

# Réseaux et systèmes répartis

- Crédits : 4
- Coefficient : 2

# ***Objectifs et prés requis***

- L'objectif visé est de permettre à l'étudiant de maîtriser le concept réseau de son volet pratique, de lui permettre d'appréhender son organisation physique et logique et aussi de pratiquer les réseaux en terme de programmation et d'administration.
- Les prés requis de ce module relèvent des connaissances et concepts acquis au niveau de la deuxième année Licence Informatique en particulier les modules Réseaux et système d'exploitation.

# ***Contenu de la matière***

## **Partie 1**

1. Rappels relatifs aux technologies de base des réseaux informatiques, Motivations des systèmes Réseaux
2. Topologie d'interconnexion
3. Mise en oeuvre de la communication
4. Internet et protocoles de l'Internet ( l'architecture TCP/IP)
5. Administration et supervision des réseaux

# ***Contenu de la matière***

## **Partie 2**

1. Problèmes fondamentaux dans les systèmes répartis
2. Architecture client/serveur
3. Les mécanismes transactionnels du client/serveur
4. Les middlewares
5. RPC (Remote Procedure Call). Construction d'application avec RPC
6. RMI (Remote Method Invocation). Construction d'application avec Java RMI
7. Architecture CORBA. Construction d'application avec CORBA
8. Modèle d'application n-tier. J2EE et JavaBeans
9. RDA (Remote Data Access)
10. Les WebServices

# *Références*

- Bryant & O'Hallaron, Computer Systems: A Programmer's Perspective, Prentice Hall, 2003 (chapitres 8, 10, 11, 12)
- J.-M. Rifflet & R. Yunès, Unix : programmation et communication, Dunod, 2003 (chapitres 11, 13, 14, 15, 18, 19)
- Kurose & Ross, Computer Networking, Addison-Wesley, 2000 (les premiers chapitres)

# ***Plan du cours***

- Chapitre 1 : Rappels relatifs aux réseaux informatiques
- Chapitre 2 : Routage & Adressage IP
- Chapitre 3 : Protocoles de Transport
- Chapitre 4 : Couche Application
- Chapitre 5 : Introduction aux Systèmes Répartis
- Chapitre 6 : Horloges logiques
- Chapitre 7 : Architecture client/serveur
- Chapitre 8 : Les middlewares

Chapitre 1 :

# **Rappels relatifs aux réseaux informatiques**

# ***Réseau de communication***

- Définition :

Un réseau de communication est constitué d'un ensemble de **liaisons** de données et de **nœuds**. Il constitue l'ensemble des ressources mises à la disposition des équipements terminaux pour échanger des informations

– Informations échangées : signes, signaux, écrits, images, sons ou renseignements de toute nature

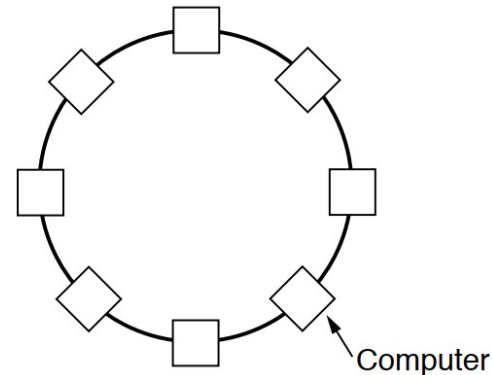
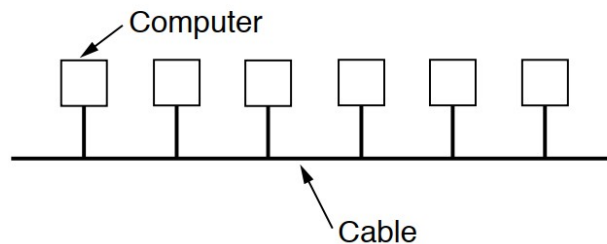


# ***Classification des réseaux***

- Selon la notion d'étendue géographique
  - Les réseaux personnels (*PAN : Personal Area Network*)
    - d'une étendue de l'ordre d'une dizaine de mètres
  - Les réseaux locaux (*LAN : Local Area Network*)
    - d'une étendue de l'ordre d'une centaine de mètres
    - partage local de ressources informatiques (matérielles ou logicielles)
    - offrent des débits élevés
  - Les réseaux métropolitains (*MAN : Metropolitan Area Network*)
    - d'une étendue de l'ordre d'une centaine de kilomètres
    - généralement utilisés pour fédérer les réseaux locaux
  - Les réseaux étendus (*WAN : Wide Area Network*)
    - assurent généralement le transport d'information sur de grande distance

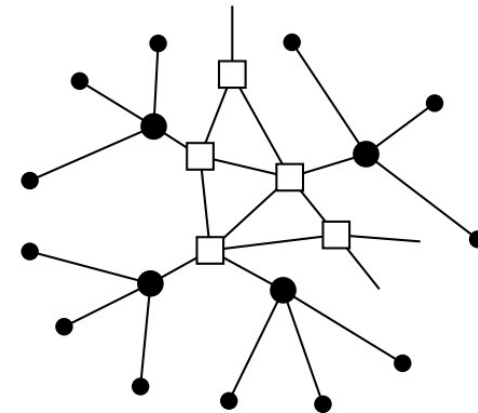
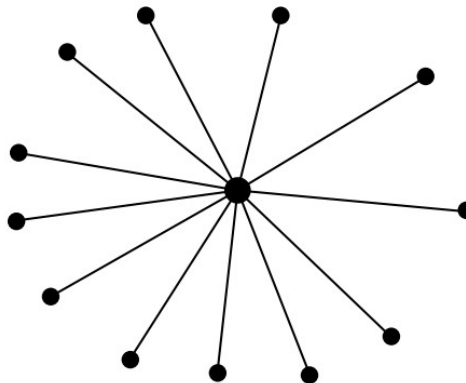
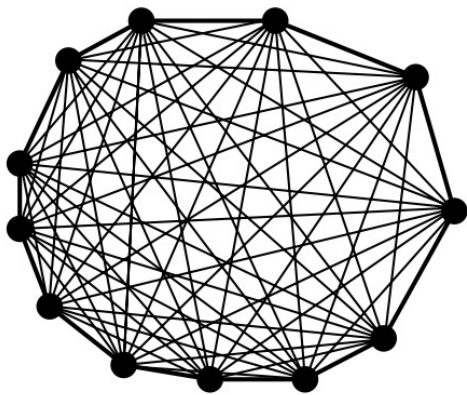
# ***Classification des réseaux***

- Selon les modes de liaisons
  - Réseaux à diffusion
    - n'ont qu'un **seul canal de communication** que toutes les machines partagent (liaison multipoint)
    - problèmes de conflit d'accès qui nécessitent de définir une politique d'accès
    - lorsque une machine envoie un message, ce dernier est **reçu par toutes les machines** du réseau
    - un **champ d'adresse** permet d'identifier le destinataire
      - unicast, multicast ou broadcast



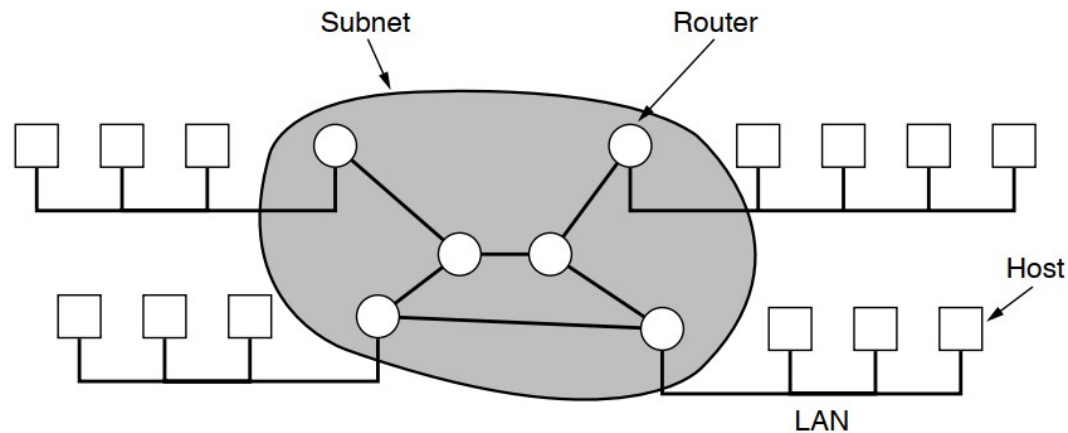
# *Classification des réseaux*

- Réseaux en mode «point à point»
  - formés d'un **grand nombre de connexions** entre les machines prises **deux à deux** (liaisons point à point )
  - La communication est :
    - **directe** si les deux équipements sont connectés entre eux
    - **indirecte** sinon, un message doit passer par une ou plusieurs machines intermédiaires
  - un algorithme de **roulage** est utilisé pour choisir la meilleure route



# ***Classification des réseaux***

- Réseau de grande taille
  - combiner «point-à-point» et «diffusion»
    - diffusion : réseau de petite taille, LAN, *Local Area Network*
      - » Exemple : Ethernet
    - point-à-point : **réseau d'interconnexion**, constitué uniquement de routeur et de ligne de transmission
    - la combinaison des deux : WAN, *Wide Area Network*.

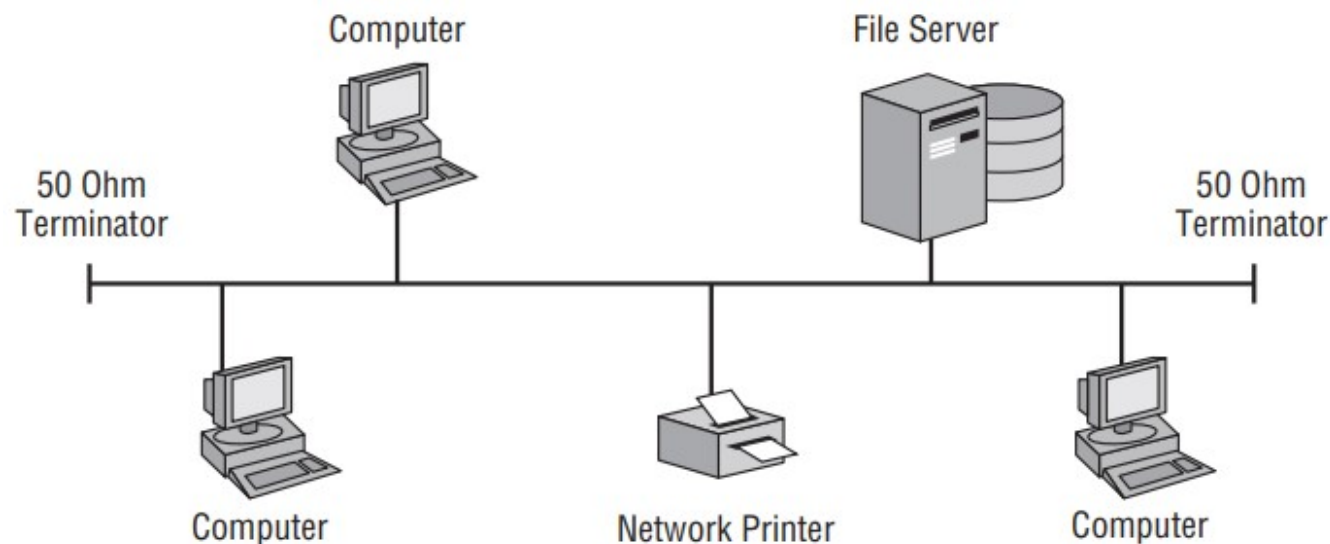


# ***Topologies des réseaux***

- La topologie d'un réseau décrit la manière dont les nœuds sont connectés
  - la **topologie physique**, qui décrit comment les machines sont raccordées au réseau
  - la **topologie logique** qui renseigne sur le mode d'échange des messages dans le réseau (**topologie d'échange**).

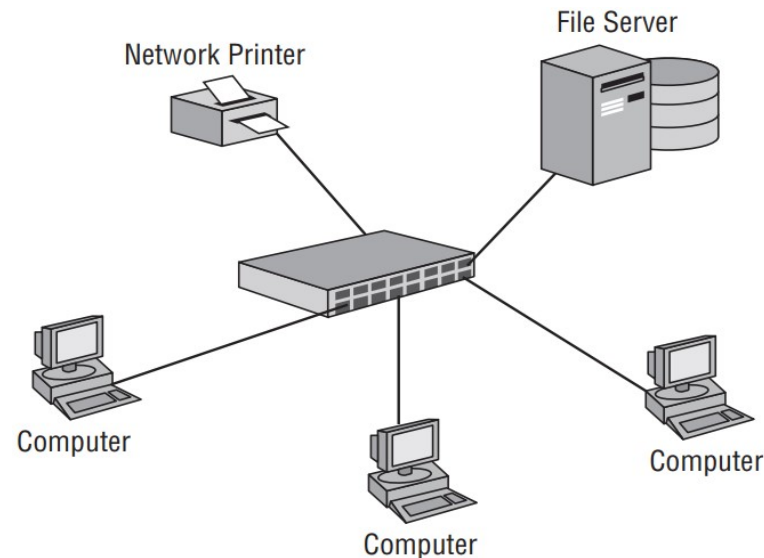
# *Topologies physiques de base*

- Topologie en bus
  - variante de la liaison multipoint
  - l'information émise par une station est diffusée sur tout le réseau
  - réseau à diffusion
  - représentation «conceptuelle» d'un LAN



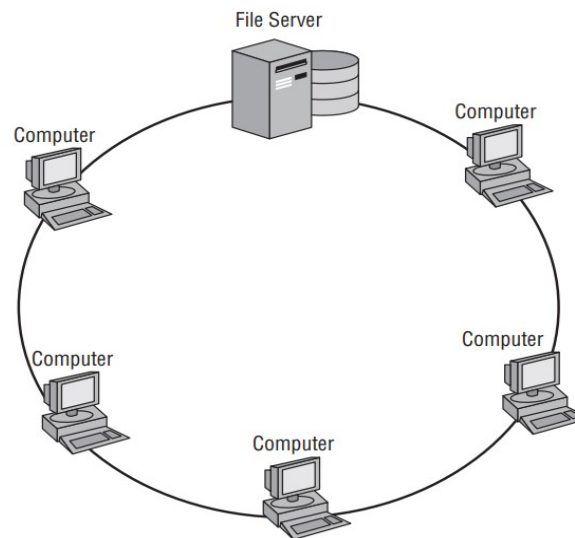
# *Topologies physiques de base*

- Topologie en étoile
  - la topologie la plus courante pour définir un LAN
  - plusieurs matériels connectés à un nœud de connexion central
    - un répéteur multiport «hub» : un seul **domaine de diffusion**
    - un commutateur «switch» ou un point d'accès sans fil : le nœud a la capacité de mettre en relation deux matériels voulant communiquer entre eux (commutation ou «switching»)



# ***Topologies physiques de base***

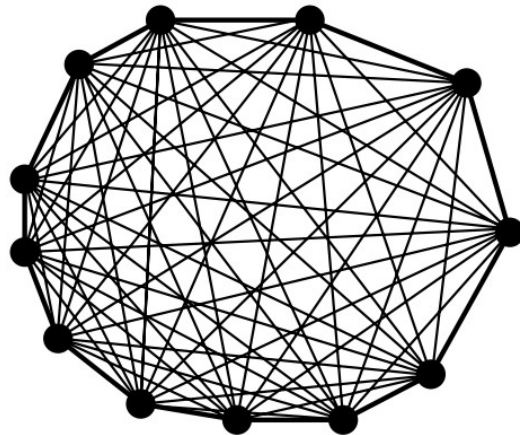
- Topologie en anneau
  - chaque matériel est connecté au suivant en point à point
  - les données sont transmises dans un seul sens : elle «tourne» sur l'anneau entre les différents matériels
  - un seul matériel communique à la fois
  - un **jeton d'autorisation** circule dans l'anneau pour autoriser les transmissions (on parle d'anneau à jeton «*token ring*»)



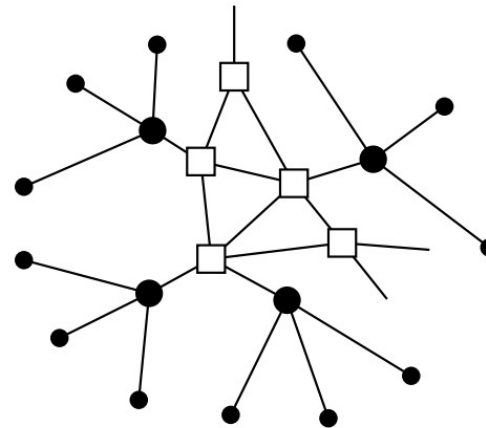


# ***Topologie maillée***

- Chaque matériel possède une ou plusieurs connexions avec les autres matériels
  - une meilleure résistance en cas de rupture d'un lien de connexion ou de panne d'un matériel
  - une économie de moyens par rapport à une redondance totale (maillage complet)



Topologie complètement maillée



Topologie maillée

# ***Protocole de communication***

- Il est important que les entités communicantes utilisent la même langue (**protocole**)
- But du protocole
  - Se mettre d'accord sur la façon de communiquer pour bien se comprendre
  - S'assurer que les données envoyées sont bien reçues
- Un protocole est un ensemble de règles et de contraintes gérant une communication entre plusieurs entités

# ***Protocole de communication***

- Les protocoles définissent :
  - le **format** des données échangées
  - l'**ordre** des messages émis et reçus entre les entités réseaux
  - ainsi que les **réactions** à ces messages
- Un protocole correspond à un **comportement** qui **évolue** en fonction des données échangées
- Plusieurs types d'informations circulent entre les entités
  - Les données à échanger
  - Les données de contrôle et de gestion du protocole

# ***Protocole de communication***

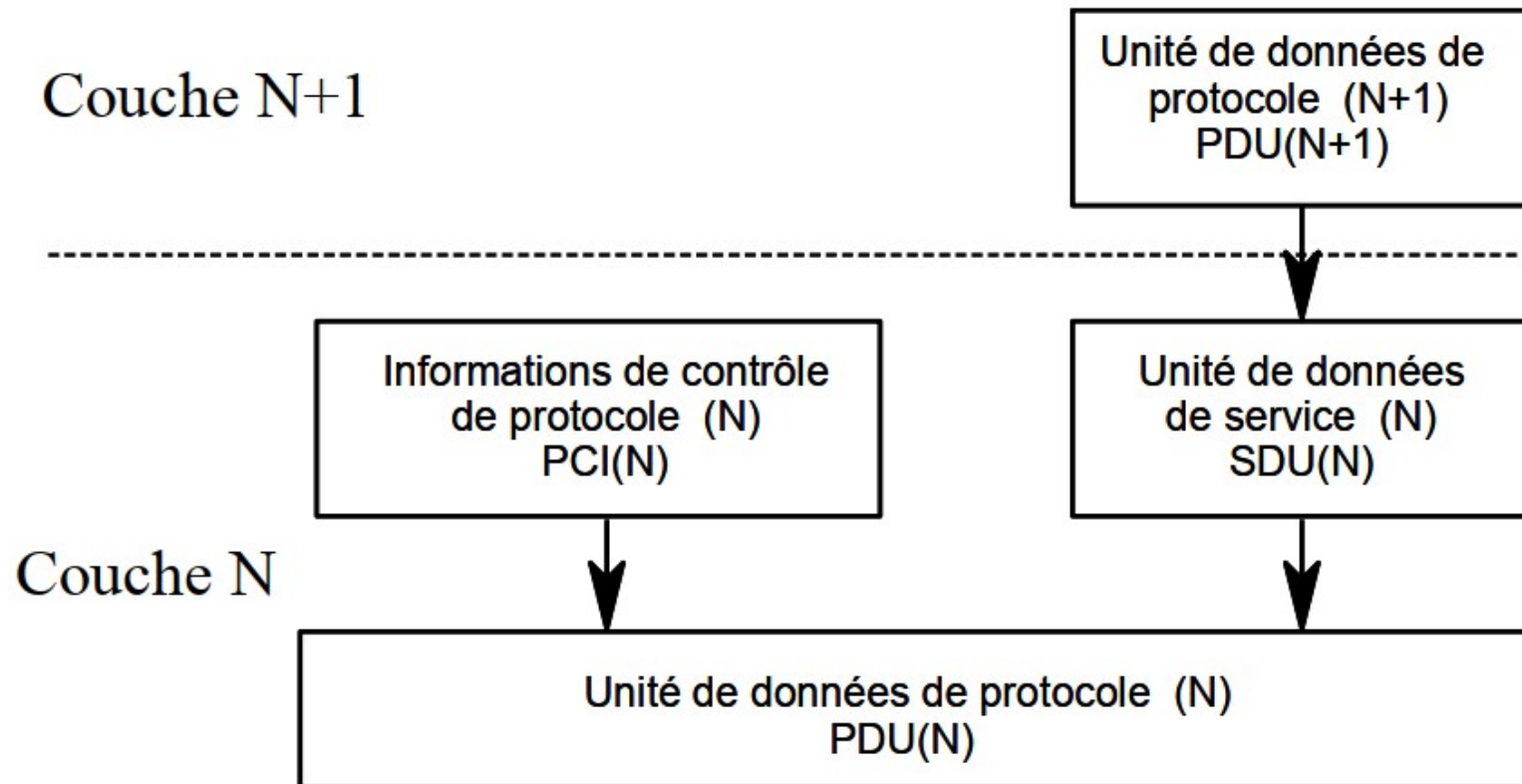
- Exemple basique de protocole
  - Une entité envoie des données à une deuxième entité
  - La deuxième entité envoie un acquittement pour prévenir qu'elle a bien reçu les données
- Mais si utilisé un réseau non fiable ou aux temps de transmission non bornés
  - Comment gérer la perte d'un paquet de données ?
  - Comment gérer la perte d'un acquittement ?
  - Comment gérer qu'un message peut arriver avant un autre alors qu'il a été émis après ?

# ***Modèle de communication en couche***

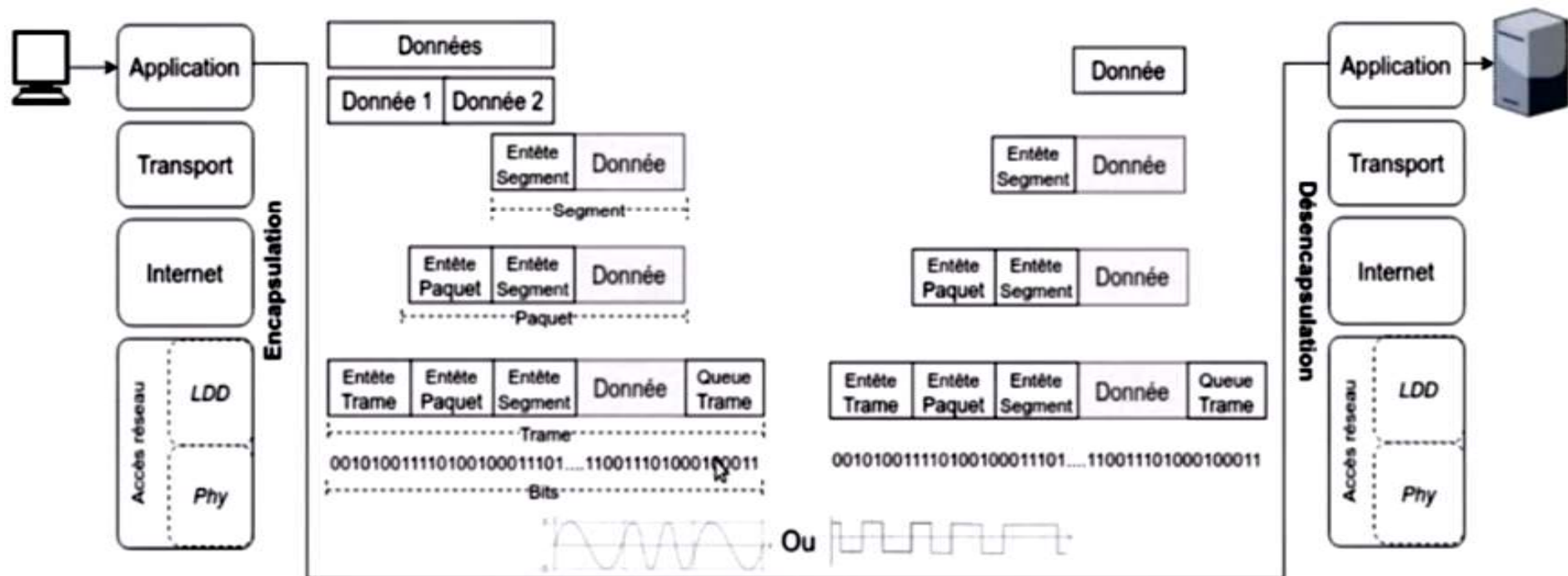
- Une couche a un rôle particulier
- Une couche d'une entité communique avec une couche de même niveau d'une autre entité en respectant un certain protocole de communication
- Pour communiquer avec une autre entité, une couche utilise les services de sa couche locale inférieure
- Données échangées entre 2 couches :
  - Données structurées
  - Taille bornée
  - Deux parties
    - Données de la couche supérieure à transmettre
    - Données de contrôle de la communication entre couches

# ***Encapsulation***

- $SDU(n) = PDU(n+1)$
- $PDU(n) = SDU(n) + PCI(n)$



# Encapsulation

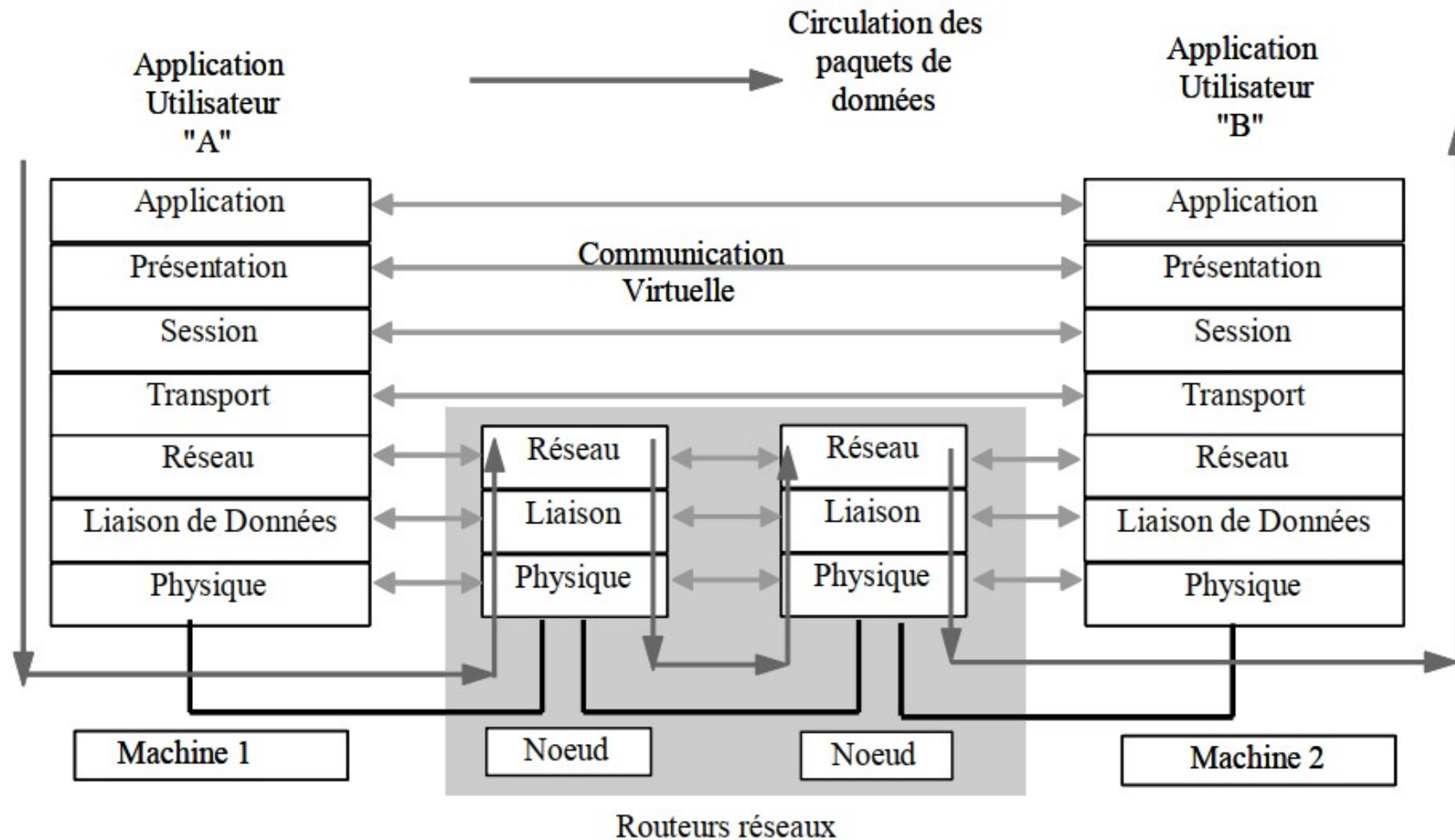


# ***Modèles de références***

- Norme OSI de l'ISO : architecture en 7 couches
  - Physique : transmission des données binaires sur un support physique
  - Liaison : gestion d'accès au support physique, assure que les données envoyées sur le support physique sont bien reçues par le destinataire
  - Réseau : transmission de données sur le réseau, trouve les routes à travers un réseau pour accéder à une machine distante
  - Transport : transmission (fiable) entre 2 applications
  - Session : synchronisation entre applications, reprises sur pannes
  - Présentation : indépendance des formats de représentation des données (entiers, chaînes de caractères...)
  - Application : protocoles applicatifs (HTTP, FTP, SMTP ...)



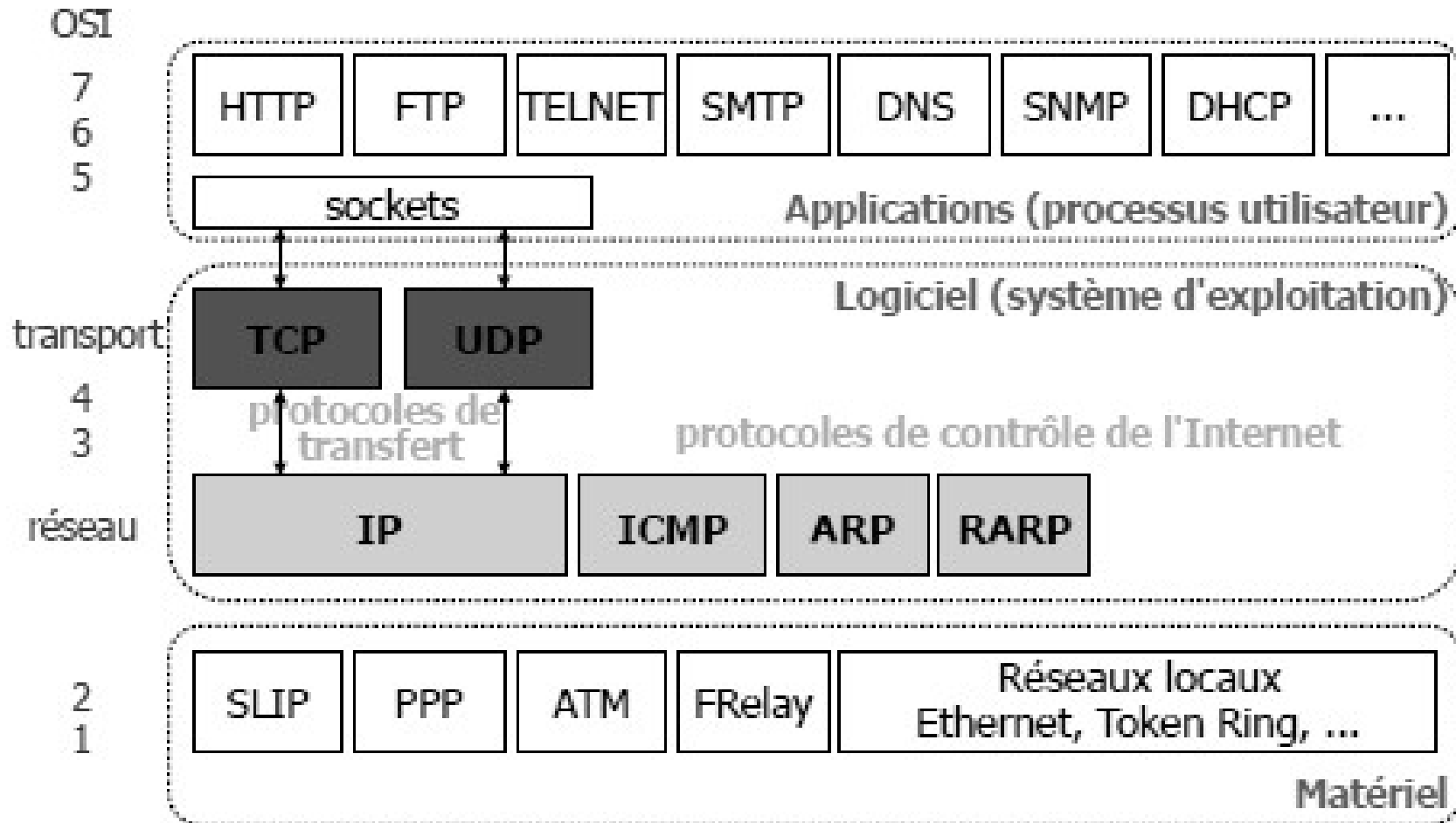
# Modèles de références



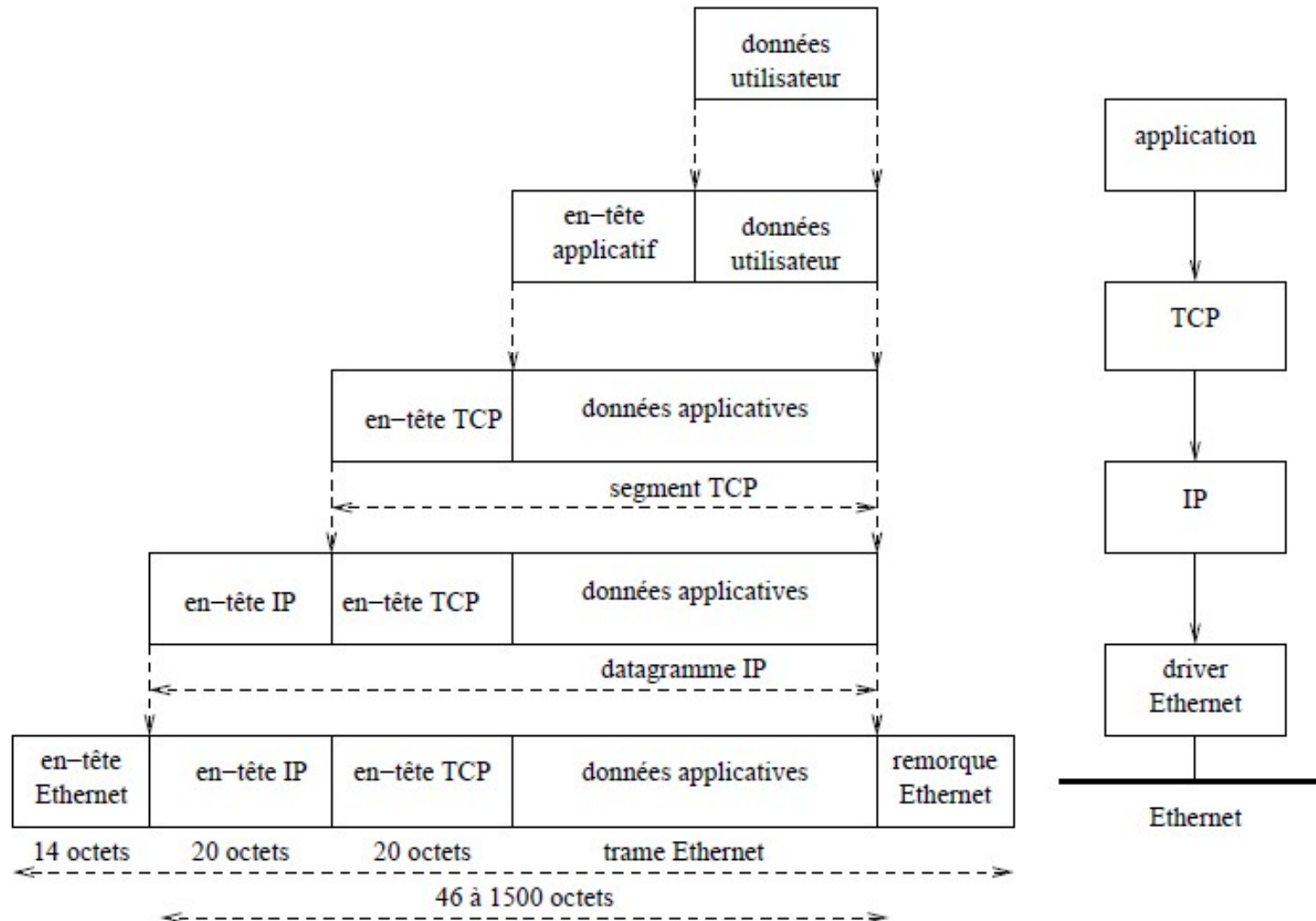
# ***L'architecture TCP/IP***

- Les protocoles de l'Internet
  - Application
    - FTP, HTTP, telnet, SMTP, ...
  - Transport
    - TCP, UDP
  - Réseau
    - IP (routage)
  - Accès-réseau
    - pas de protocole spécifique
- Aujourd'hui, TCP/IP est devenu le standard d'Internet (Internet pour Inter-Networking)

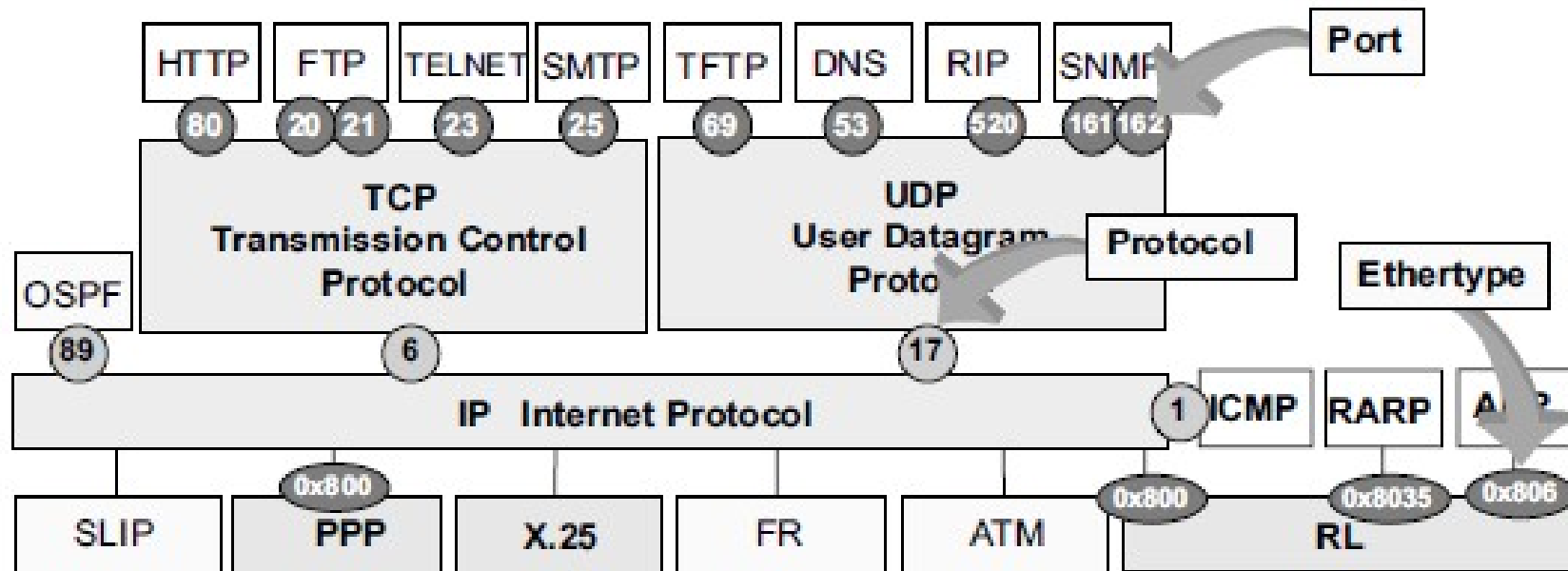
# *L'architecture TCP/IP*



# *Encapsulation des données par la pile des protocoles TCP/IP*

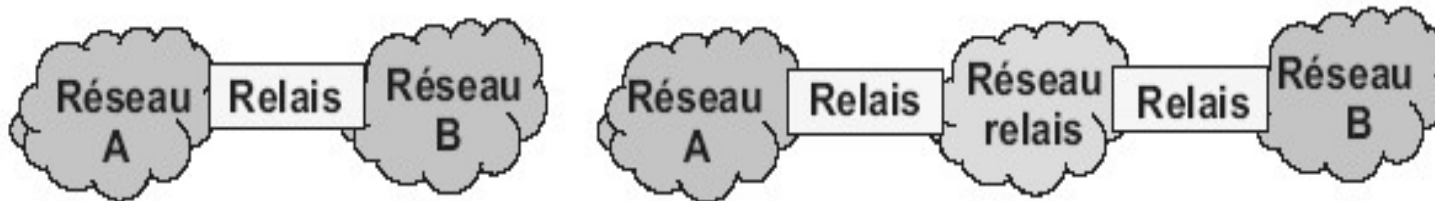


# *L'identification des protocoles dans TCP/IP*



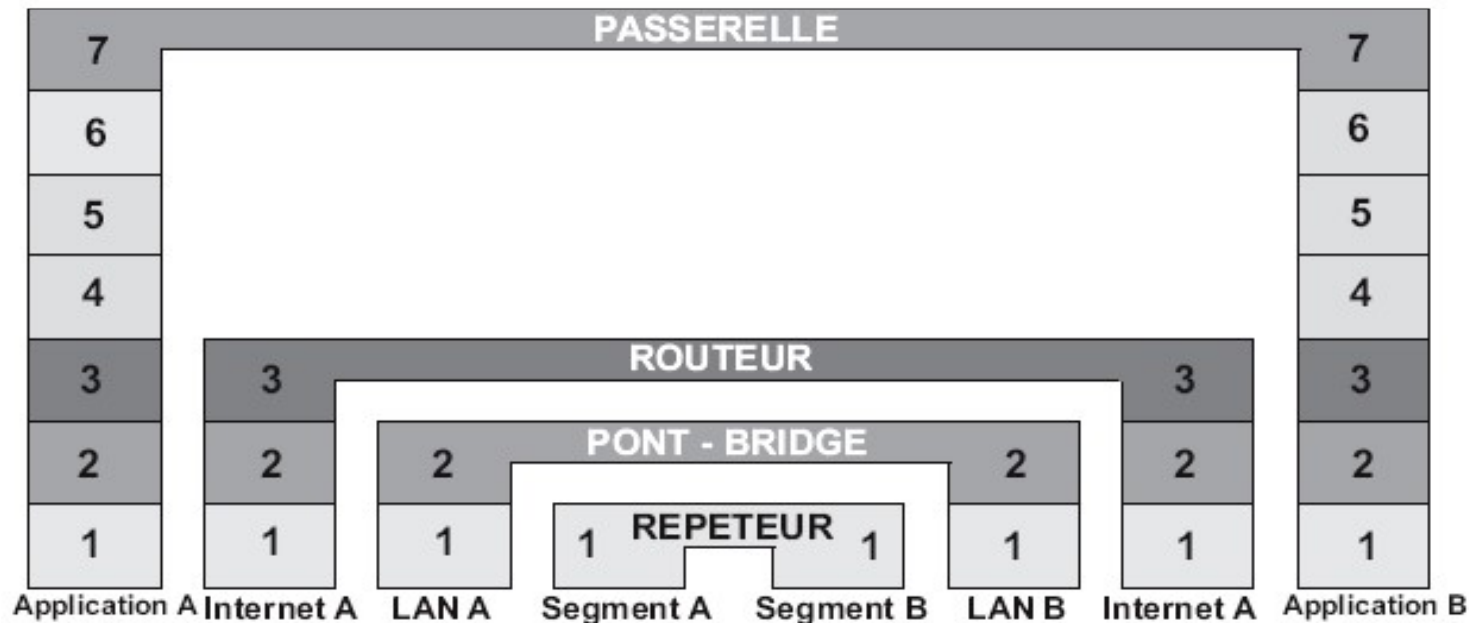
# Interconnexion des réseaux

- Fonctionnellement, l'interconnexion consiste à mettre en relation, indépendamment de la distance qui les sépare et des protocoles qu'elles utilisent, des machines appartenant à des réseaux physiquement distincts
- Physiquement, elle se réduit à la mise en relation de deux réseaux via un organe, appelé relais dans la terminologie OSI
  - le relais peut n'être qu'un simple élément physique mais aussi un réseau



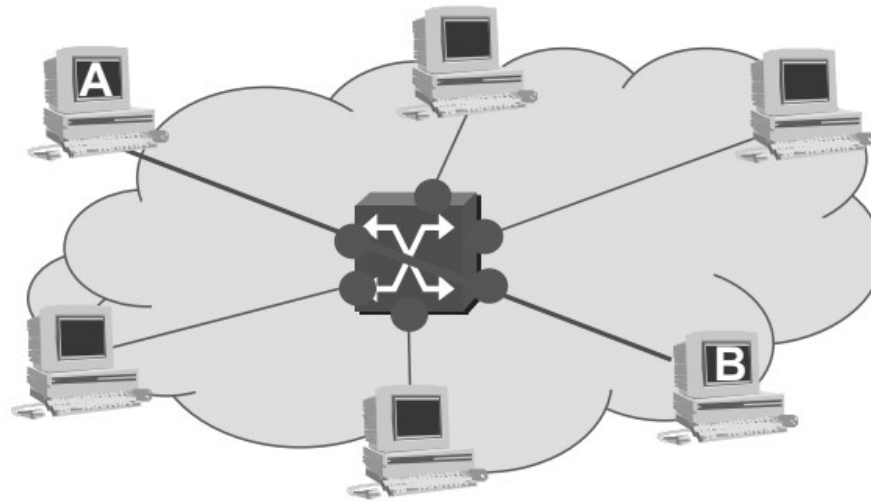
# Organes d'interconnexion selon l'ISO

- Selon le niveau où se réalise l'interconnexion, l'ISO distingue quatre types de relais :
  - les répéteurs, organes d'interconnexion locaux, ils agissent au niveau 1 du modèle de référence
  - les ponts (*bridges*) interviennent au niveau 2
  - les routeurs sont des éléments d'interconnexion de niveau 3
  - au-dessus, on parle de passerelles



# ***Principe d'un réseau à commutation***

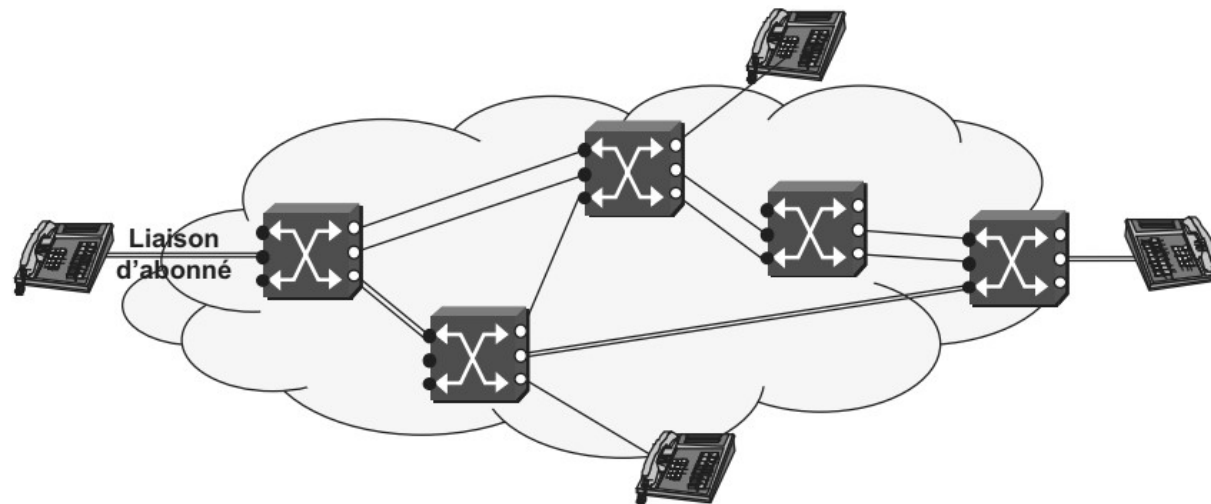
- Le nombre total de lien nécessaire pour réaliser l'interconnexion totale dans un système de  $N$  nœuds est de  $N * (N - 1) / 2$
- La nécessité de trouver un système qui permette de mettre en relation un nœud avec n'importe quel autre
- Un réseau à commutation assure une connectivité totale
- La topologie logique (l'interconnexion totale) est différente de la topologie physique réelle





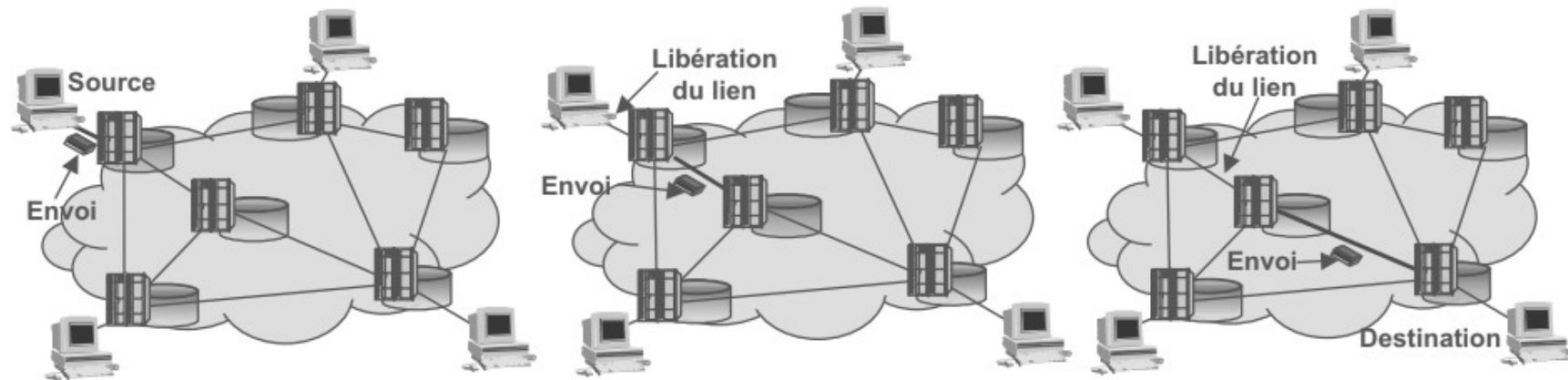
# Techniques de commutation

- Commutation de circuits
  - **allouer**, pour une communication, **des supports physiques** pour assurer une liaison de bout en bout
  - les supports physiques sont liés les uns aux autres à chaque nœud de commutation
  - libérer les supports physiques quand la communication est terminée
  - exemple : le Réseau Téléphonique Commuté « RTC »



# Techniques de commutation

- Commutation de messages
  - n'établit **aucun lien physique** entre les deux systèmes d'extrémité
  - l'unité de transfert, le **message**, est acheminée individuellement par le réseau
  - Le message est mémorisé, intégralement, par chaque nœud, et retransmis au nœud suivant dès qu'un lien se libère



# Techniques de commutation

- Commutation de paquets
  - similaire à la commutation de messages
  - un message est découpé en **fragments (paquets)** de petite taille
  - chaque paquet est acheminé dans le réseau **indépendamment** du précédent
  - il n'y a pas de stockage d'information dans les nœuds intermédiaires
  - le séquençement des paquets n'est plus garanti

