

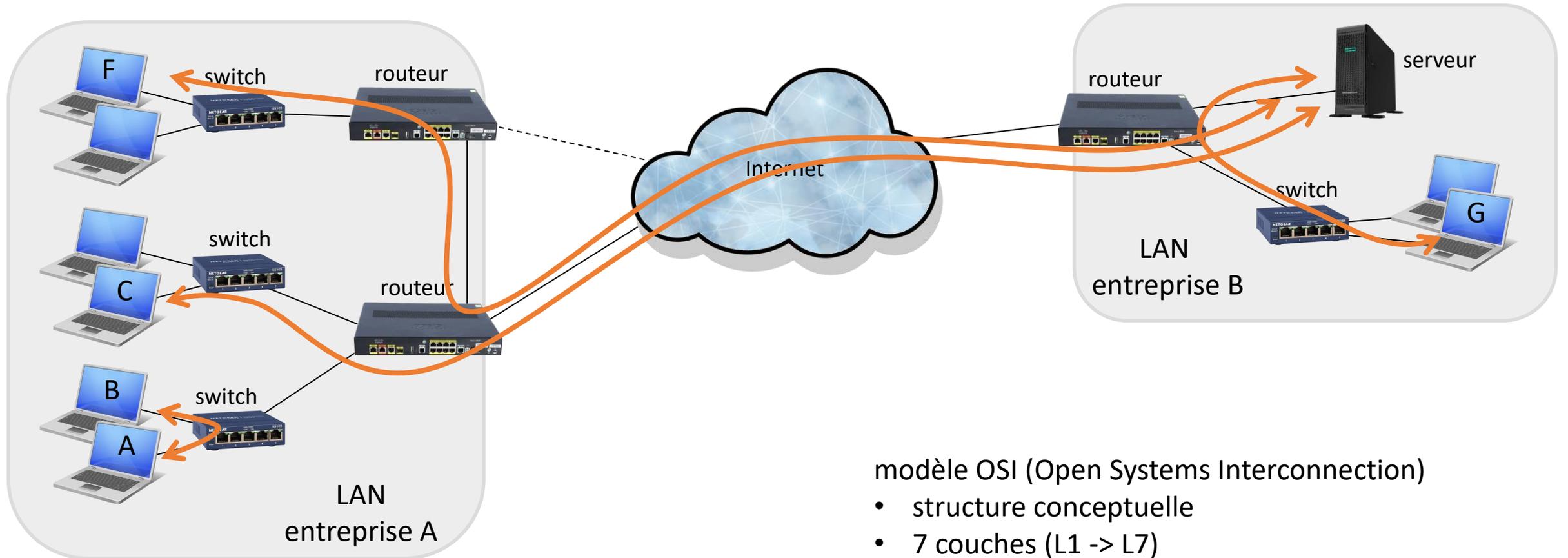
Architecture réseaux

Modèle OSI

Encapsulation / Désencapsulation

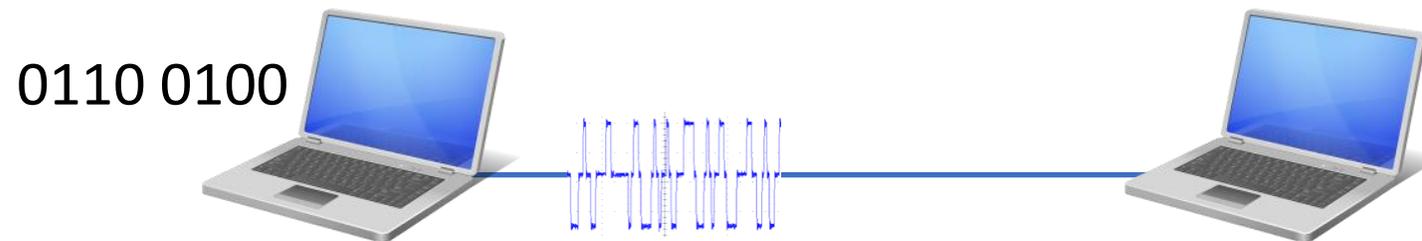
Protocole ARP

Objectif du cours



Communication entre 2 machines

- Objectif = envoyer des informations d'un poste vers un autre.



- Fonctionnalités utilisées
 - 1- Un moyen d'envoyer des signaux : **support physique**
 - 2- Convertir l'information en signal : **codage**

Couche Physique du modèle OSI

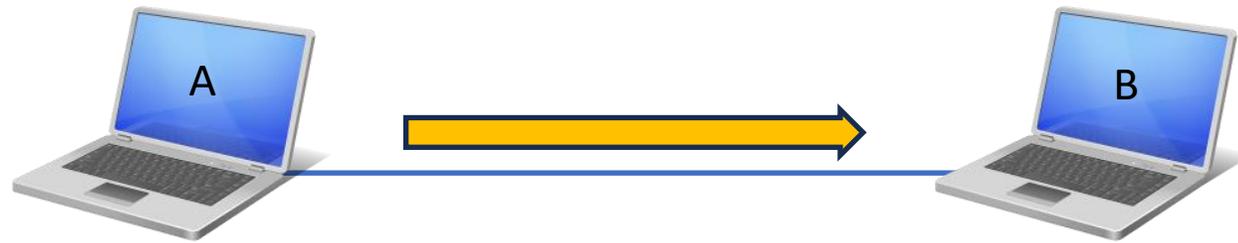
L1

- Exemples d'équipements
 - Cartes réseau, switches, Point d'accès Wifi, ONT



1 : PHYSIQUE

Signal dans la couche physique



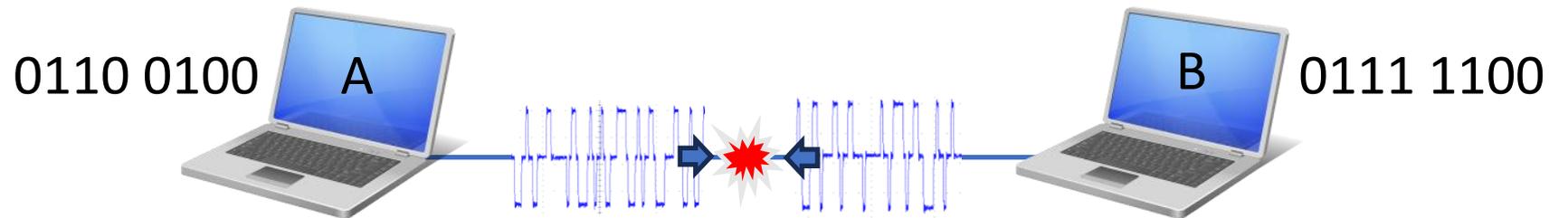
Couche Physique du modèle OSI

- Tout équipement n'est relié à un autre équipement que par la couche physique.
- Le rôle de la couche 1 consiste à transférer des **bits** individuels sur le support, sans se soucier du sens ou de la signification des données.
- La couche 2 (qui s'appuie sur la couche 1) peut gérer la transmission d'octets sans se préoccuper du codage, des niveaux électriques, des fréquences ou des longueurs d'onde.

Communication entre 2 machines

L2

- Objectif = échanger des informations entre 2 postes.

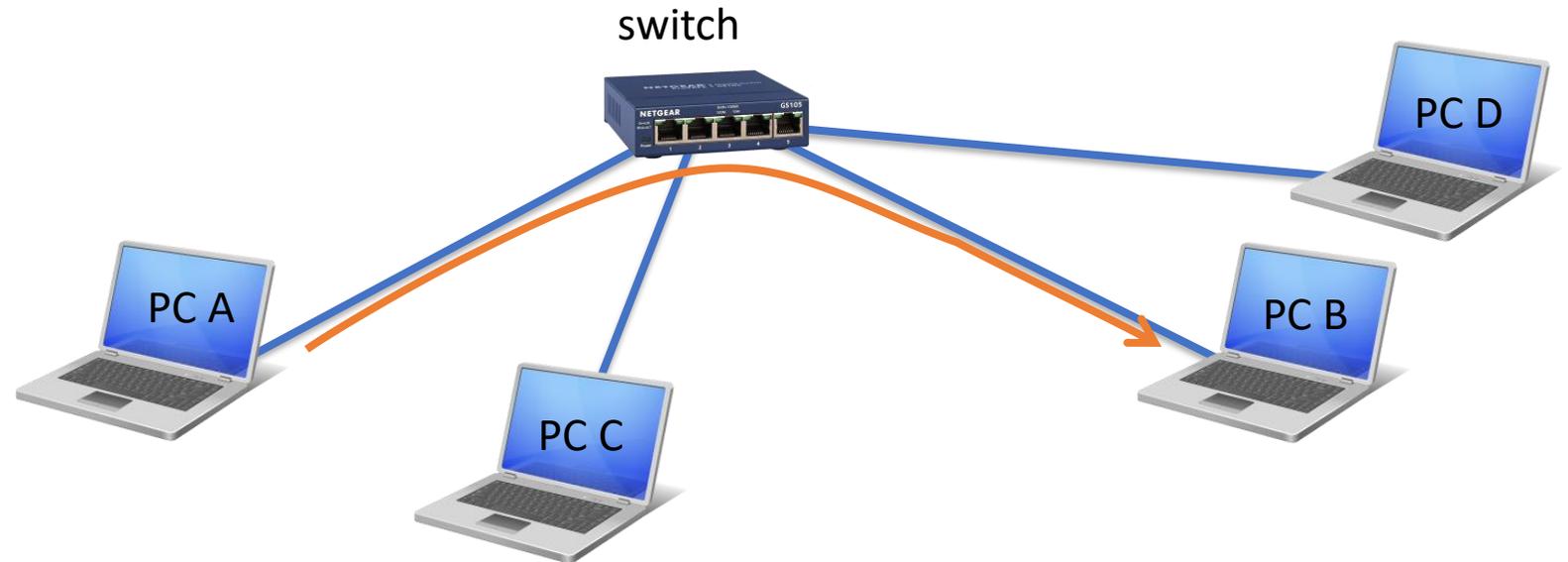


- Fonctionnalités utilisées
 - 3- Gérer l'accès concurrentiel au support partagé (éviter les collisions) : **contrôle d'accès au support**.
 - 4- S'assurer que l'information est envoyée correctement : **contrôle des erreurs**.

Communication entre plusieurs machines

L2

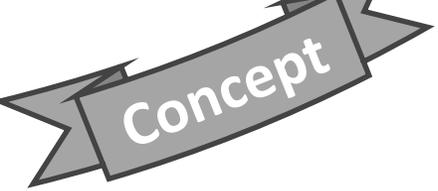
- Objectif = échanger des informations correctes entre plusieurs postes.



- Fonctionnalités utilisées

5- Connecter plus de 2 machines - **commutation**.

6- Identifier une machine dans un réseau - **adresse physique**



Adresse MAC – Adresse IP



```
C:\Users\philippe>ipconfig /all
```

```
Carte Ethernet Ethernet :
```

```
Suffixe DNS propre à la connexion. . . . :  
Description. . . . . : Intel(R) Ethernet ...etc...  
Adresse physique . . . . . : E8-D8-D1-DC-A6-1E  
DHCP activé. . . . . : Oui  
Configuration automatique activée. . . . : Oui  
Adresse IPv4. . . . . : 192.168.124.44(préfééré)  
Masque de sous-réseau. . . . . : 255.255.255.0  
Bail obtenu. . . . . : dimanche 17 ...etc...  
Bail expirant. . . . . : dimanche 17 ...etc...  
Passerelle par défaut. . . . . : 192.168.124.254  
Serveur DHCP . . . . . : 192.168.124.254  
Serveurs DNS. . . . . : 192.168.124.254  
                        1.1.1.1  
                        8.8.4.4  
NetBIOS sur Tcpi. . . . . : Activé
```

```
Carte réseau sans fil Connexion au réseau local* 1 :  
...etc...
```

Adresse MAC – Adresse IP



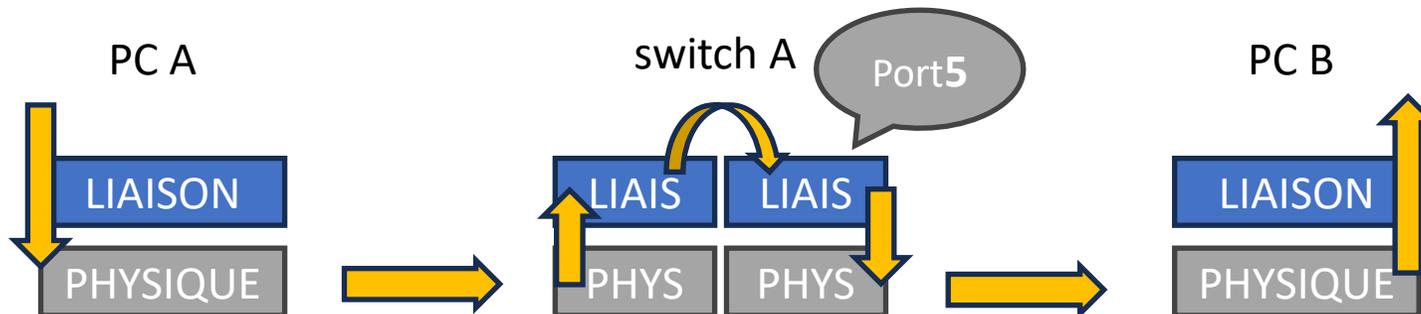
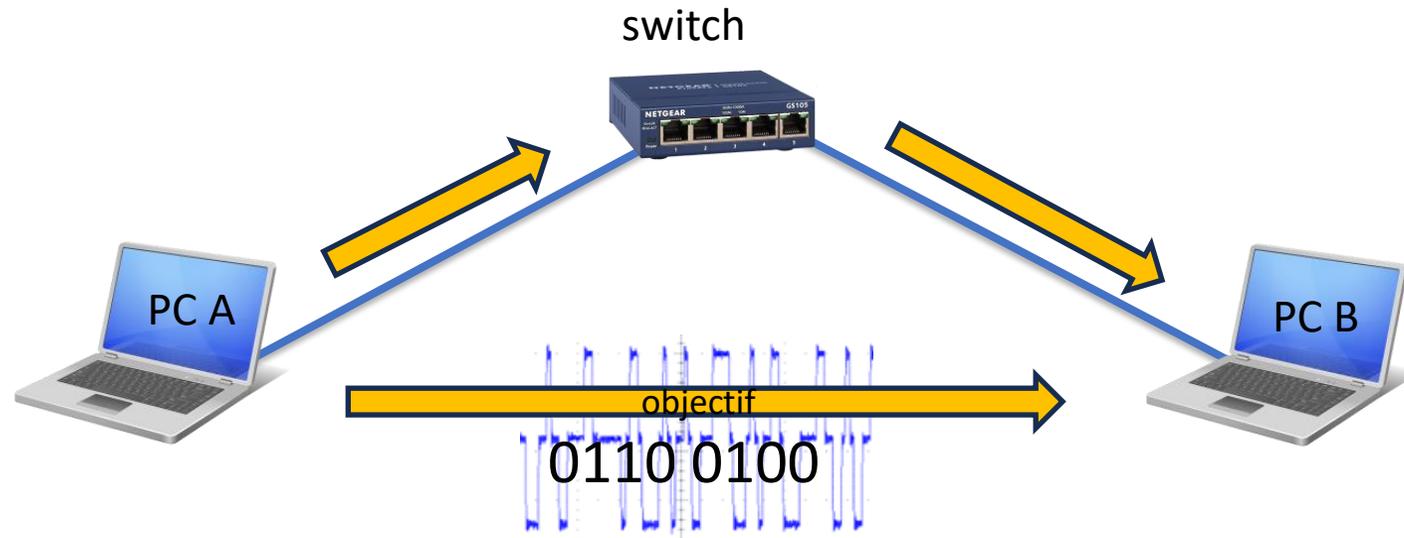
```
ifconfig eno1
```

```
eno1: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
    inet 192.168.124.250 netmask 255.255.255.0 broadcast 192.168.124.255
    inet6 fe80::2ef0:5dff:fed3:a0af prefixlen 64 scopeid 0x20<link>
    inet6 2a01:e0a:19d:aa70:2ef0:5dff:fed3:a0af prefixlen 64 scopeid 0x0<global>
    ether 2c:f0:5d:d3:a0:af txqueuelen 1000 (Ethernet)
    RX packets 24260595 bytes 16427547564 (16.4 GB)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 22368799 bytes 12299933407 (12.2 GB)
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0
    device interrupt 16 memory 0xa3400000-a3420000
```

```
ip a
```

```
2: eno1: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc fq_codel state UP group default qlen 1000
    link/ether 2c:f0:5d:d3:a0:af brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 192.168.124.250/24 brd 192.168.124.255 scope global dynamic eno1
        valid_lft 31108sec preferred_lft 31108sec
    inet6 2a01:e0a:19d:aa70:2ef0:5dff:fed3:a0af/64 scope global dynamic mngtmpaddr
        valid_lft 85893sec preferred_lft 85893sec
    inet6 fe80::2ef0:5dff:fed3:a0af/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever
```

Commutation de niveau 2



Couche Liaison de données du modèle OSI

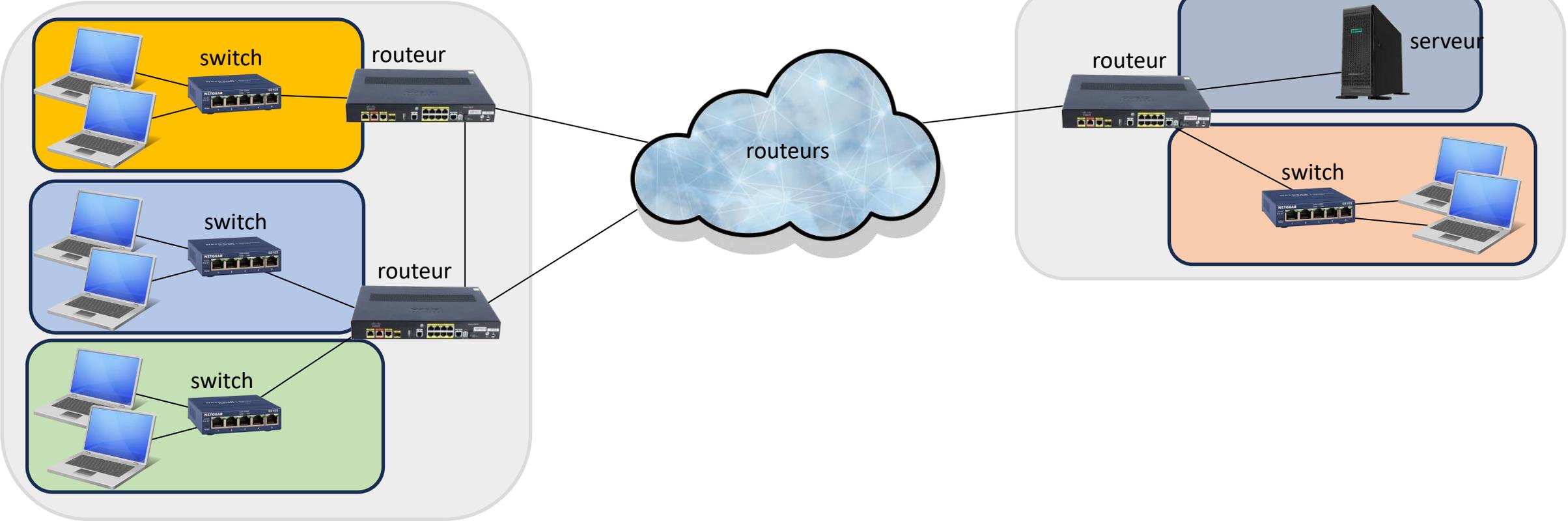
L2

- La couche liaison de données est responsable de la transmission fiable des données entre les équipements **sur un même réseau physique**.
- Cette couche fonctionne avec des **adresses MAC** (Media Access Control) pour identifier les appareils sur le réseau local.
- La couche 3 (qui s'appuie sur la couche 2) peut considérer que les postes sont accessibles et différenciés sur le réseau physique

LIAISON

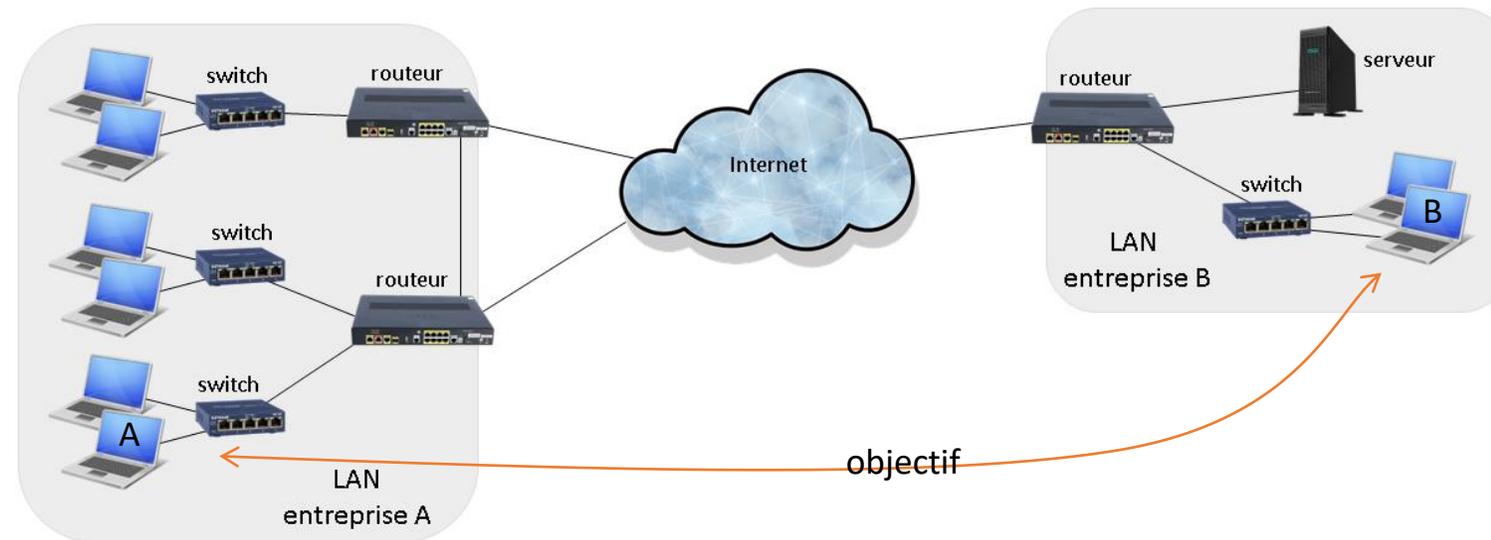
PHYSIQUE

réseau physique (L2)



Communication entre plusieurs réseaux physiques

- Objectif = échanger des informations des postes distants.

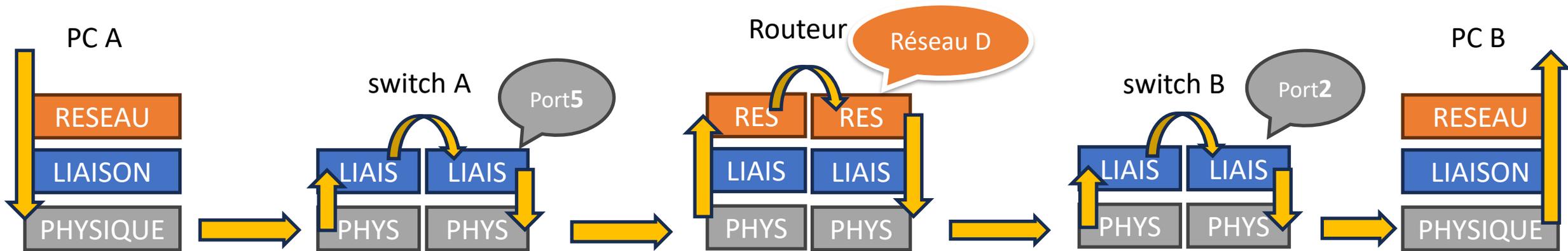
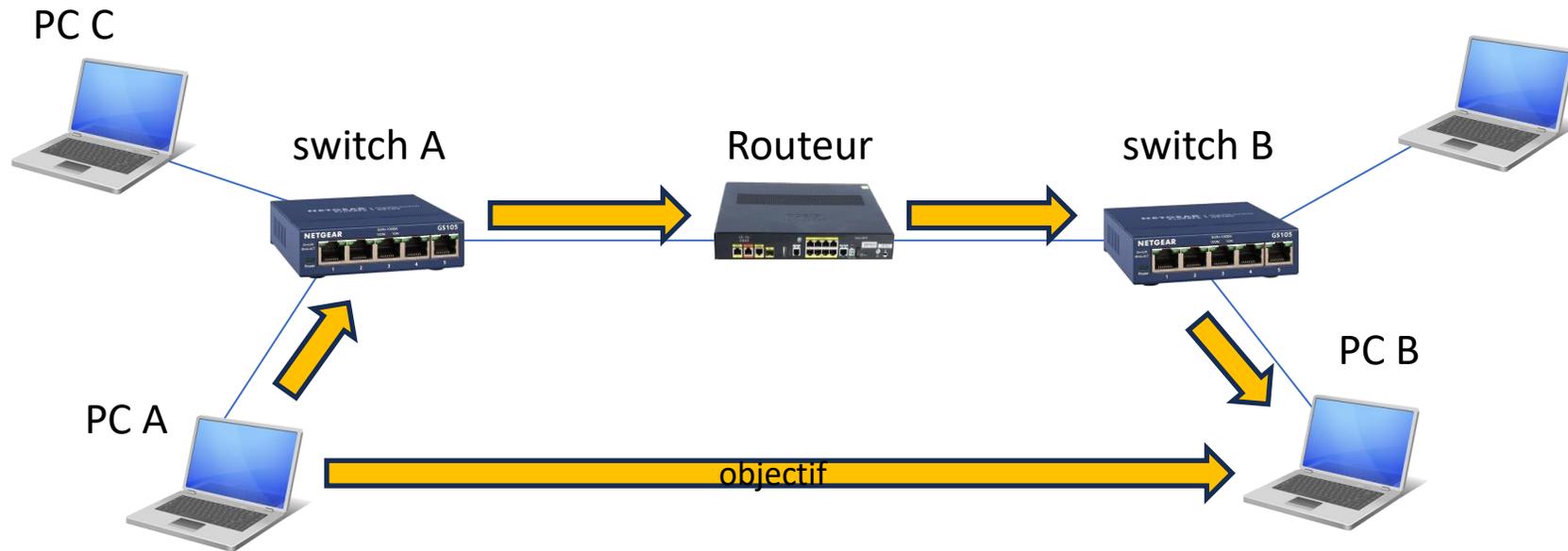


- Fonctionnalités utilisées

7- Interconnecter différents réseaux et machines - **adressage logique**

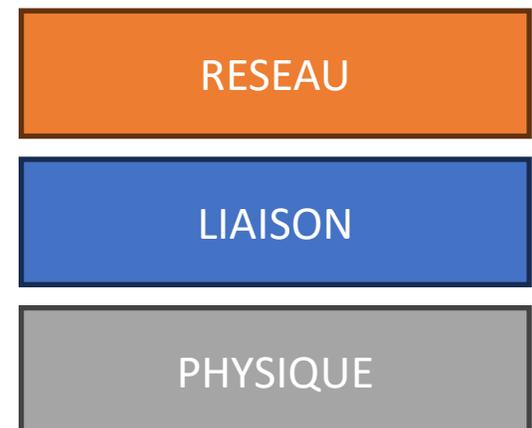
8- Acheminer l'information à la bonne destination - **routage**

Commutation de niveau 2 et 3

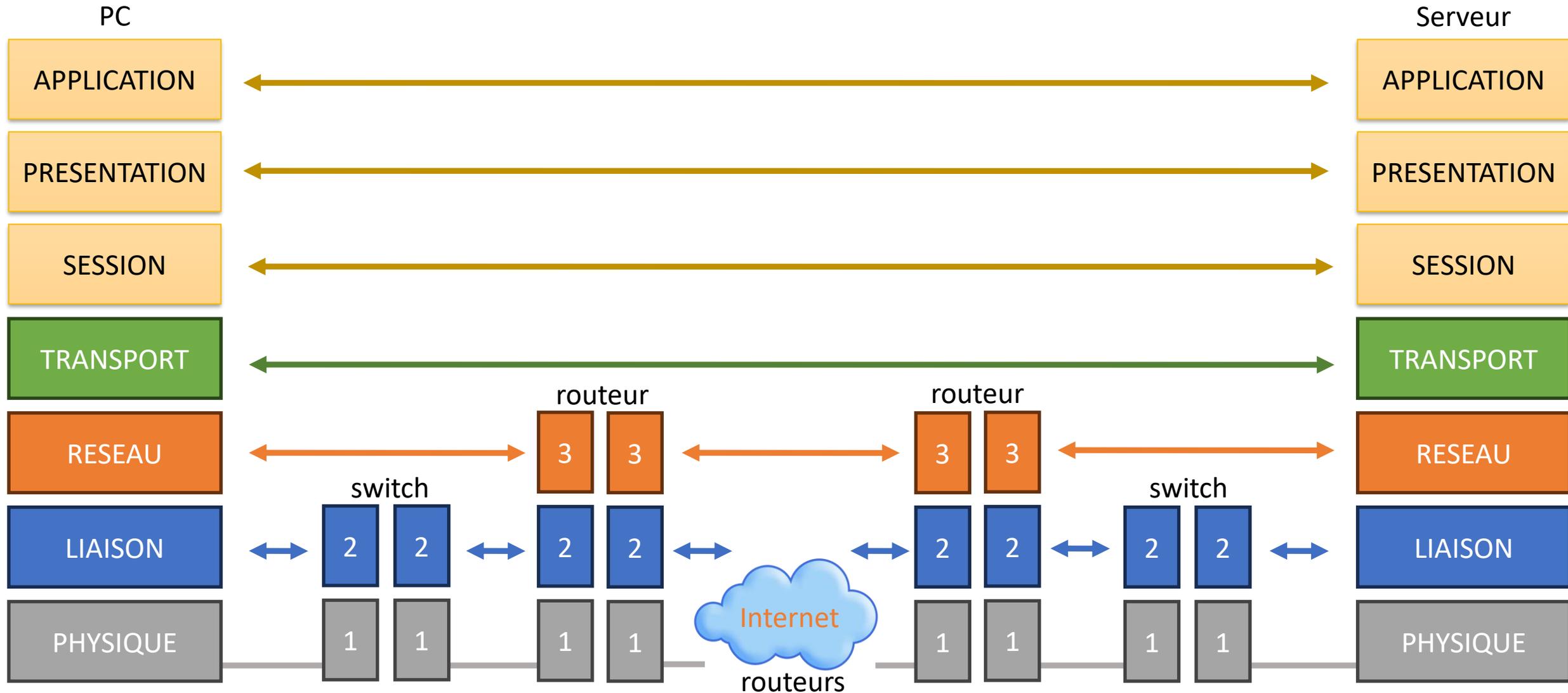


Couche Réseau du modèle OSI

- La couche réseau permet d'atteindre un poste précis, qu'il soit dans le réseau local ou pas.
- La couche 4 (qui s'appuie sur la couche 3) va pouvoir faire abstraction des réseaux physiques et considérer que 2 adresses IP sont joignables sous réserve de
 - routage bien paramétré
 - contraintes d'adresse IP privée / publique *
- Le **routage** implique la sélection des meilleurs itinéraires, tandis que la **commutation** concerne la transmission des paquets entre les différents segments du réseau.

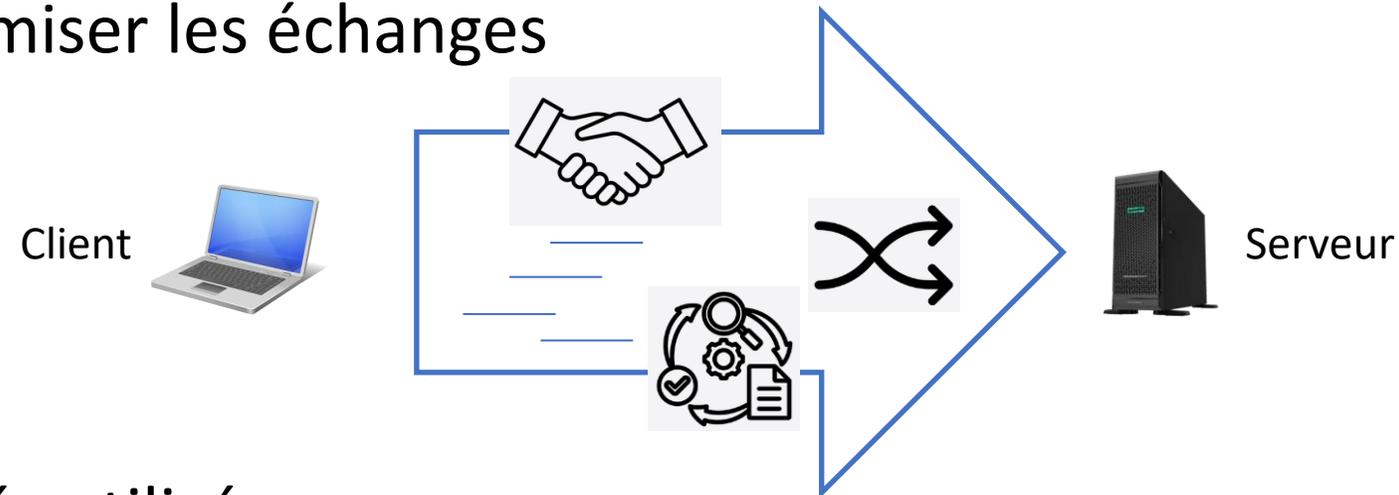


vue d'ensemble OSI



Organiser les données échangées

- Objectif = optimiser les échanges



- Fonctionnalités utilisées

10- Maintenir un échange de messages – **connexion**

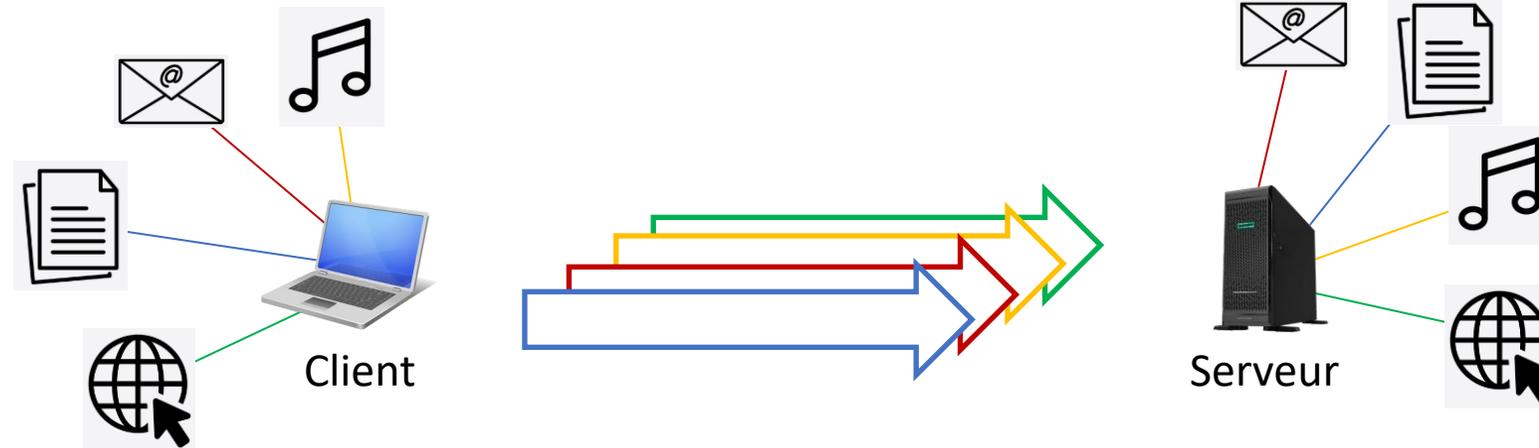
11- Gérer la quantité d'informations envoyées en fonction des récepteurs et de la capacité du réseau - **contrôle du flux**.

12- Assurer le séquençage des messages - **contrôle des séquences**

13- Assurer l'arrivée de l'ensemble du message – **retransmission**

Organiser les données échangées

- Objectif = optimiser les échanges



- Fonctionnalités utilisées

14- Délivrer le message à l'application correspondante - **multiplexage** à l'aide de ports

Couche Transport du modèle OSI

L4

- La couche transport est responsable de la gestion du transport des données de bout en bout entre les applications.
- Il existe 2 grand protocoles dans la couche transport :
 - TCP
 - UDP
- Les ports définissent quelles sont les applications concernées
- Un **serveur** reste à l'écoute d'un port (ou plusieurs) et est en attente de connexions clients.
- Un **client** est à l'origine d'une requête à destination du serveur et sur un port préalablement défini.
- Une fois la requête traitée, le serveur enverra sa réponse au client.



Couche Session du modèle OSI

les couches 1 à 4 concernent les métiers du réseau.

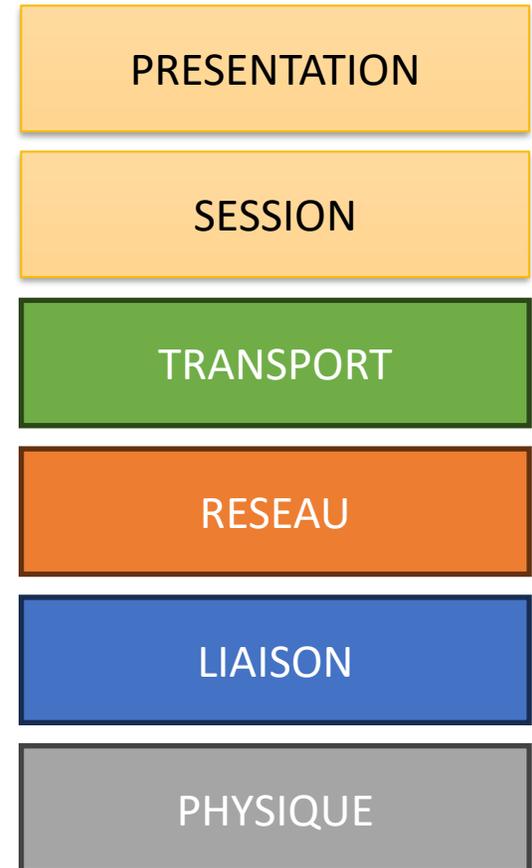
les couches 5, 6 et 7 concernent ceux du système et du développement ...

- La couche session établit, maintient et termine les sessions de communication entre les applications.
- Elle facilite la synchronisation des données et fournit des mécanismes pour gérer les dialogues entre les processus applicatifs sur différentes machines.



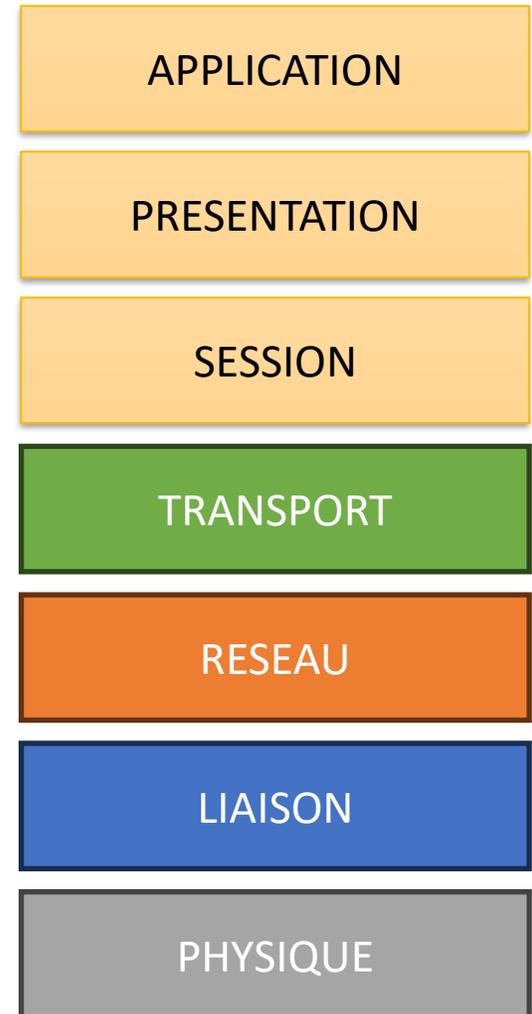
Couche Présentation du modèle OSI

- Pour garantir que les clients et serveurs peuvent comprendre les informations échangées, la couche présentation est responsable
 - de la conversion,
 - de la compression
 - du chiffrement des données.
- Elle s'occupe de l'encodage et du décodage des formats de données afin que les différentes machines puissent échanger des informations malgré leurs différences de représentation interne.

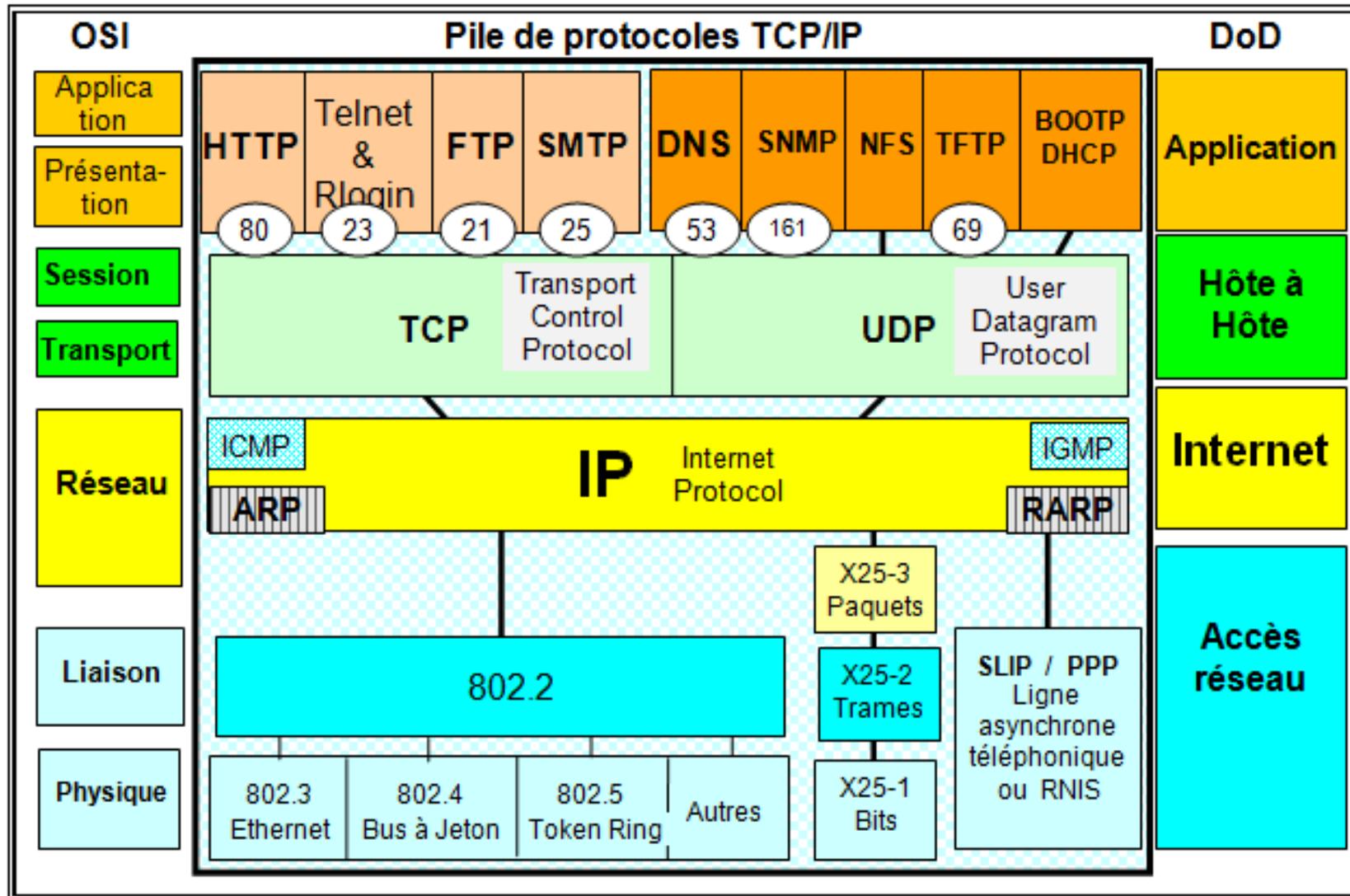


Couche Application du modèle OSI

- La couche application est la couche la plus haute du modèle OSI.
- Elle fournit une interface aux applications utilisateurs pour accéder aux services réseau, tels que
 - le courrier électronique (SMTP),
 - le transfert de fichiers (FTP),
 - la navigation web (HTTP),
 - etc...
- Les protocoles de cette couche sont spécifiques aux besoins des applications et des utilisateurs.



OSI vs DoD et protocoles

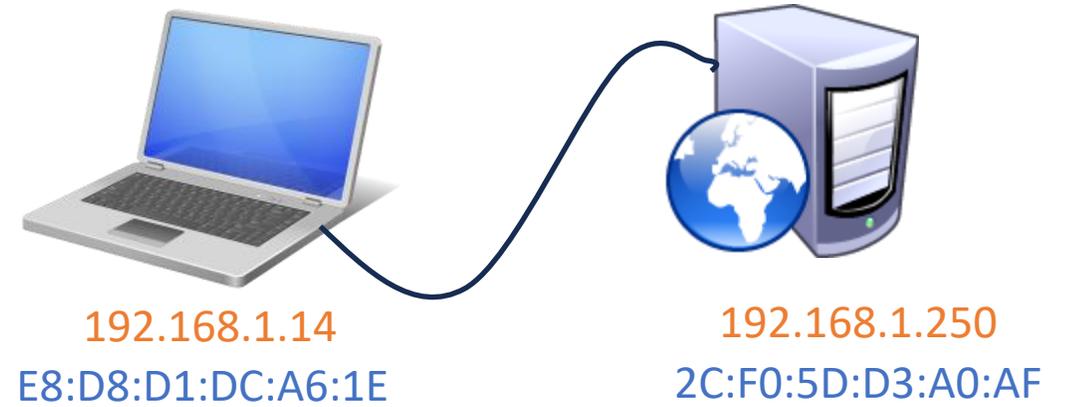
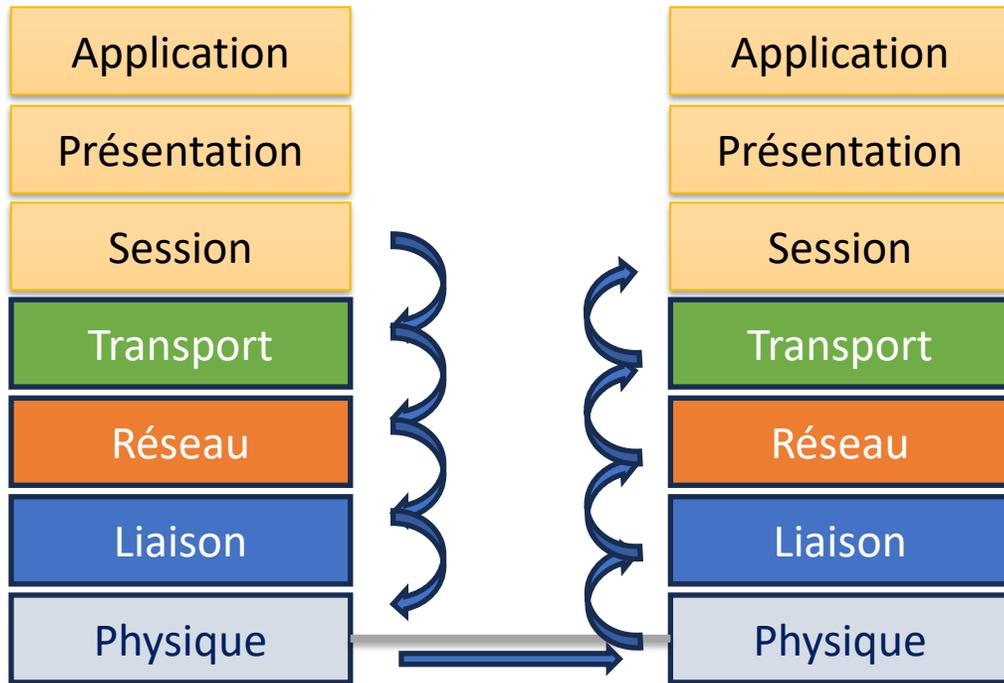


Encapsulation / source / destination

- Récapitulation :
- En couche Liaison ce sont les adresses MAC qui identifient les machines dans le réseau physique (commutation).
- En couche Réseau, ce sont les adresses IP qui identifient les machines dans un même réseau ou un réseau éloigné (routage).
- En couche Transport, ce sont les ports qui déterminent quelle application est concernée par les données (multiplexage).

- Lorsqu'une requête est envoyée par un client, il faut qu'elle contienne toutes les informations nécessaires à son acheminement et à l'acheminement de la réponse du serveur.
- On a donc des adresses ou ports, source et destination

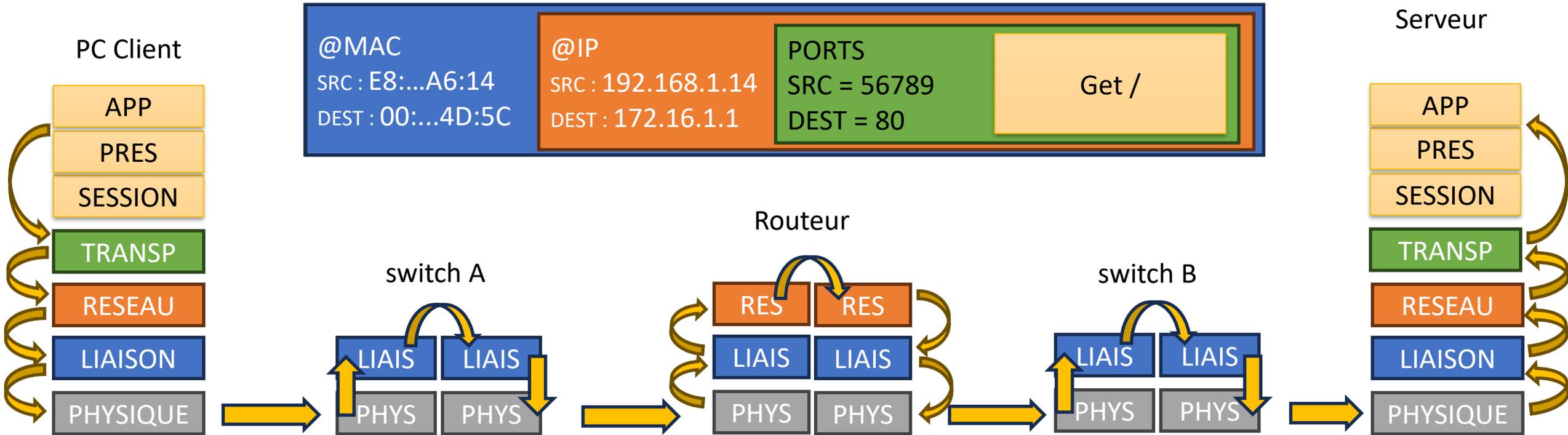
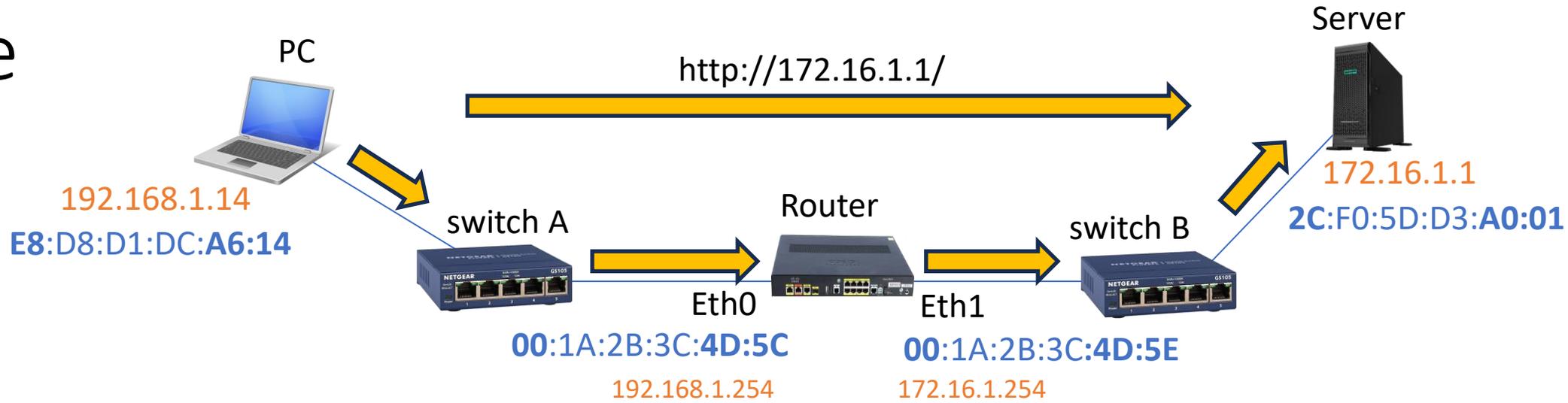
Principes d'encapsulation / désencapsulation



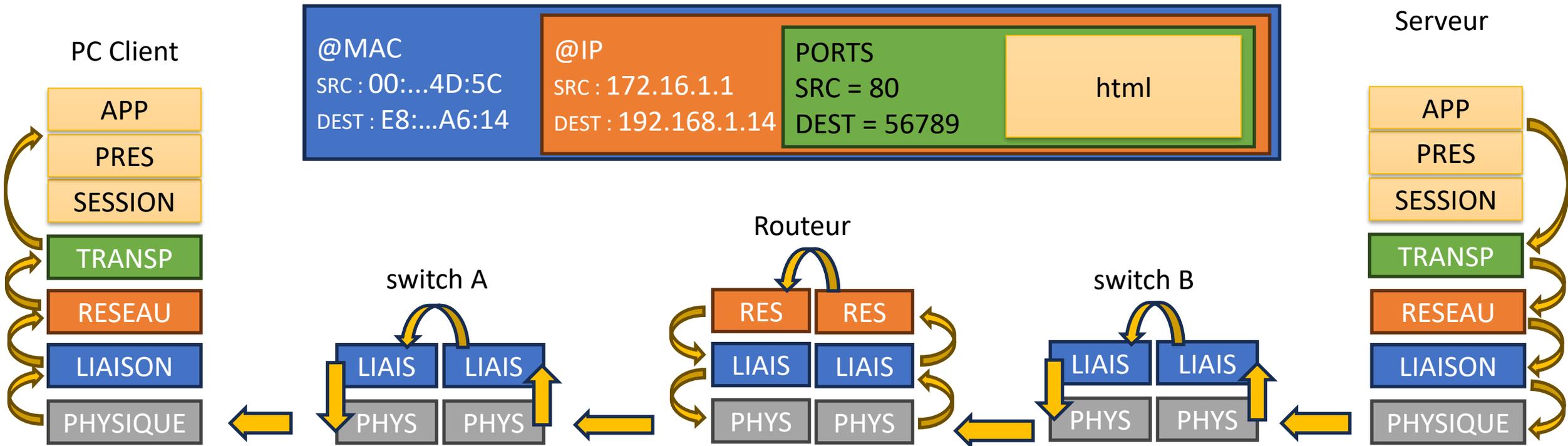
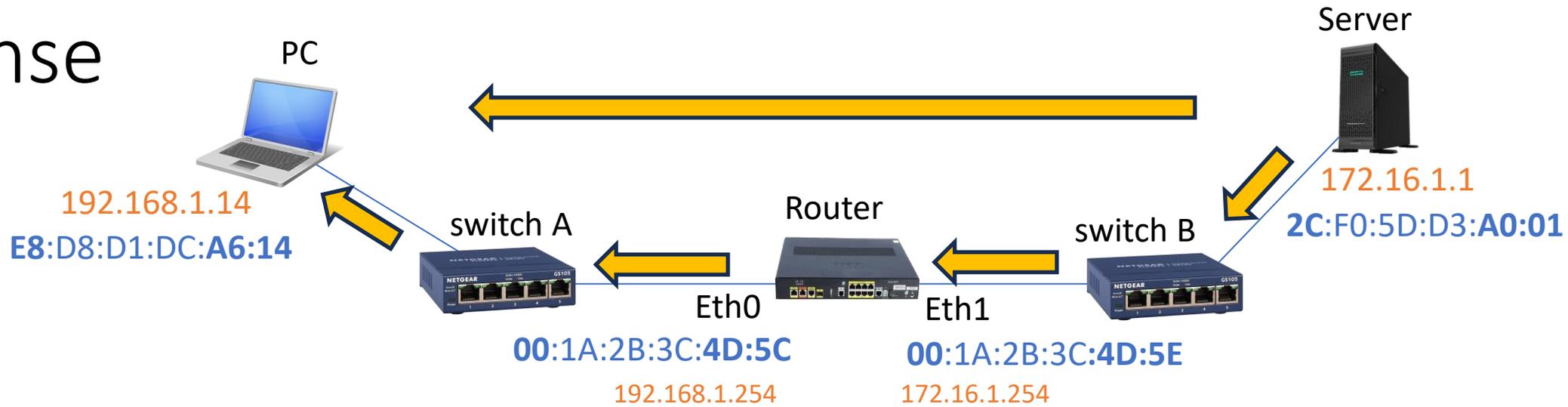
Segmentation (TCP, UDP, IP) et encapsulation (Ethernet, PPP, HDLC, etc.)



Requête web

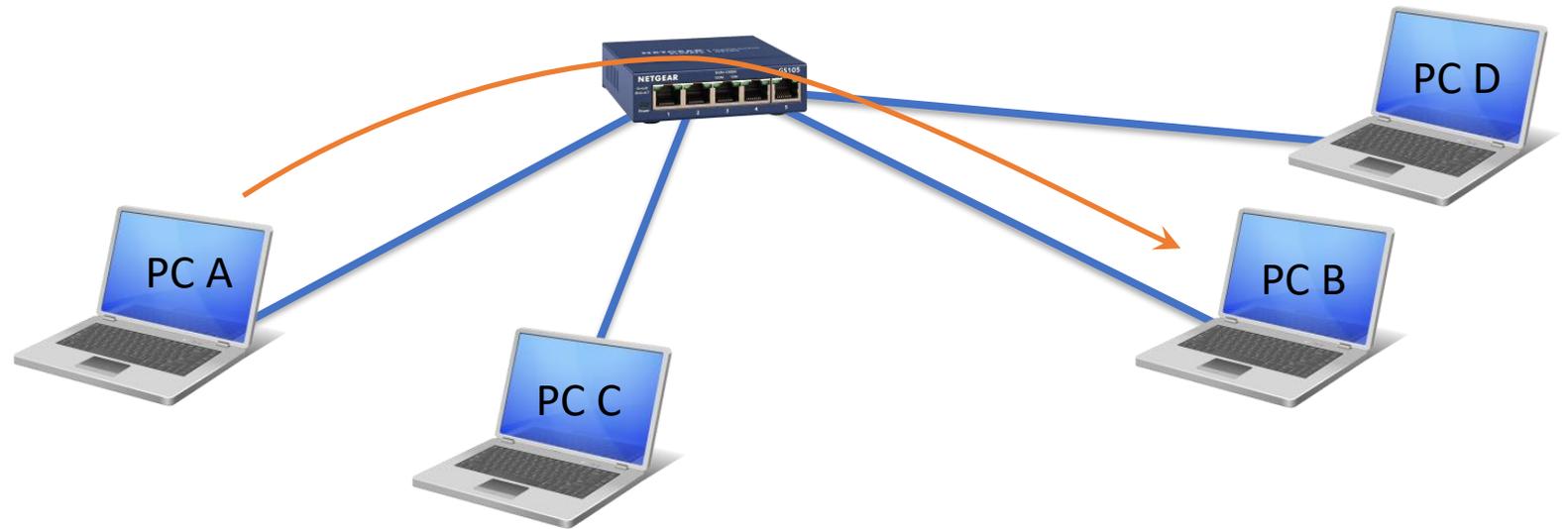


Réponse web



Problématique à l'encapsulation ...

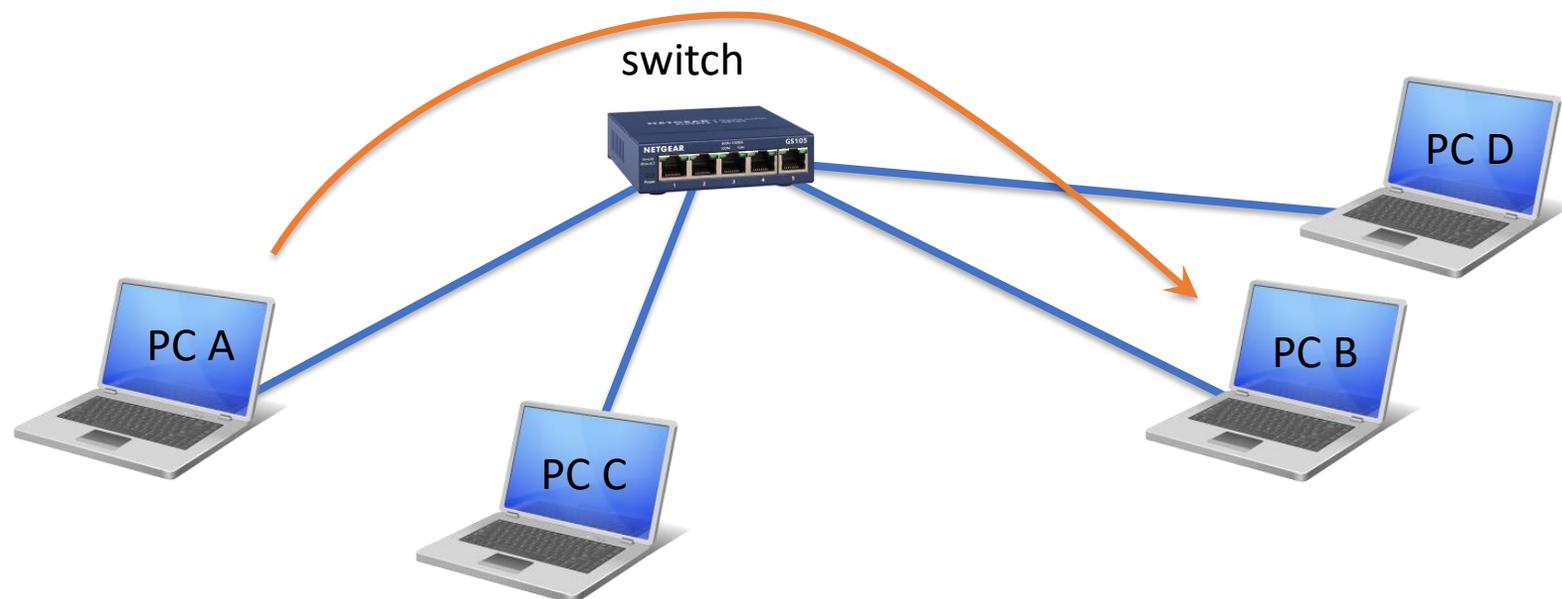
- Je connais l'adresse IP du poste B
- Pour lui envoyer un message, mon PC doit encapsuler le datagramme IP (contenant le message) dans une trame Ethernet (avec l'adresse MAC de destination)
- Mais je ne connais pas l'adresse MAC du poste B ...



transmission unicast (uni-diffusion)

- unicast

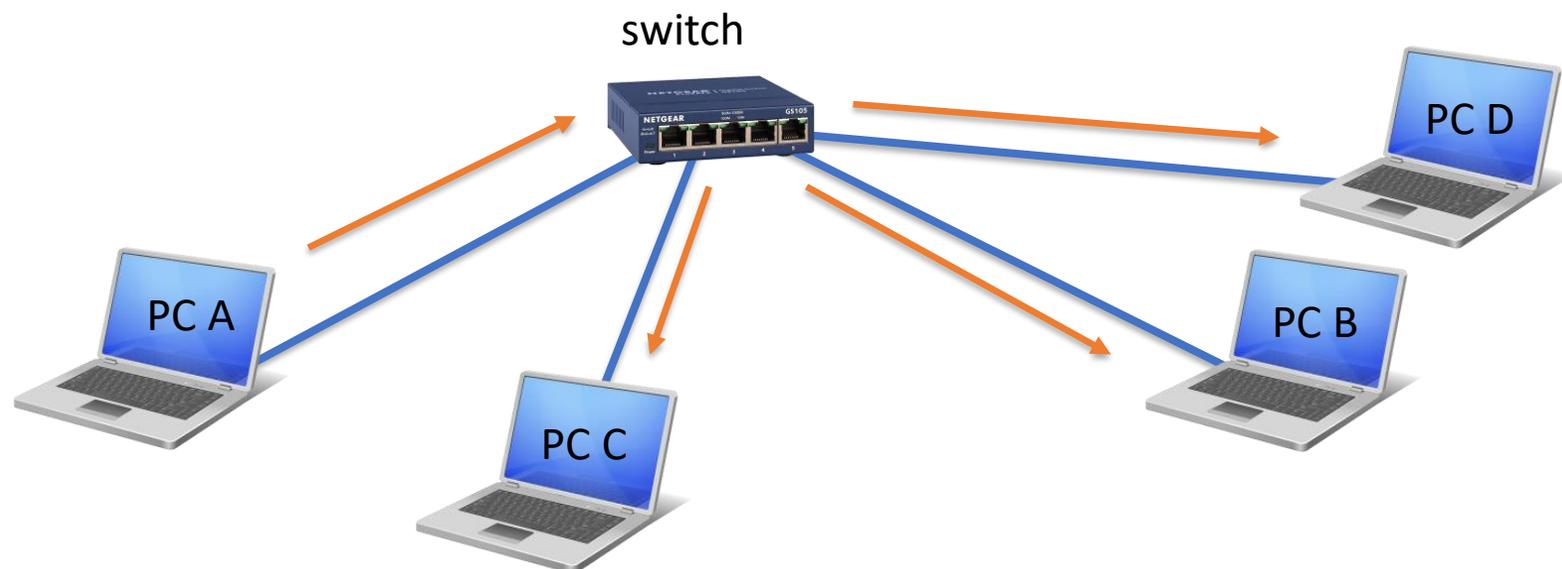
- communication individuelle et directe
- un seul destinataire identifié par son adresse MAC (ou IP)
- les données ne sont pas partagées avec les autres postes



transmission broadcast (multi-diffusion)

- broadcast

- communication vers tous les dispositifs présents sur le réseau.
- L'adresse MAC de broadcast est FF:FF:FF:FF:FF:FF
- L'adresse IP de broadcast peut être 255.255.255.255
- pour envoyer des messages d'initialisation, des annonces réseau ou d'autres informations générales à tous les dispositifs connectés



- Problèmes :

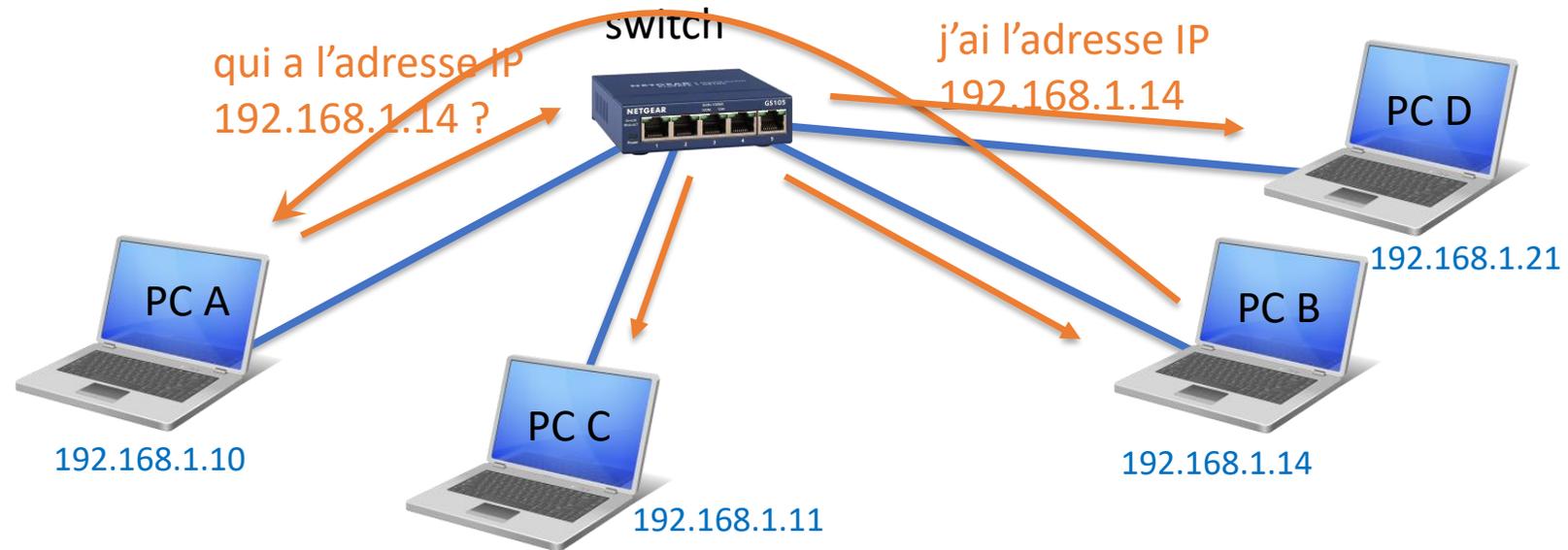
- Sécurité
- Occupation de bande passante

autres transmissions en multi-diffusion

- diffusion multicast :
 - Envoi de données à un groupe sélectionné de destinataires qui s'intéressent à ces données spécifiques.
 - Les destinataires sont identifiés par une adresse multicast.
 - Pour économiser la bande passante
- diffusion anycast :
 - un paquet de données est envoyé à l'appareil le plus proche ou le mieux adapté parmi un groupe d'appareils qui partagent la même adresse IP anycast.
 - pour améliorer la disponibilité des services en dirigeant les utilisateurs vers le serveur le plus proche ou le moins chargé.

solution : ARP = Address Resolution Protocol

- Mon PC envoie une requête ARP en broadcast pour demander que le PC qui a l'adresse IP demandée réponde
- PC B répond à la requête en unicast (à destination de mon PC) en encapsulant la réponse avec son adresse MAC
- Mon PC connaît maintenant l'adresse MAC de PC B et va pouvoir envoyer le message



- Les PC peuvent mémoriser l'adresse MAC + l'adresse IP de mon PC puisqu'ils reçoivent la requête ...

Format des trames ARP (protocole)



1. Hardware type : protocole concerné sur la couche n°2 (1 → Ethernet, 19--> ATM) - 2 octets
2. Protocol type : protocole concerné sur la couche n°3 (0x800 → IP) - 2 octets
3. Hardware address length : taille de l'adresse matérielle - 1 octet
4. Protocol address length : taille de l'adresse logicielle (IPv4) - 1 octet
5. Opcode : type de message ARP (1 → request, 2 → reply) - 2 octets
6. Source hardware address : adresse mac source - 6 octets
7. Source protocol address : adresse ip source - 4 octets
8. Destination hardware address : adresse mac de destination - 6 octets
9. Destination protocol address : adresse ip de destination - 4 octets

Trames ARP (de l'exemple)



@MAC = d4:5d:64:25:ae:5d
@IP = 192.168.1.10



@MAC = 98:f2:b3:f0:87:ee
@IP = 192.168.1.14

Requête ARP « qui a l'adresse IP 192.168.1.14 ? »

1	800	6	4	1	d4:5d:64:25:ae:5d	192.168.1.10	FF:FF:FF:FF:FF:FF	192.168.1.14
---	-----	---	---	---	-------------------	--------------	-------------------	--------------

Réponse ARP « j'ai l'adresse IP 192.168.1.14 . »

1	800	6	4	2	98:f2:b3:f0:87:ee	192.168.1.14	d4:5d:64:25:ae:5d	192.168.1.10
---	-----	---	---	---	-------------------	--------------	-------------------	--------------