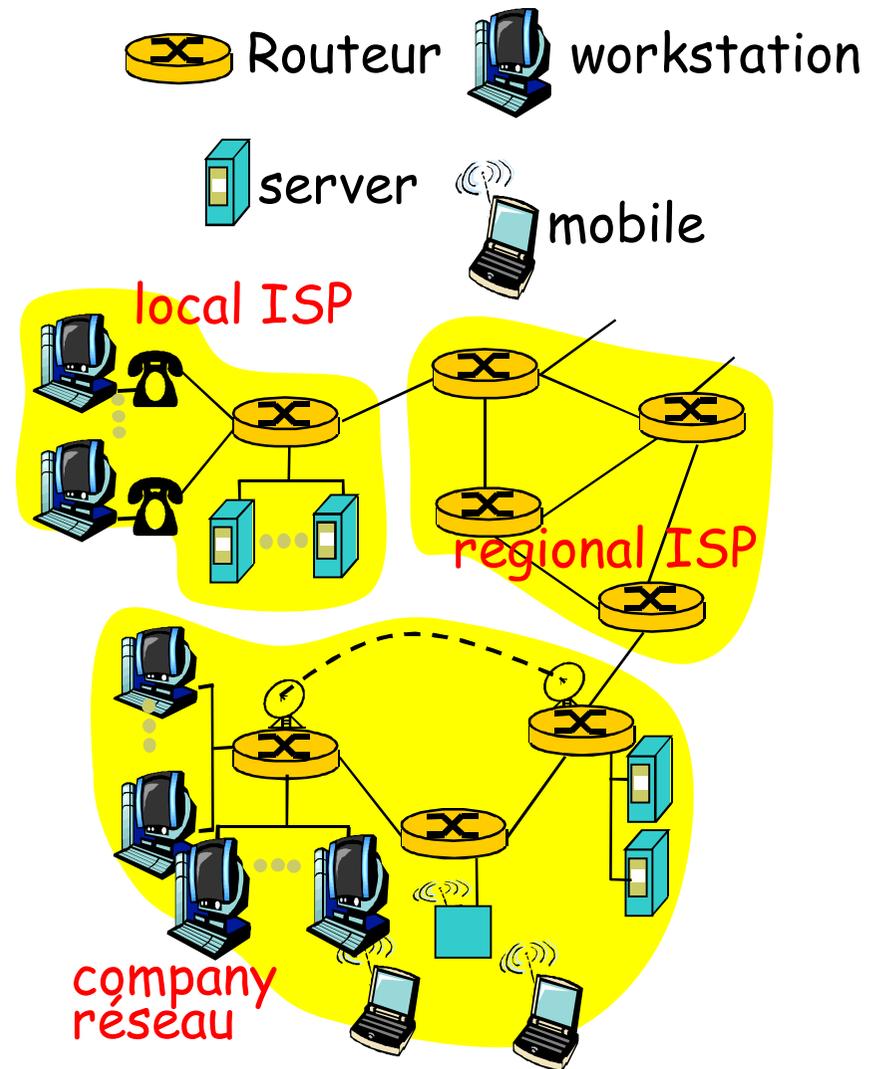
# Qu'est ce que l'Internet: Une vue des constituants

- Protocoles : controle l'envoi et la reception des messages
  - ex., TCP, IP, HTTP, FTP, PPP
- Internet : "Réseau des Réseaux"
  - loosely hierarchical
  - Internet Publique vs les intranet
- Les standards de l'Internet
  - RFC: Request pourcomments
  - IETF: Internet Engineering Task Force



# Qu'est ce que l'Internet: : Les services

- Les infrastructures de communications et applications distribuées :
  - WWW, email, games, e-commerce, database, e-voting, more?
- Les services de communication fournis :
  - Service en mode non-connecté
  - Service en mode connecté



# Principe du mode non-connecté

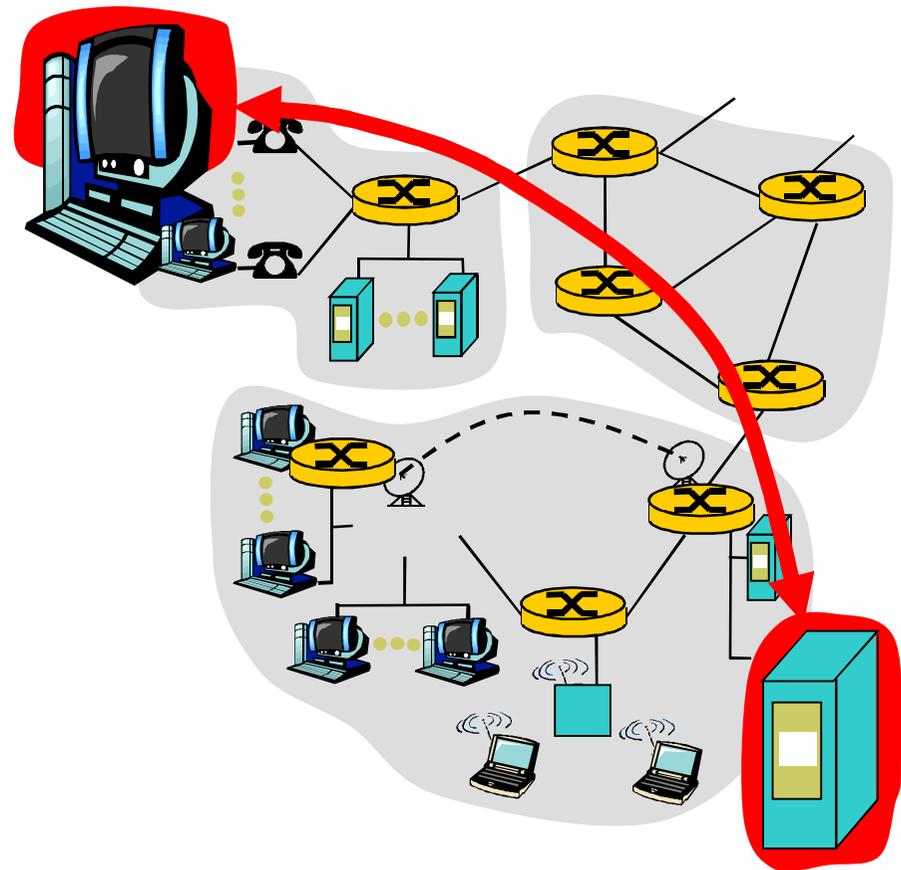
- Le protocole IP fonctionne en mode “non-connecté”
  - Les paquets sont délivrés dans le désordre
  - Les paquets peuvent prendre différentes destinations
  - Aucun mécanisme de détection et correction d’erreur des données transmises
  - Aucun contrôle de congestion (Perte de paquets en cas de surcharge)
- TCP résout ces problèmes pour certaines applications
  - Correction d’erreur par la retransmission
  - Perte de paquets en cas de congestion

# Le principe d'Internet

- Périphérie vs. Coeur (terminaux vs. routeurs)
  - Réseau moins intelligent en terme de contrôle
  - Intelligence au niveau des équipements terminaux
- Les différents paradigmes de communication
  - Mode orienté connexion vs. mode non connecté
  - Commutation de paquets vs commutation de circuit
- Système en plusieurs couches
- Réseau de réseaux en collaboration

# Phériphérie du réseau

- Système terminaux (Hôtes):
  - Exécute des applications réseaux
  - ex., WWW, email
  - À “ aux points terminaux du réseau”
- Modèle client/serveur :
  - L’hôte client émet la requête , recois le service du serveur
  - ex., WWW client (Navigateur)/server; email client/server
- Modèle peer-peer :
  - interaction symétrique entre hôtes ex : teleconferencing



## Périphérie du réseau : Service orienté connecté

- ❑ But: transfert de données entre systèmes
- ❑ handshaking: initialisation de la communication (pour la préparer) avant le transfert de données
  - « bonjour » puis réponse au bonjour avant l'établissement de la communication (comme la communication entre les hommes)
  - “état” de la communication réelle entre les deux hôtes qui communiquent
- ❑ TCP –Protocol
- ❑ Transmission Control
  - Service orienté-connexion d'Internet
- ❑ TCP service [RFC 793]  
fiable, transfert des flots d'octets de données en ordre  
pertes: accusés de réception et retransmission
- ❑ Contrôle de flux:  
L'expéditeur ne va pas surcharger le récepteur
- ❑ Contrôle de congestion  
L'expéditeur ralenti son flux en cas de congestion

## Périphérie du réseau: service non connecté

- ❑ But: transfert de données entre les systèmes
- ❑ UDP - User Datagram Protocol [RFC 768]:
  - le service en mode non connecté d'Internet
  - Transfert de données non fiable
  - Pas de contrôle de flux
  - Pas de contrôle de congestion

# “Couches” et Protocoles

❑ Les réseaux sont complexes !

❑ plusieurs “pièces” :

- hôtes
- routeurs
- liens de différents
- média
- applications
- protocoles
- matériel, logiciel

❑ Question :

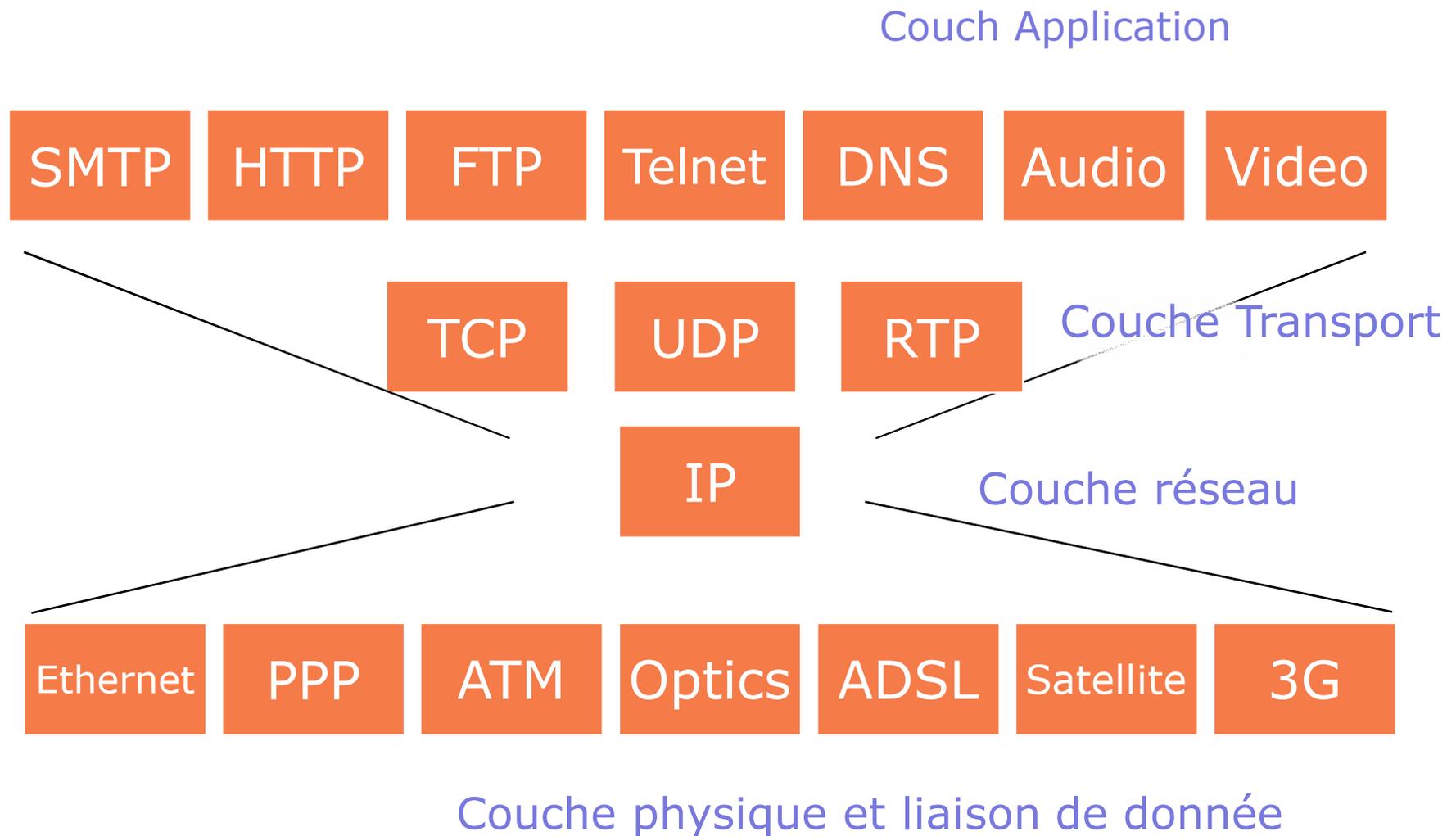
Il ya au moins un moyen d’organiser la structure du réseau

Ou au moins dans le cadre de nos discussions de réseaux

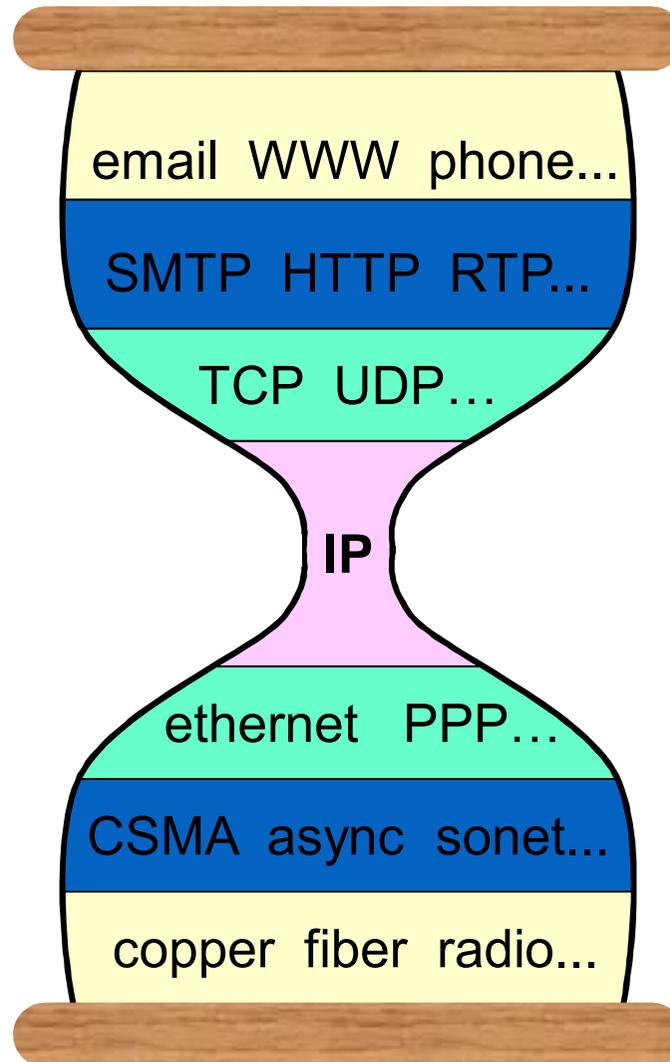
## La couche réseau : Couche unificatrice

- Définir un protocole qui fonctionne de la même façon quelque que soit le réseau sous-jacent
  - Appeler le la couche réseau (e.i. IP)
  - Les routeurs IP fonctionnent au niveau de la couche réseau
  - IP sur quoi que ce soit
  - Quoi que ce soit sur IP

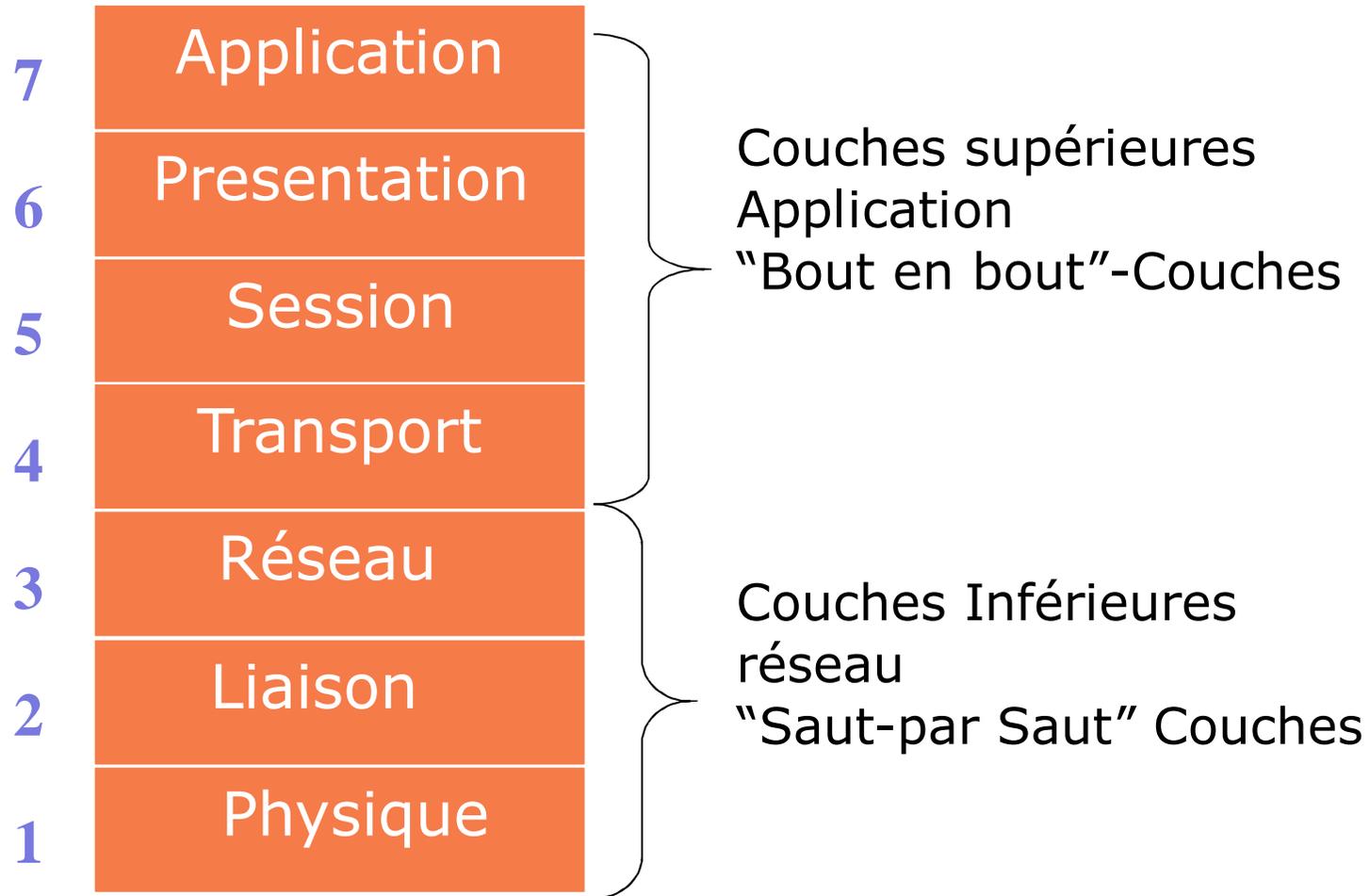
# Le Modèle "Hourglass" d'IP



# Le Modèle “Hourglass” d’IP



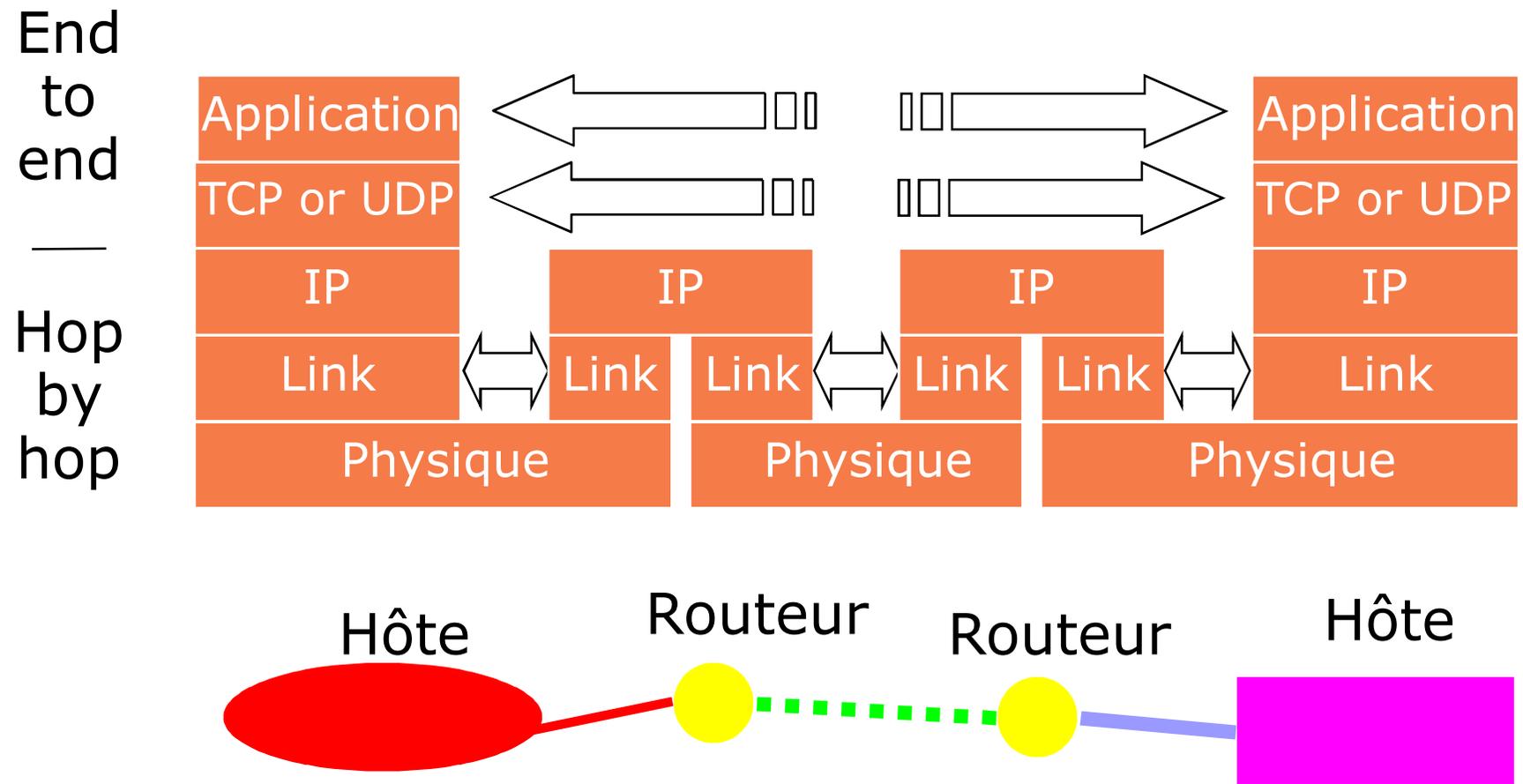
# Le Modèle OSI



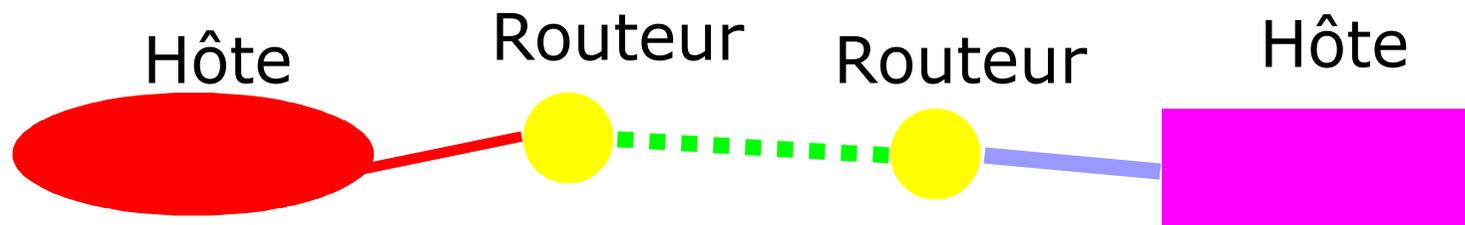
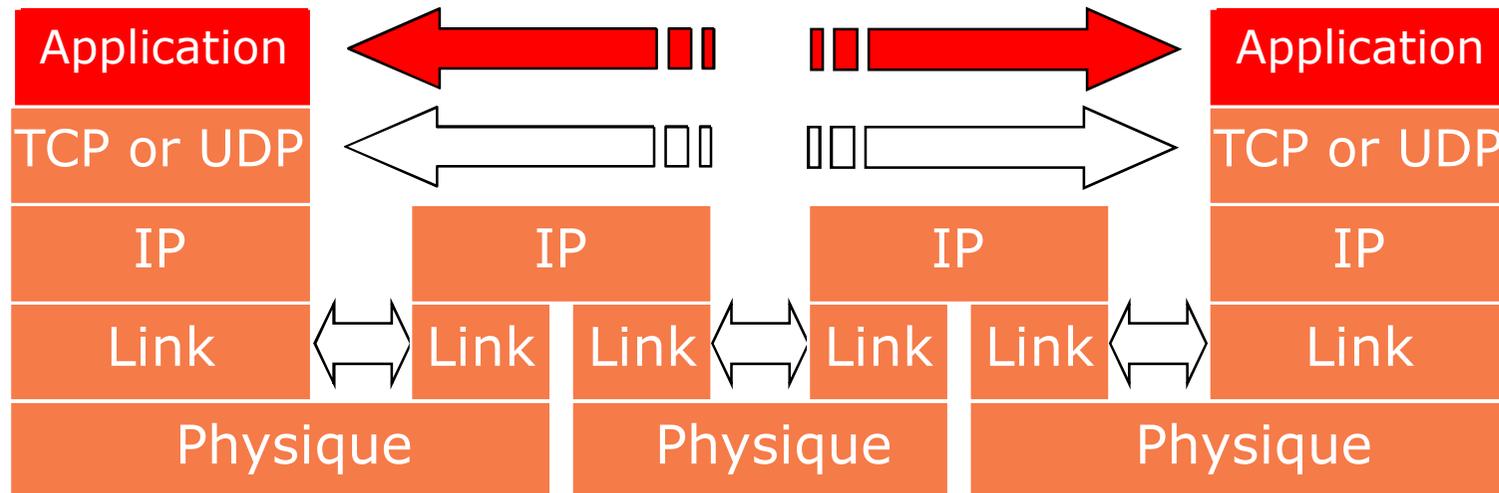
# Modèle OSI et l'Internet

- ❑ Les protocoles de l'Internet ne sont pas directement basés sur le modèle OSI
- ❑ Néanmoins, nous utilisons souvent le système de numérotation du système OSI.
- ❑ Vous devez vous rappeler d'au moins de
- ❑ ceci:
  - Couche 7: Application
  - Couche 4: Transport (e.i. TCP, UDP)
  - Couche 3: Réseau (IP)
  - Couche 2: Liaison de données
  - Couche 1: Physique

# Interaction des Couches: Model TCP/IP

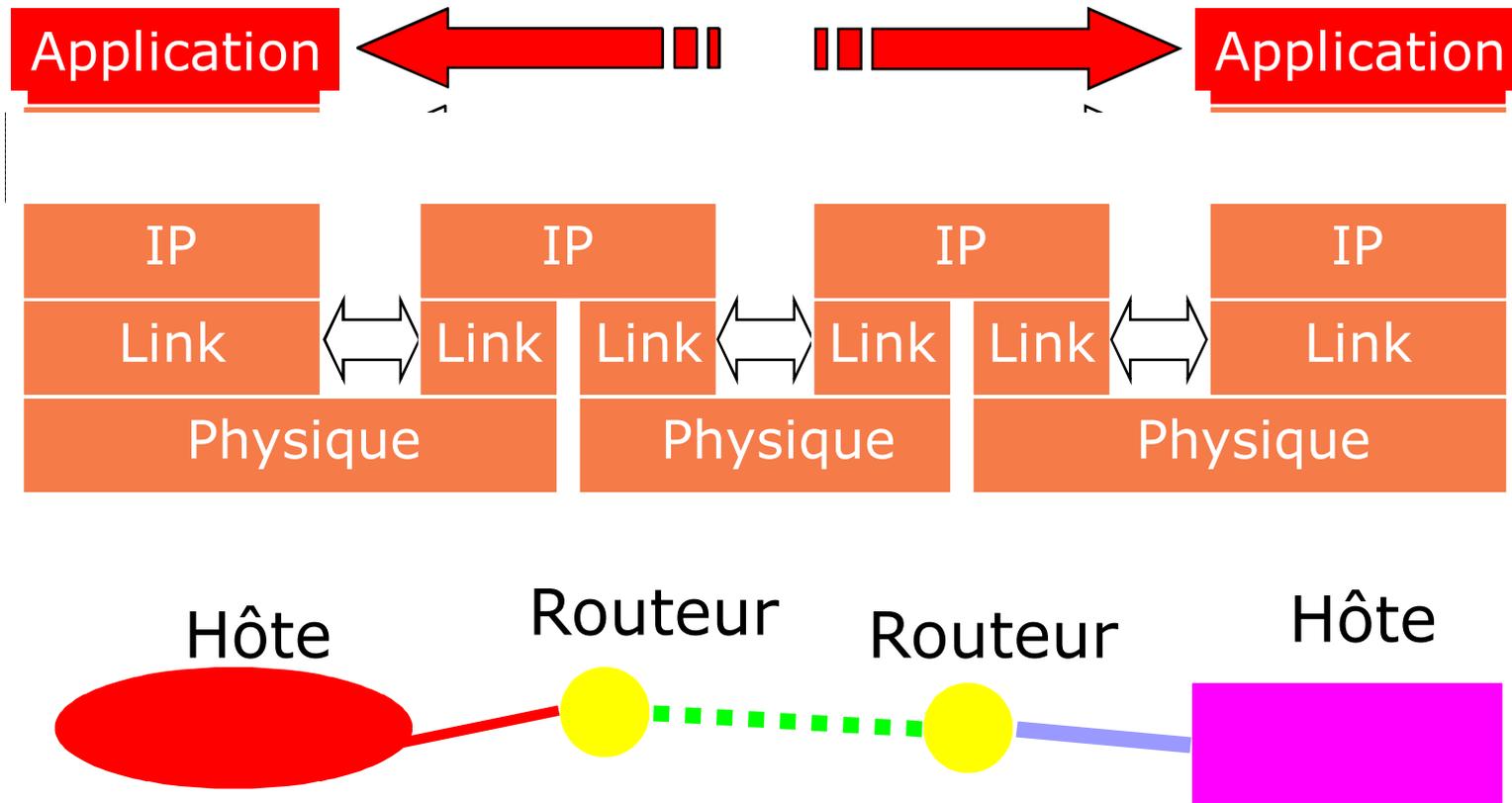


# Interaction des Couches: Model TCP/IP

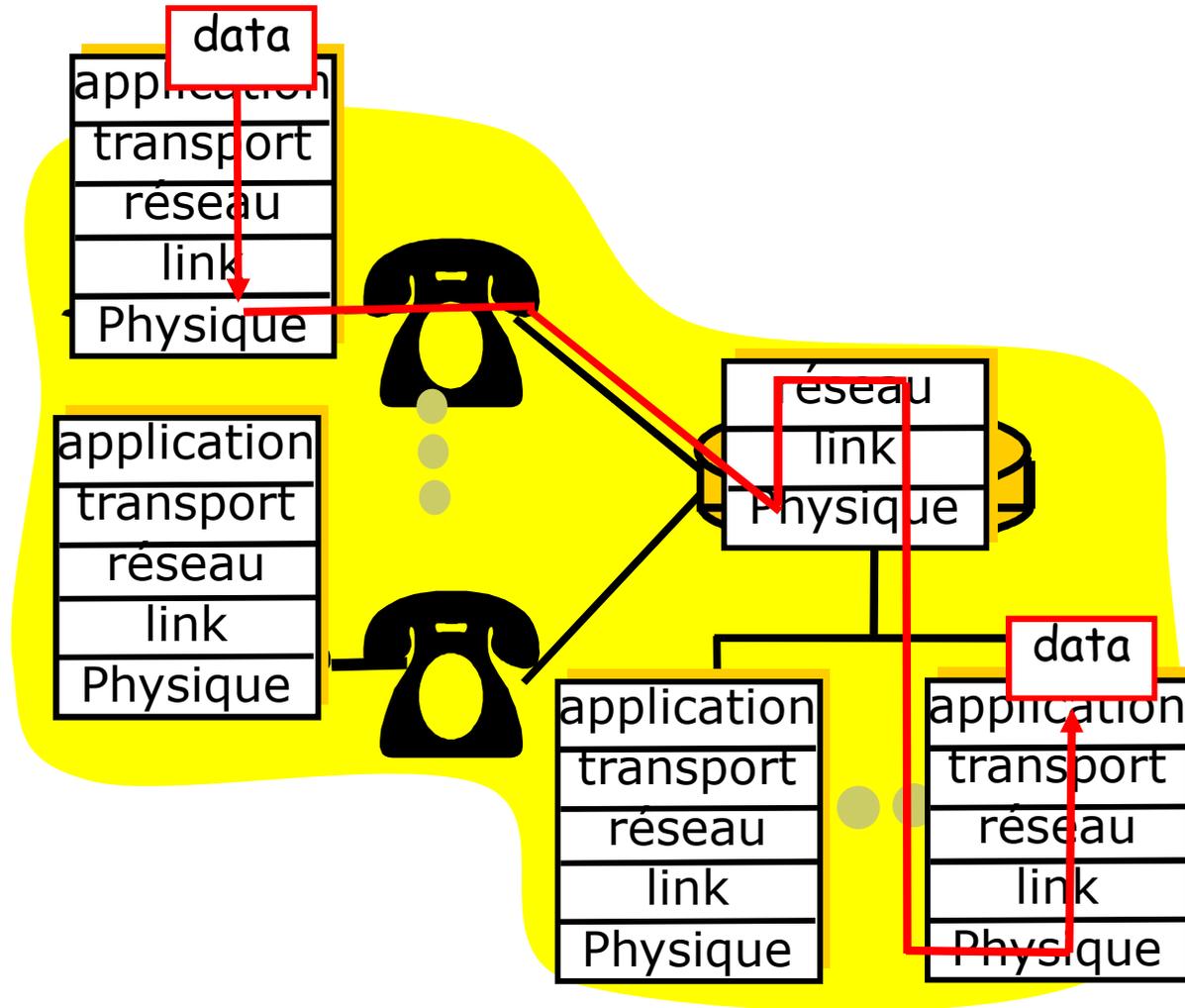


# Interaction des couches: Les couches applicatives

Les applications fonctionnent comme si elles se parlaient directement, Mais en réalité elles communiquent avec le service TCP ou UDP en dessous.



# Couche : Physique communication

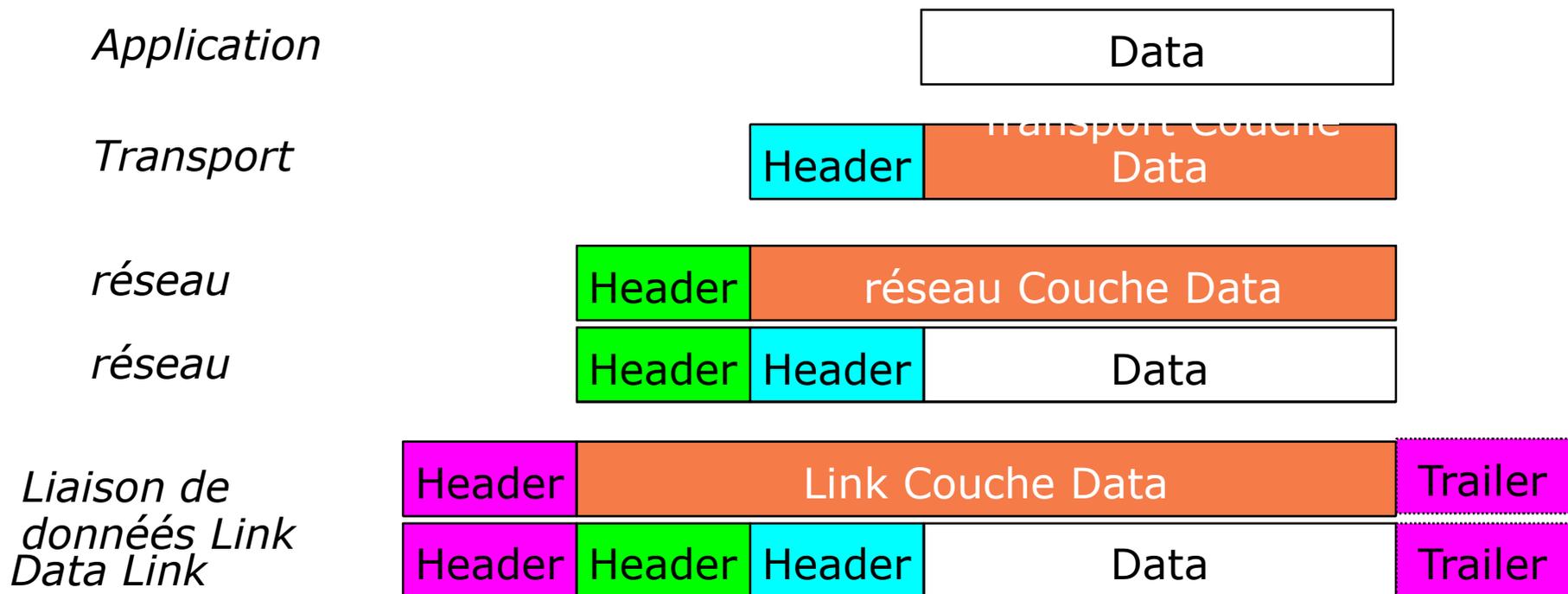


# Trame, Datagramme, Segment, paquets

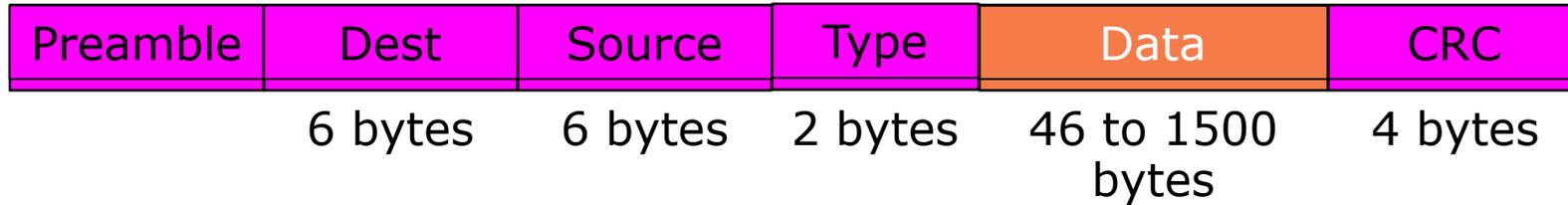
- Différents noms pour les paquets au niveau des couches
  - Ethernet (Couche liaison de donnée) trame
  - IP ( Couche réseau) datagramme
  - TCP ( Couche transport) segment
  
- Terminologies ne sont pas strictement suivies
  - Nous utilisons le terme paquet aujourd'hui au niveau de toutes les couches

# Encapsulation & Désencapsulation

- Le couches inférieures ajoutent leur en-tête et souvent leur “trailer”



# Couche 2 - Trame Ethernet



- ▣ Destination et source sont à 48-bit MAC adresses (ex., 00:26:4a:18:f6:aa)
- ▣ Type 0x0800 signifie que la portion de donnée de la trame Ethernet contient un paquet IPV4
- ▣ Type 0x0806 pour l' ARP. Type 0x86DD pour IPv6.
- ▣ "Data" partie de la Couche 2 la trame contient un datagramme de la Couche 3.

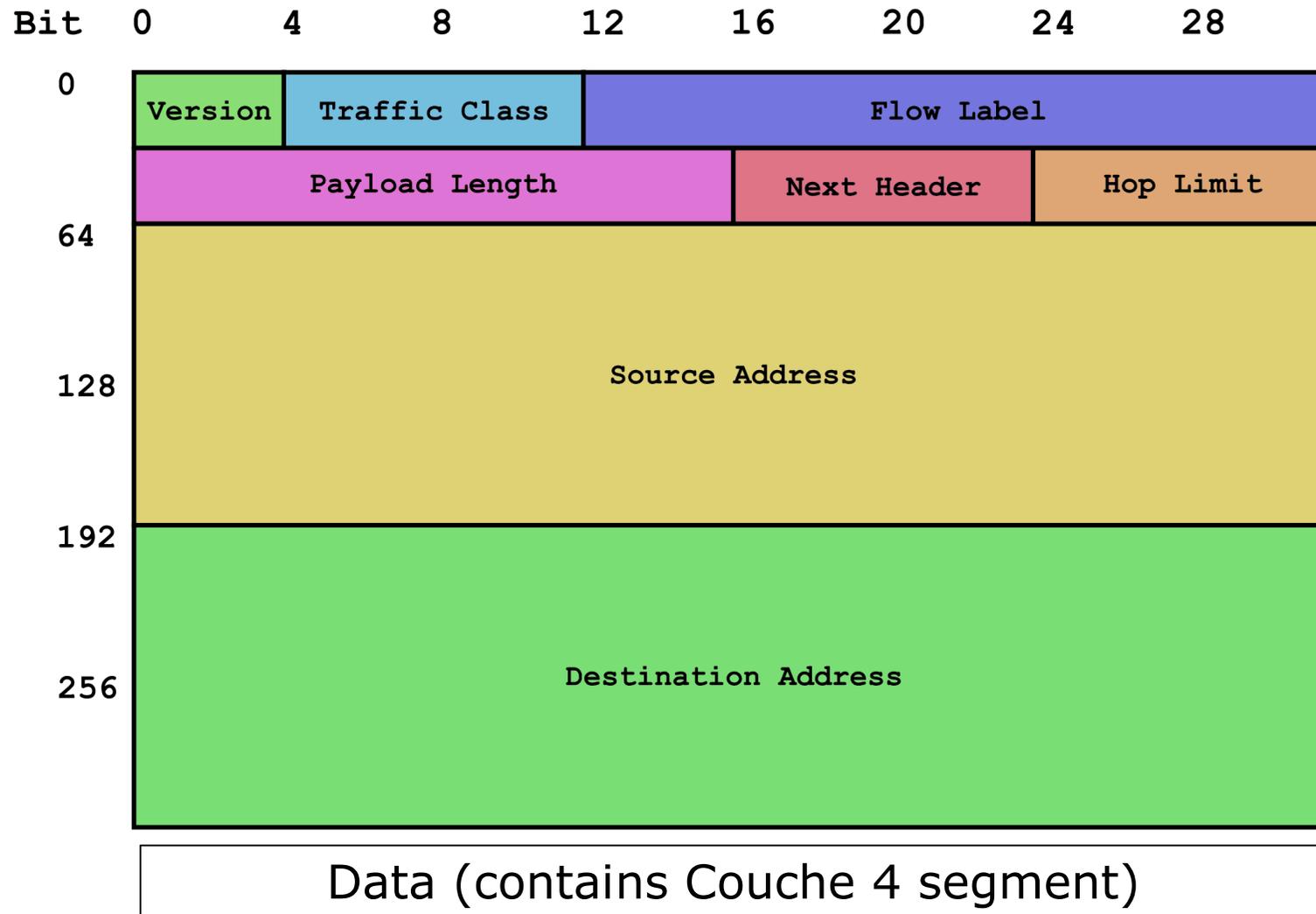
# Couche 3 - IPv4 datagramme

Version	IHL	Diff Services	Total Length	
Identification			Flags	Fragment Offset
Time to Live		Protocol	Header Checksum	
Source Address (32-bit IPv4 address)				
Destination Address (32-bit IPv4 address)				
Options				Padding
Data (contains Couche 4 segment)				

Version = 4  
Pas d'options, IHL = 5  
la source et la destination  
sont en 32bits

- ▣ Protocole = 6 signifie que la portion de donnée contient un segment TCP. Protocole = 17 signifie qu'elle contient de l'UDP.

# Couche 3 – IPv6 datagram



# Couche 4 – segment TCP

Source Port				Destination Port				
Sequence Number								
Acknowledgement Number								
Data Offset	Reserved	U	A	E	R	S	F	Window
		R	C	O	S	Y	I	
		G	K	L	T	N	N	
Checksum				Urgent Pointer				
Options						Padding		
Data (contains application data)								

- Source et destination sont en 16-bit port TCP
- Si les options n'existe pas , Data Offset =5