

Atelier SI-F

---

## Bases de IP

AfNOG 2010

Kigali RWANDA

---



## 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
- ▶ Differentes proprietaires / Operateurs
- ▶ Differentes 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  
specifications techniques de l'Internet;

IANA – autorite 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

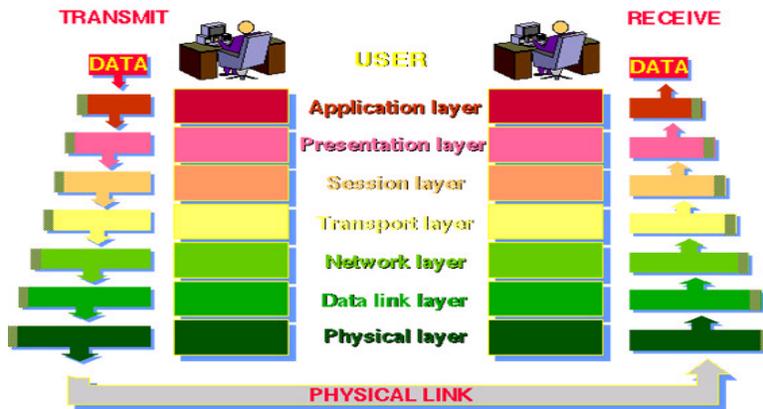
---

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

## Modèle OSI

All People Seem To Need Data Processing

### THE 7 LAYERS OF OSI



▶ 9

## Modèle OSI



### APPLICATION

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

### TRANSPORT

- gère le transfert des données et vérifie si elles sont identiques ;
- gère l'adressage et la distribution de données sur les # réseaux;
- Transmission des données
- définit les caractéristiques matériels réseau

▶ 10

## 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

---

- La *couche de liaison de données* identifie le type de protocole réseau du paquet, dans cette instance TCP/IP. En outre, cette couche de liaison de données assure le contrôle des erreurs et l'**"encadrement"**. Par exemple, les encadrements Ethernet IEEE 802.2 et PPP (Point-to-Point Protocol) constituent des protocoles de couche de liaison de données.
- Masque aux couches supérieures les imperfections du moyen de transmission par le moyen de codage redondant (parité, ...) sachant que;
- Le protocole de correction n'est pas forcément le même entre deux nœuds adjacents.

## 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 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, ...)

---

▶ 15

## TCP/IP

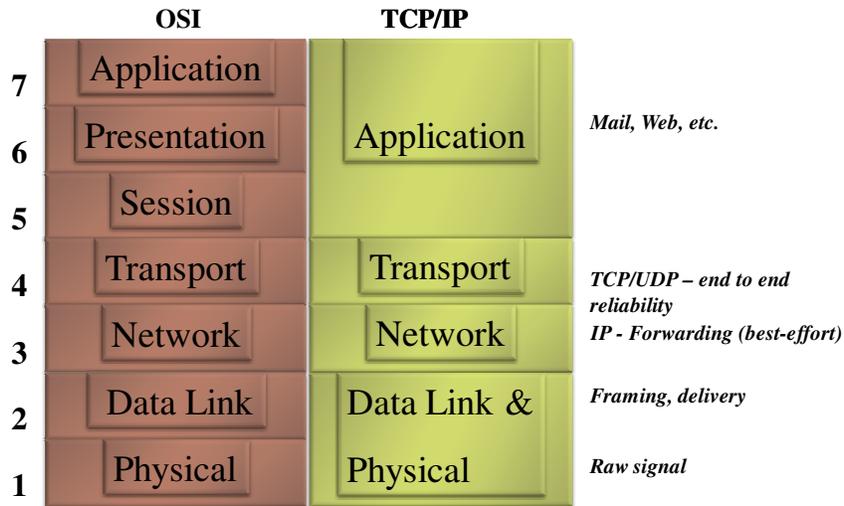
---

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

---

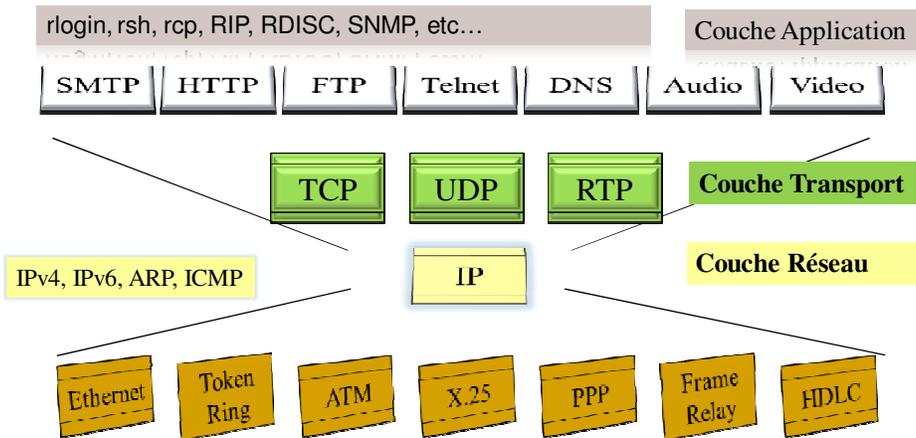
▶

## OSI et TCP/IP



▶ 17

## Couches de protocoles : Le modèle TCP/IP



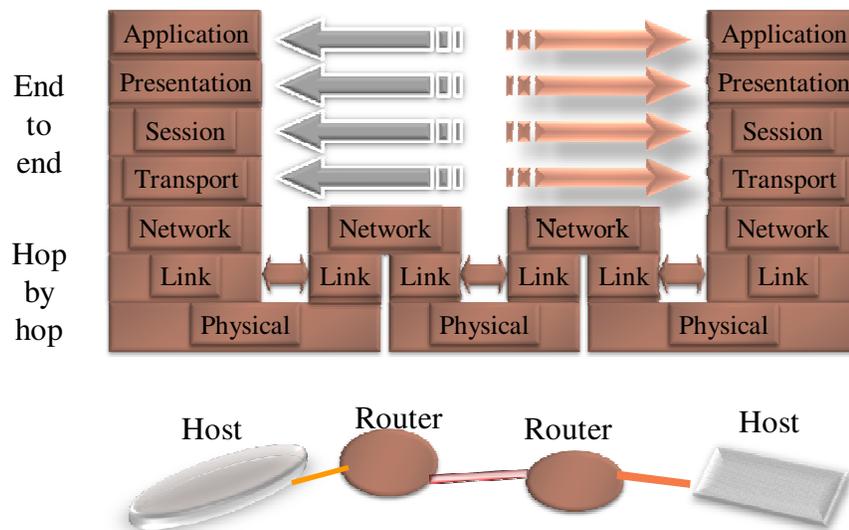
▶ 18

## 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

▶ 19

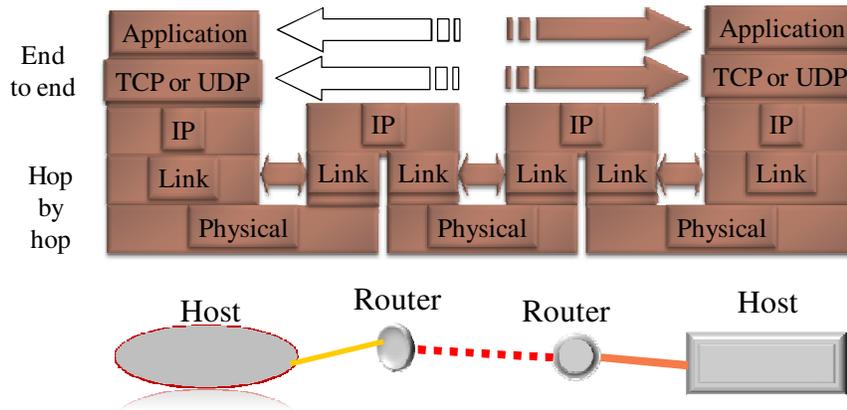
## Interaction entre couches: Modèle OSI à 7 couches



▶ 20

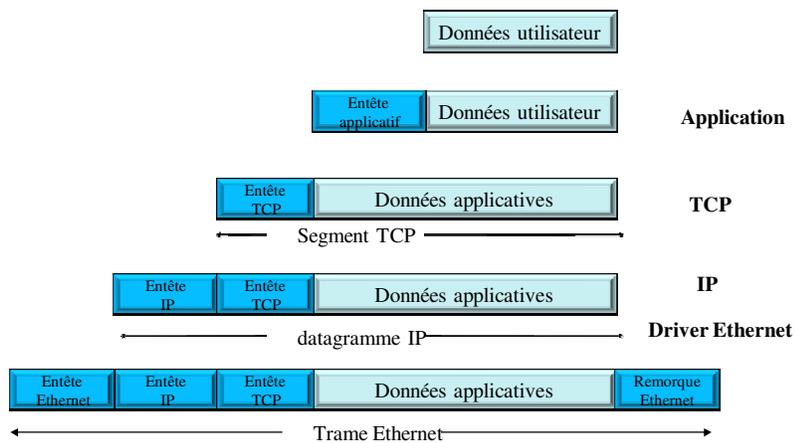
## Interactions entre couches : Modèle TCP/IP

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



▶ 21

## Encapsulation / Décapsulation



▶ 22

## 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

---

▶ 23

## 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 (addresses MAC)
- Type = 0x0800 signifie que le champ données de la trame Ethernet contient un datagramme IP. Type = 0x0806 pour ARP. Type 0x86DD pour IPv6.

---

▶ 24

## Couche 3 – Datagram

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.

▶ 25

## Couche 4 - TCP segment

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

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

▶ 26

---

## Caractéristiques principales des Réseaux

---

▶ 27

### Caractérisés par :

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

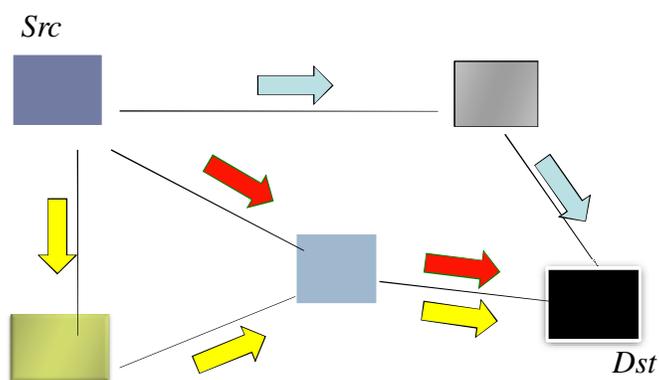
---

▶ 28

## Point à Point / Multipoint

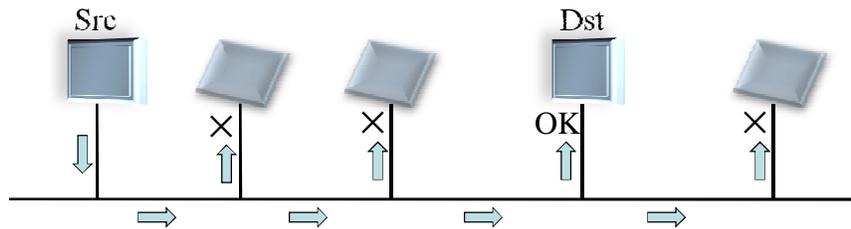
- ▶ **Liaison (connexion) point à point**
  - ▶ un canal est dédié spécifiquement à la connexion de deux machines
- ▶ **Réseau point à point**
  - ▶ ensemble de liaisons point à point
- ▶ **Liaison (réseau) multipoint**
  - ▶ Un canal est partagé par un ensemble de machines

## Réseau point à point (Maillage) Problème du routage



## Communication Unicast

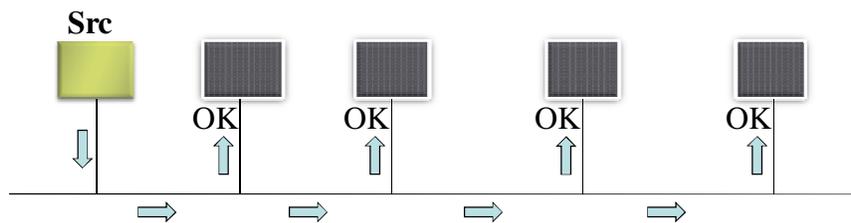
- ▶ Une machine (source) envoie un message à une machine destination



▶ 31

## Communication Broadcast

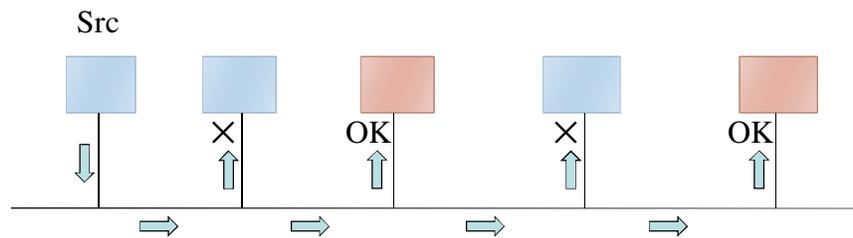
- ▶ Diffusion générale : une machine (source) envoie un message à toutes les machines



▶ 32

## Communication Multicast

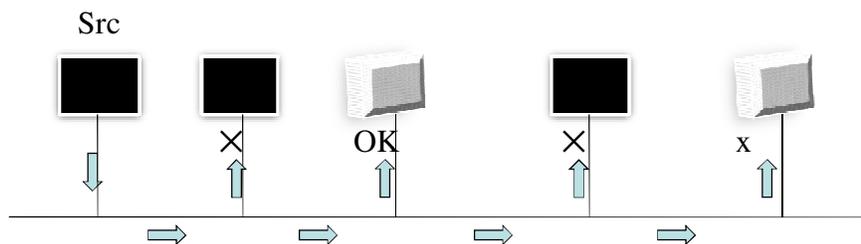
- Diffusion restreinte : une machine envoie un message aux machines d'un groupe



► 33

## Communication Anycast

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



► 34

## IP : Internet Protocol

---

- ▶ **But: Acheminement des datagrammes d'une machine à une autre par des intermédiaires .**
  - ▶ Adressage logique, indépendant du matériel (distribution supervisée des adresses)
  - ▶ Routage (comment ces adresses sont elles traitées?)
  - ▶ Correspondance entre adresse physique et adresse logique (DNS et DHCP)

## IP Internet Protocol (2)

---

- ▶ **Le protocole IP définit :**
  - ▶ La taille de l'unité de donnée, sa structure.
  - ▶ La fonction de routage, comment les machines et les passerelles doivent traiter les paquets.
  - ▶ Les messages d'erreur et leurs traitement.
- ▶ **L'entête IP contient**
  - ▶ Version, longueur, priorité, durée de vie, @ source et @ destination.
  - ▶ Options de routage, de traçage, ...

## Adressage IP

- Système de communication universel : établir une méthode générale d'identification des machines.

Coexistence de 2 versions IPv4 et IPv6

en version 4.

- 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"

▶ 37

## 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

▶ 38

## 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

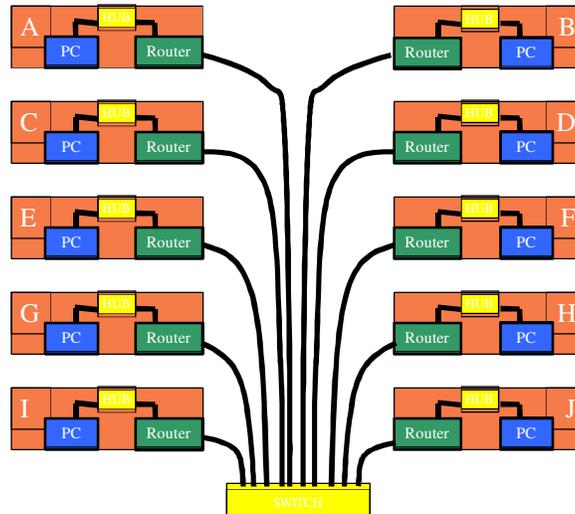
L'adressage d'une machine/d'un réseau  
=  
@ IP + masque sous-réseau (exception avec la notion de *classes*).

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



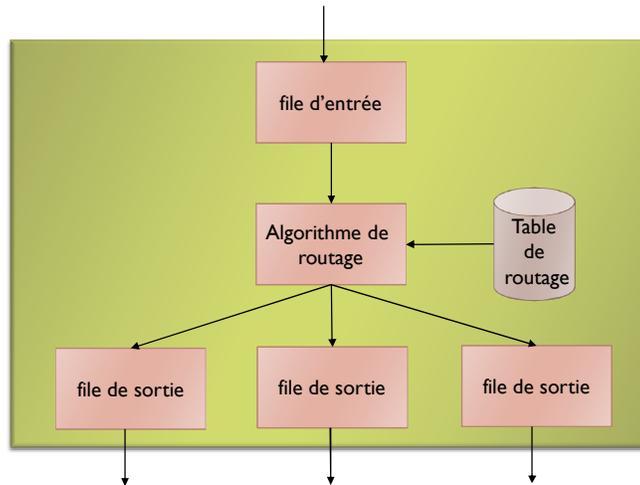
► 41

## Concepts de l'interconnexion

- Le concept d'interconnexion ou d'*internet* repose sur la mise en oeuvre d'une couche réseau masquant les détails de la communication physique du réseau et détachant les applications des problèmes de routage.
- L'interconnexion : faire transiter des informations depuis un réseau vers un autre réseau par des noeuds spécialisés appelés passerelles (*gateway*) ou routeurs (*router*)

► 42

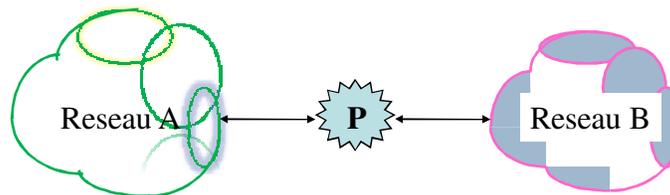
## Fonction Routeur



► 43

## Concepts de l'interconnexion

- Les routeurs possèdent une connexion sur chacun des réseaux:

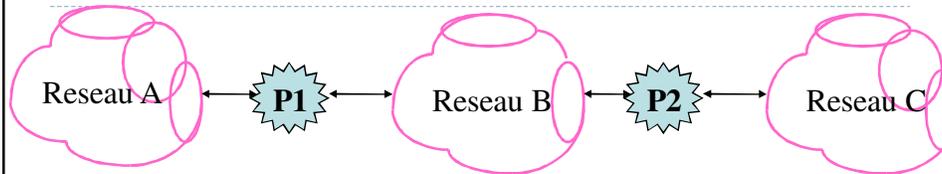


*La passerelle P interconnecte les réseaux A et B.*

- Le rôle de la passerelle P est de transférer sur le réseau B, les paquets circulant sur le réseau A et destinés au réseau B et inversement.

► 44

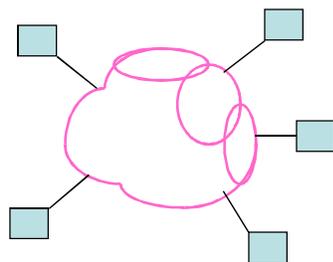
## Concepts de l'interconnexion



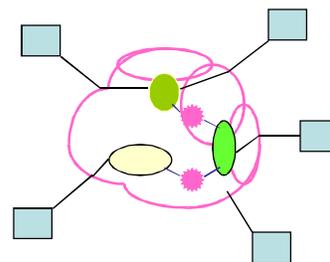
- ▶ P1 transfère sur le réseau B, les paquets circulant sur le réseau A et destinés aux réseaux B et C
- ▶ P1 doit avoir connaissance de la topologie du réseau; à savoir que C est accessible depuis le réseau B.
- ▶ Le routage n'est pas effectué sur la base de la machine destinataire mais sur la base du réseau destinataire

## Concepts de l'interconnexion

- ▶ A l'intérieur de chaque réseau, les noeuds utilisent la technologie spécifique de leur réseau (Ethernet, X25, etc)
- ▶ Le logiciel d'interconnexion (couche réseau) encapsule ces spécificités et offre un service commun à tous les applicatifs, faisant apparaître l'ensemble de ces réseaux disparates comme un seul et unique réseau.



Vue utilisateur



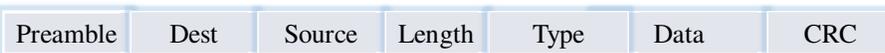
Vue réelle du réseau

---

## 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)

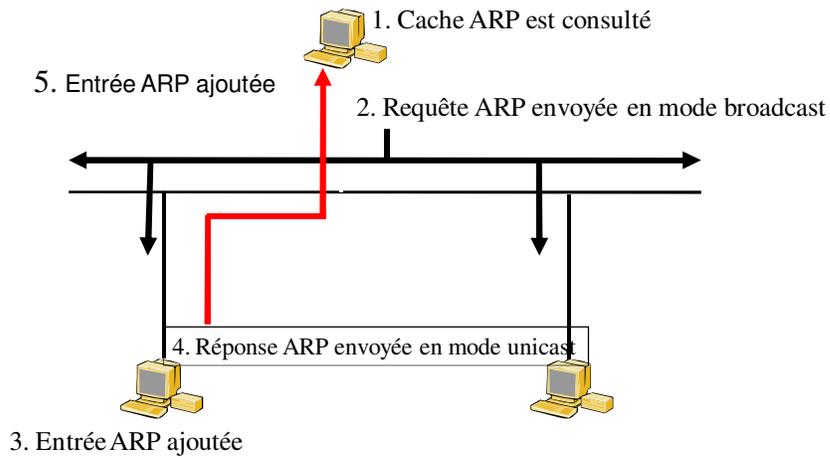
## Ethernet/IP Address Resolution

- ▶ 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:
  1. La réponse est stockée dans la table ARP pour une utilisation future;
  2. Les entrées obsolètes sont retirées après un certain temps (notion de timeout)

## Procédure ARP (requête)



AfNOG09- Atelier SIF – Cairo, 10 - 22 Mai 09

## Trame ARP

- ▶ message ARP est encapsulé dans une trame Ethernet

Dest Addr	Source Addr	Frame Type	Frame Data
		0x806	Arp Message