

Cours:

# Réseaux et Communication

Par Pr A.BOUKERRAM  
Université A. Mira Bejaia  
Année 2014/2015

# Objectifs du cours

Ce cours a pour but d'avoir:

- une vue d'ensemble sur les réseaux d'entreprise
- de présenter leur rôle ainsi que les différents équipements qui les composent
- d'expliquer les principes fondamentaux des réseaux
- **Contenu de la matière :**

# Contenu de la matière

- Introduction aux réseaux informatiques
- Modèle OSI
- Couche physique
- Couche Liaison
- Couche Réseau (protocole IP)
- Couche Transport (protocole TCP)
- Couches Applicatives (Session, Représentation et Application)

## Objectifs du cours (suite)

- La structuration des protocoles en couches.
- Il permet de comprendre le fonctionnement des principales techniques utilisées dans les réseaux modernes sans rentrer dans les détails.
- Introduction de l'Internet comme un exemple de réseau

# Connaissances recommandés

- **Architecture d'un système informatique**
- **Représentation binaire de l'information**
- **Système d'exploitation**

# Références

- Réseaux, Andrew Tanenbaum, Pearson Edition.
- Les Réseaux - Guy Pujolle- Collection Eyrolles (5<sup>e</sup> édition).
- Les réseaux informatiques, Dominique Lalot, faculté d'Aix en provence. <http://www.httr.ups-tlse.fr/pedagogie/cours/>
- Cours de réseaux, Bruno Péan, Cergy Pontoise, <http://www.eisti.fr/>
- Protocoles des réseaux, Pascal Nicolas, Université d'Angers, <http://www.info.univ-angers.fr/pub/pn/reseaux.html>

# Chapitre 1 : Généralités sur les réseaux

- Un réseau est un ensemble d'objets interconnectés les uns aux autres qui permet de faire circuler des éléments entre ces objets selon des règles bien définies (protocoles)
- Un réseau informatique met en relation des ordinateurs, comme un réseau téléphonique met en relation des personnes.
- Des ordinateurs sont dits « en réseaux » dès lors qu'ils partagent une technologie qui leur permet de communiquer ensemble.
- Le plus souvent cette technologie se matérialise physiquement par une liaison avec un câble conducteur. Sur ce type de support, un signal électrique véhicule les messages informatiques.  
Il existe d'autres types de supports en pleine expansion comme les liaisons par ondes hertziennes, rayon laser, infrarouge...

## Besoin de réseaux

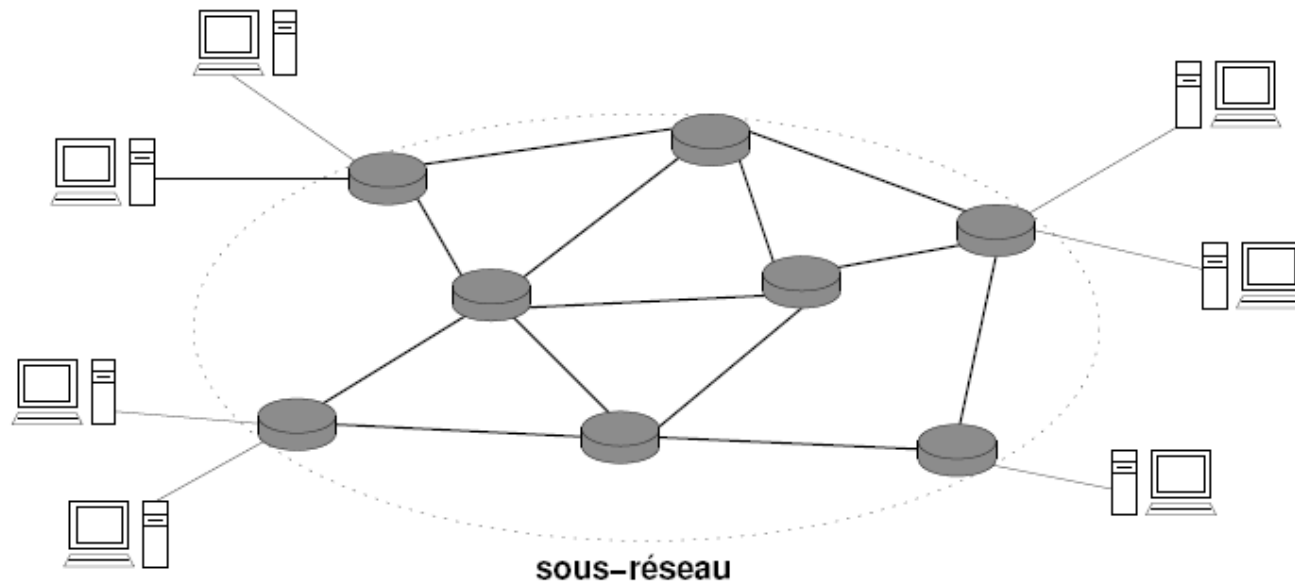
Beaucoup d'entreprises possèdent un nombre important d'ordinateurs et développent des applications professionnelles de type :

- Contrôle de la production
- Gestion de stocks
- Elaboration de payes des employés

Chacun d'eux peut fonctionner seul, indépendamment des autres. Mais, pour des raisons stratégiques , il est nécessaire de les interconnecter pour former **un réseau** et permettre ainsi de se partager toutes les ressources.



# Définition d'un réseau :



# Application client/serveur

Partage, de fichiers, de base de données de compilateurs ou autres .

On peut voir ceci comme un ensemble auquel participent d'une part une (ou plusieurs) base(s) de données et d'autre part, un groupe d'employés devant accéder à distance à celles-ci.

Souvent les données sont stockées dans de grands ordinateurs puissants appelés **SERVEURS**, gérés par un administrateur système. Les employés travaillent eux, sur des ordinateurs plus simples appelés **CLIENTS**.

On parle alors d'applications client/serveur

Les clients sont connectés au serveur à l'aide d'un réseau.

# Internet

( Inter = interconnexion    net = network)

- le plus grand des inter-réseaux
- de très nombreux réseaux y participent :
  - réseaux d'entreprises
  - réseaux d'opérateurs de télécommunication, de câblo-opérateurs et de fournisseurs d'accès (satellites, filaires, sans-fil, etc.)
  - réseaux de particuliers
- sa croissance est exponentielle
- l'Internet du futur devrait être un réseau multimédia capable de transporter correctement des données, de la voix numérisée et des images haute-définition . (C'est se qui est entrain de se réaliser aujourd'hui même).

# Objectifs des réseaux :

- partager les ressources .
  - rendre accessible à chaque membre du réseau les programmes, les données et les équipements indépendamment de leur localisation physique.
  - le fait d'être à 1000 km ne doit pas vous empêcher de se servir des données comme si elles étaient locales.
- une plus grande fiabilité en disposant d'alternatives aux ressources employées.
  - Par exemple, tous les fichiers sont dupliqués sur deux ou trois machines; ainsi si l'un est inutilisable (en raison d'une panne matérielle), on peut utiliser une des copies.
- la présence de plusieurs unités centrales fait que, si l'une est en panne, les autres peuvent prendre en charge son travail.

- la réduction des coûts.  
Les petits ordinateurs ont un bien meilleur rapport prix/performances que les gros. Les gros ordinateurs sont environ dix fois plus rapides que les ordinateurs personnels mais coûtent mille fois plus chers.

## **Caractéristiques physiques des réseaux :**

Parmi les caractéristiques les plus importantes utilisées dans la classification des réseaux on peut citer.

- la technique de transmission
- La taille du réseau.

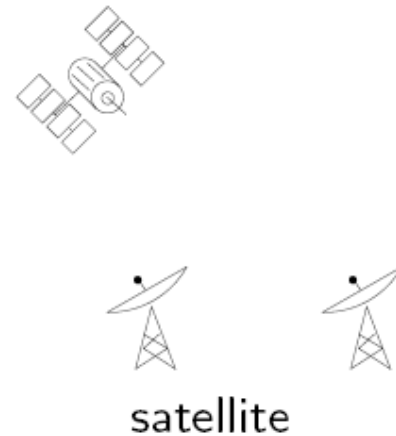
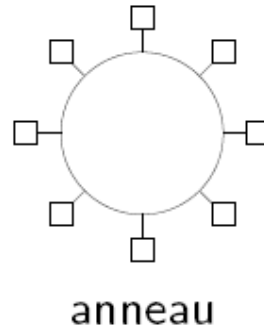
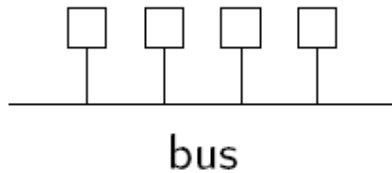
# Classification selon la technique de transmission:

On distingue trois types de techniques de transmissions :

- ***la diffusion*** : mode de transmission dans lequel une information transmise par un émetteur peut être interceptée par tout récepteur disposant des moyens adéquates.
- ***le point-à-point***: mode de connexion ne mettant en jeu seulement deux interlocuteurs
- ***le multi-point*** : connexion définie par un émetteur qui souhaite envoyer une information à plusieurs machines terminales.

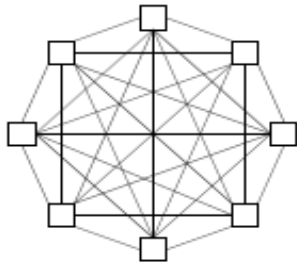
# Réseaux a diffusion (broadcast network) :

- n'ont qu'un seul canal de communication que toutes les machines du réseau partagent.
- différents supports et topologies possibles :

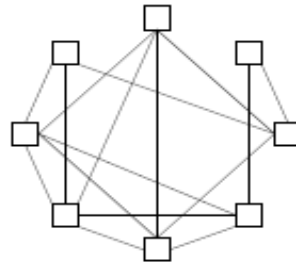


# Réseaux point-à-point :

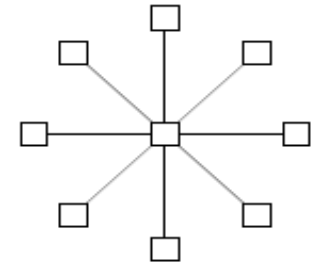
- formés d'un grand nombre de connexions entre les machines prises deux à deux.
- Quelques topologies possibles :



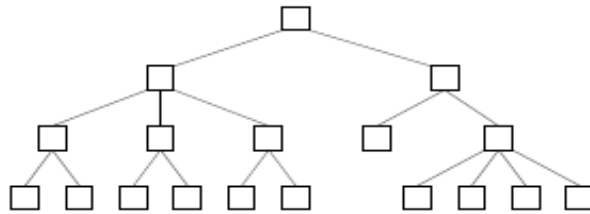
maillage régulier



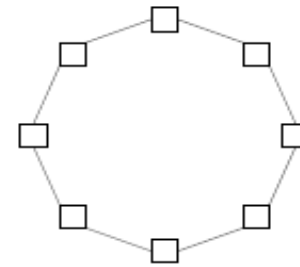
maillage irrégulier



étoile



arbre

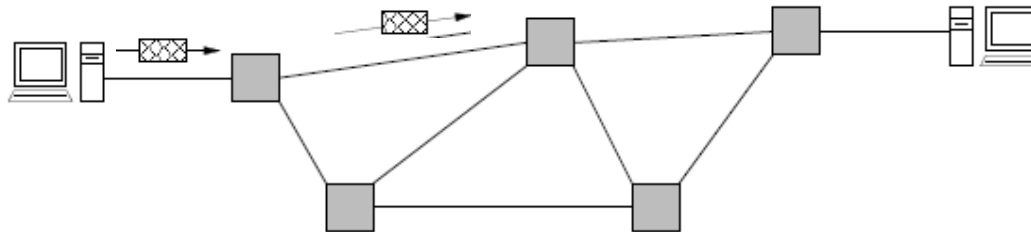


anneau



# Réseaux point-à-point : commutation et routage

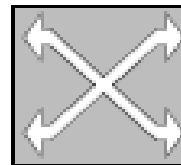
- Le transfert d'information dans un réseau point-à-point nécessite l'emploi de la commutation ou du routage
- La commutation ou le routage :
  - Sont opérés par les noeuds de transfert (ordinateurs spécialisés dans l'acheminement d'information dans le réseau)
  - Consistent, pour une information reçue en entrée, à choisir une ligne de sortie menant à sa destination finale.



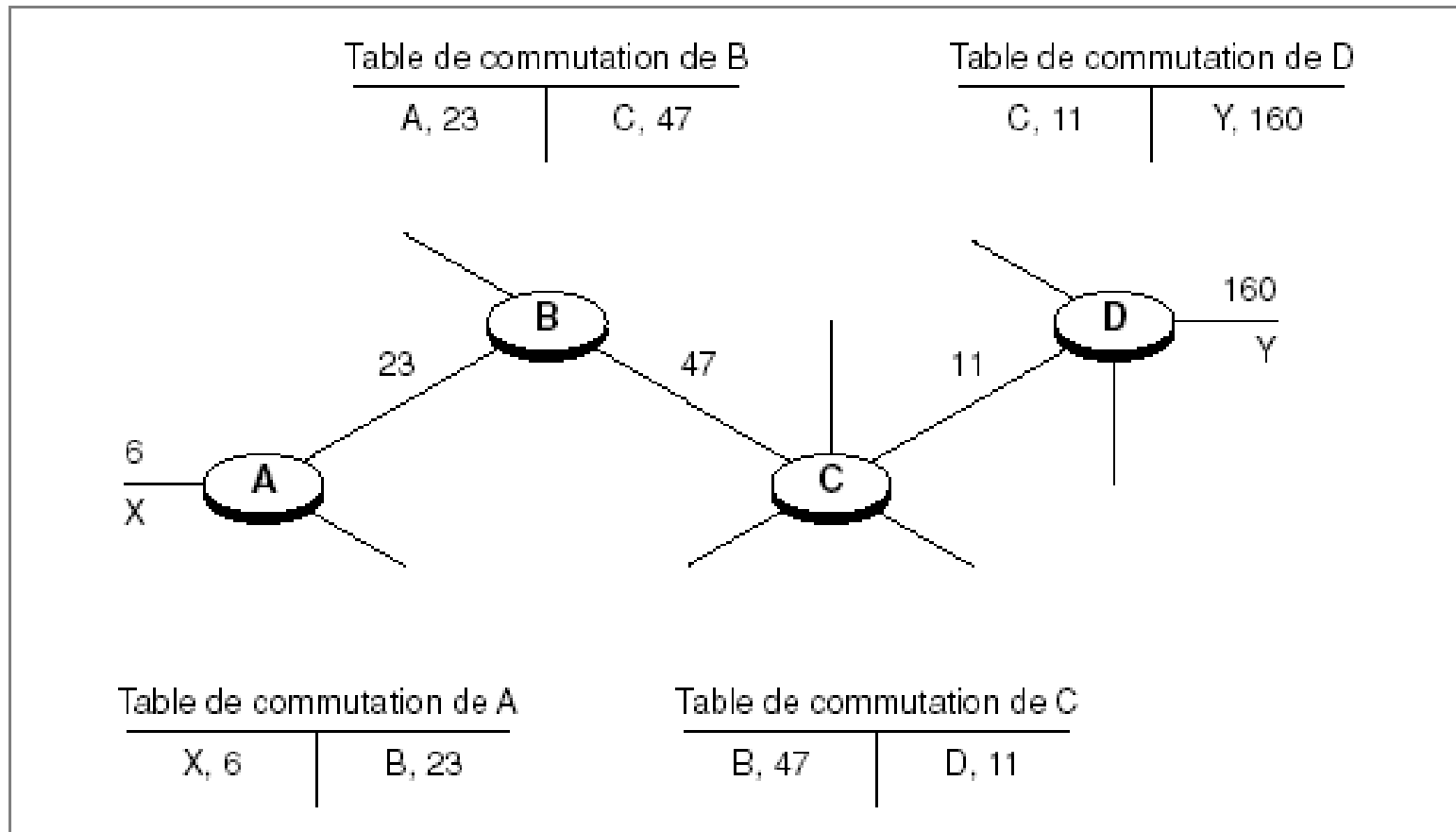
# Réseaux point-à-point : commutation

- Pour commuter les paquets en utilisant une table de commutation.
  - Gestion des références qui permettront d'effectuer la commutation.
- Maintien de tables de commutation fixes.
- Deux paquets d'un même message suivent toujours le même chemin.
- Le mot chemin est réservé pour les commutateurs : le mot chemin remplace petit à petit le nom de circuit virtuel.

- Lors d'un incident sur un chemin, il faut ouvrir un nouveau chemin (ce qui s'appelle un reroutage puisque l'on utilise la table de routage de la signalisation pour déterminer le nouveau chemin).
- un commutateur est souvent représenté par l'objet suivant



# Réseaux point-à-point : commutation



**Référence** : Suite de chiffres exprimée en binaire accompagnant un bloc (trame, paquet, etc.) et permettant à celui-ci de choisir une porte de sortie suivant la table de commutation. Par exemple, 23 est une référence.

# Reseaux point-a-point : routage

- Les routeurs n'utilisent pas de signalisation.
- Les paquets possèdent l'adresse complète du destinataire.
- Pour router les paquets en utilisant une table de routage.
  - Gestion des adresses complètes des destinataires.
- Les tables de routage peuvent être mises à jour en fonction de l'environnement.
- Deux paquets d'un même message qui se suivent peuvent ne pas utiliser la même route.
- un routeur est souvent représenté par l'objet suivant :



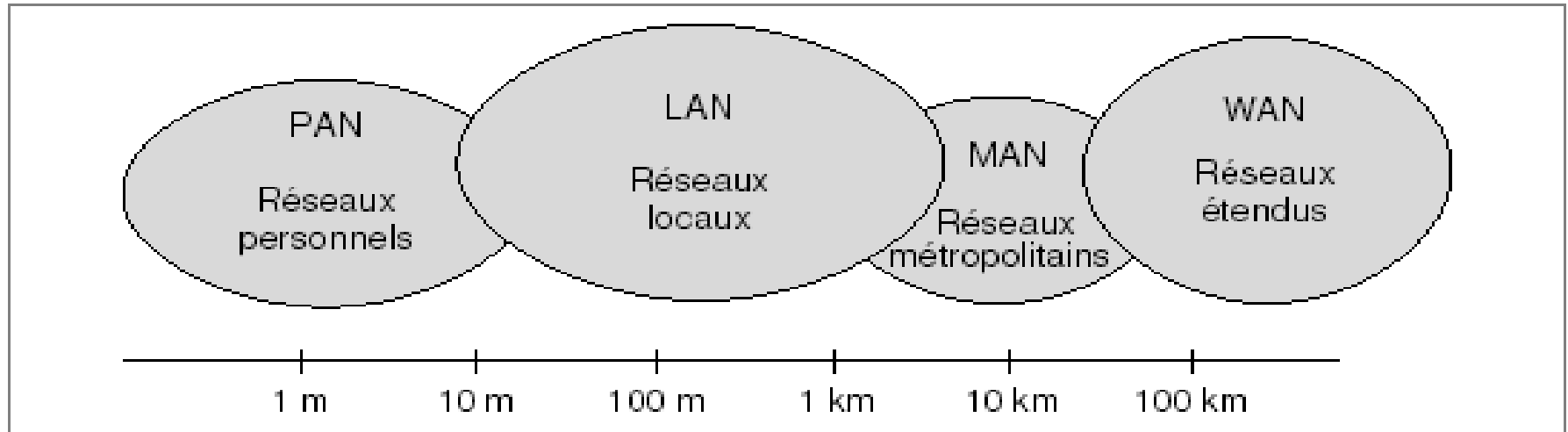
# Réseaux point-à-point : routeurs-commutateurs

- Technique récente combinant la commutation et le routage
- L'utilisateur indique s'il veut un flot commuté (transfert de fichiers, audio/video) ou routé (interrogation d'une table de données).
- Plusieurs solutions incompatibles ont été développées par les Constructeurs (Cisco, IBM, 3Com, etc.)
- L'IETF (Internet Engineering Task Force) a normalise le MPLS (MultiProtocol Label-Switching) qui est de plus en plus employé par les opérateurs.

# Classification selon la taille du réseau

# Classification selon la taille du réseau

- Les réseaux peuvent être classés selon leur étendue. Leurs objectifs ne sont pas les mêmes.



PAN (Personal Area Network) : réseau pour une seule personne

LAN (Local Area Network) : réseau d'entreprise dans un bâtiment ou un campus

MAN (Metropolitan Area Network) : couvre une ville

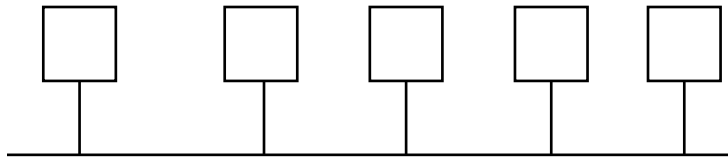
WAN (Wide Area Network) : couvre un pays, un continent



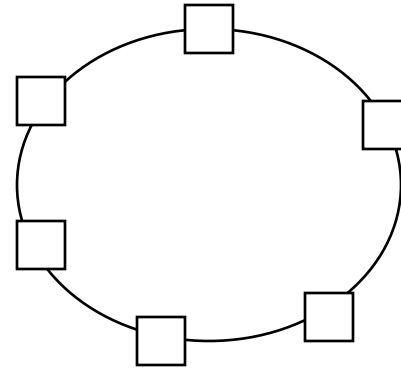
# Réseaux locaux (LAN) :

- Les réseaux locaux, qu'on appelle également LAN (local Area Network), sont des réseaux privés dont la taille ne dépasse pas quelques kilomètres.
- Les LAN se distinguent des autres types de réseaux par trois caractéristiques : leur taille, leur technique de transmission et leur topologie.
- Les LAN utilisent souvent pour la transmission un simple câble auquel sont reliées toutes les machines.
- Les LAN traditionnels fonctionnent à des débits variant de 10 à 100 Mbit/s jusqu'à 10 Gbits/s. il ne sont source que de très peu d'erreur de transmission.

- On peut avoir plusieurs topologies. La figure ci-dessous en illustre deux :



a) topologie en Bus



b) topologie en Anneau

- Topologie en bus :
  - il n'y a à chaque instant qu'une machine qui est autorisée à transmettre et qui est maître. Toutes les autres doivent s'abstenir d'émettre.
  - Il est donc nécessaire d'avoir un mécanisme d'arbitrage qui résolve les conflits .
- Topologie en anneau :
  - chaque bit se propage de façon autonome, sans attendre le reste du paquet auquel il appartient.
  - on a besoin d'un arbitrage entre différents accès simultanés.

# Réseaux métropolitains (MAN) :

- Un réseau métropolitain ou MAN (Metropolitan Area Network) est essentiellement un gros réseau LAN.
- Il peut couvrir un grand campus ou une ville (d'où son nom) et peut être public ou bien privé.

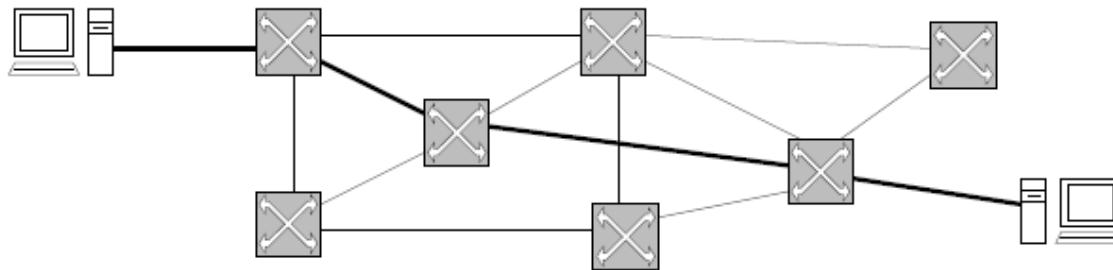
# Réseaux longue distance (WAN) :

- Un réseau longue distance ou WAN (Wide Area Network) couvre une zone géographique importante (un pays, voire même un continent).

# Techniques de transfert

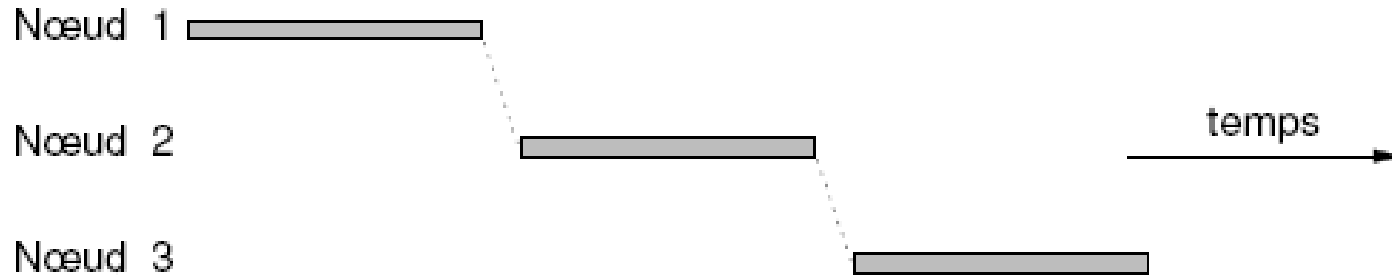
# Commutation de circuits

- principe du réseau téléphonique commuté (RTC)
- un circuit physique est établi entre l'émetteur et le récepteur
- une liaison n'est utilisée que par un seul circuit
- **circuit virtuel** : plusieurs circuits se partagent une même liaison



# Transfert de messages

- un message forme un tout (ligne/page de texte, secteur disque)
- le message passe de noeud en noeud jusqu'a sa destination
- envoyé au noeud suivant lorsque complètement et correctement reçu par le noeud courant (store-and-forward)
- temps de transit somme des temps de transfert :

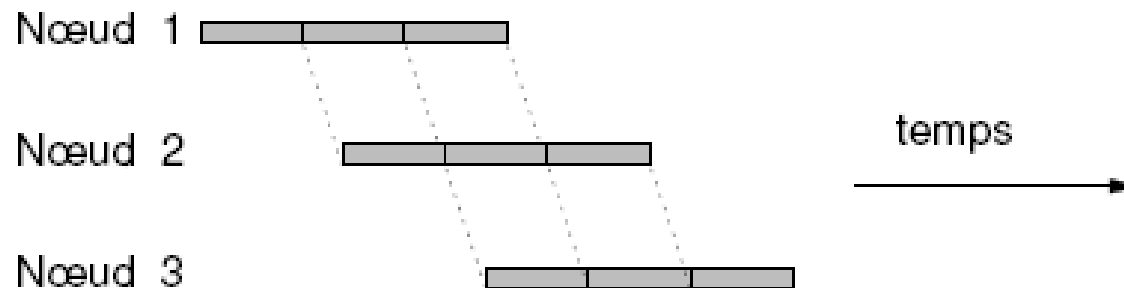


- Nécessité de la mémoire tampon, la gestion des (re)transmissions, le contrôle de flux
- Difficulté de transmission de très longs messages
- Après 1970, le transfert de message est remplacé progressivement par le transfert de paquets (division du message en paquets)



# Transfert de paquets

- le message est découpé en paquets
- chaque paquet comporte la référence ou l'adresse destination
- un paquet a une taille maximale fixée
- les paquets sont retransmis après réception (store-and-forward)
- plus il y a de paquets, plus le transfert est efficace comparé au transfert de messages :

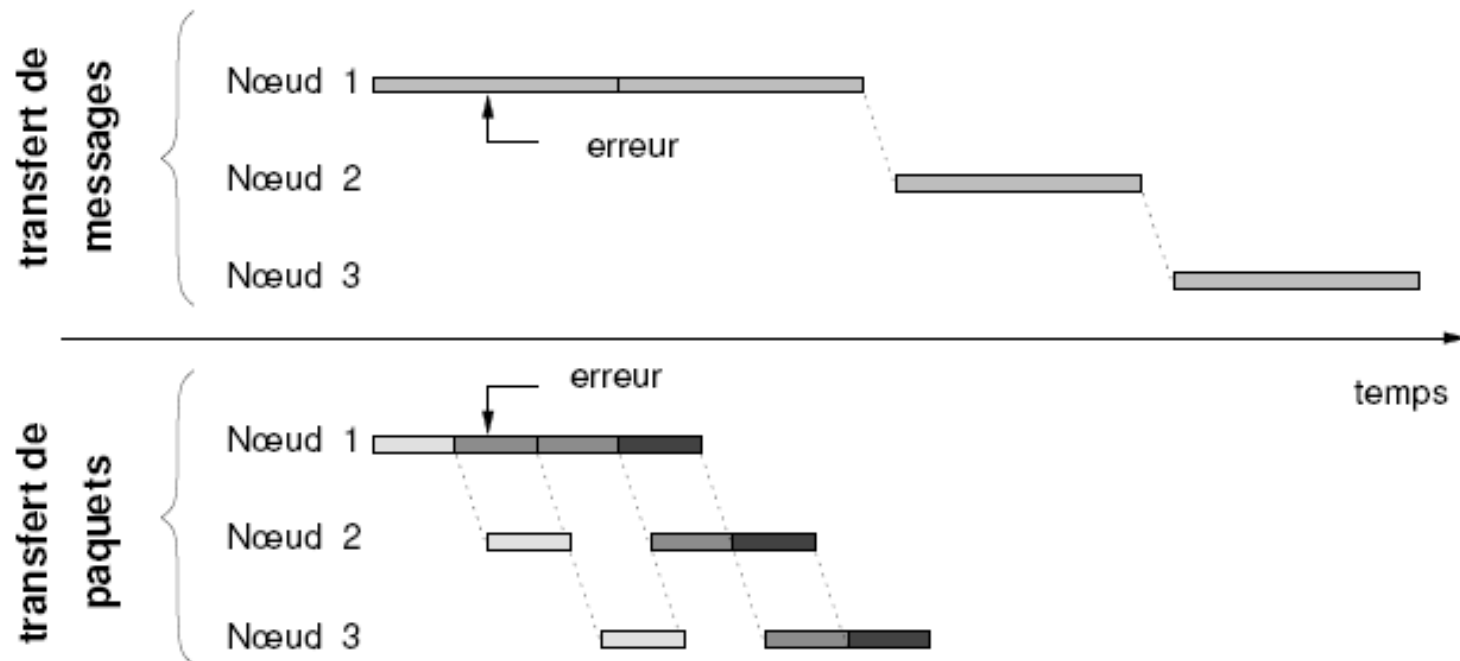


# Transfert de paquets

- lorsque le paquet est très petit (53 octets), il est appelé cellule
- si les routes suivies par les paquets sont différentes, il faudra les réassembler pour reformer le message
- Internet utilise le routage de paquets (IP)
- ATM utilise la commutation de cellules

# Efficacité de la reprise sur erreur

- supposons qu'en cas d'erreur de transmission le message ou le paquet soit immédiatement retransmis :
- on s'aperçoit que le transfert de paquet est bien plus efficace :



# Logiciels de réseaux

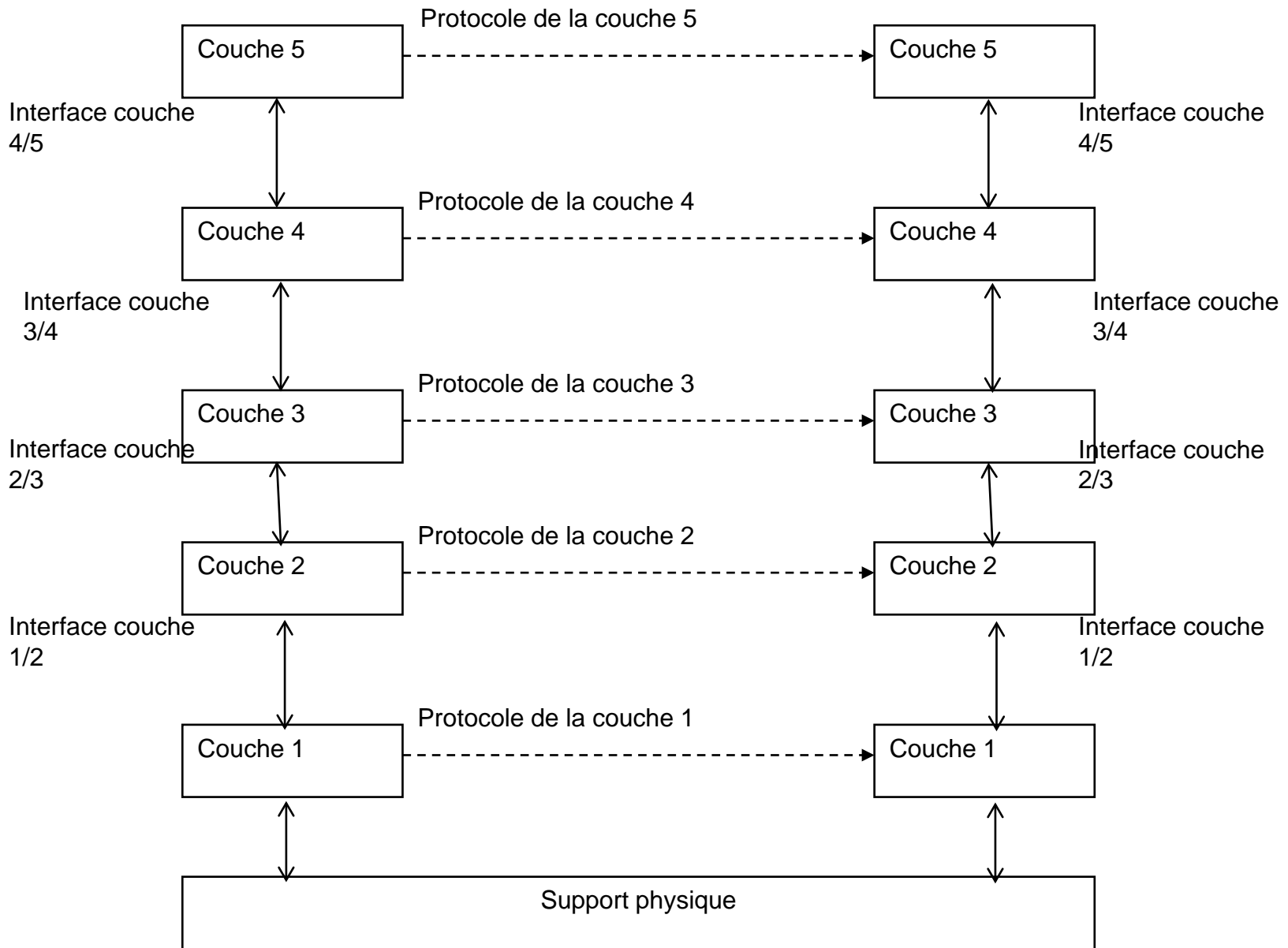
# Logiciel de réseau :

- Lorsqu'on a conçu les premiers réseaux, on s'est intéressé d'abord aux aspects matériels et pas tellement aux aspects logiciels.
- Ce n'est plus le cas aujourd'hui, le logiciel de réseau est maintenant très structuré.

# Hiérarchie de protocoles :

- Pour réduire la complexité de conception, la plupart des réseaux sont organisés en série de couches ou de niveaux.
- chacune étant construite sur la précédente.
- Le nombre de couche, leur nom, leur fonction varient selon les réseaux.

- l'objet de chaque couche est d'offrir certains services aux couches plus hautes, sans qu'elle aient à connaître les détails de l'implémentation de ces services.
- **La couche n d'une machine gère la conversation avec la couche n d'une autre machine.**
- Les règles de convention utilisées pour cette conversation sont connues sous le nom de **protocole de la couche n.**
- un protocole c'est un accord entre les parties sur la façon de communiquer. Ou un ensemble de règles à respecter.

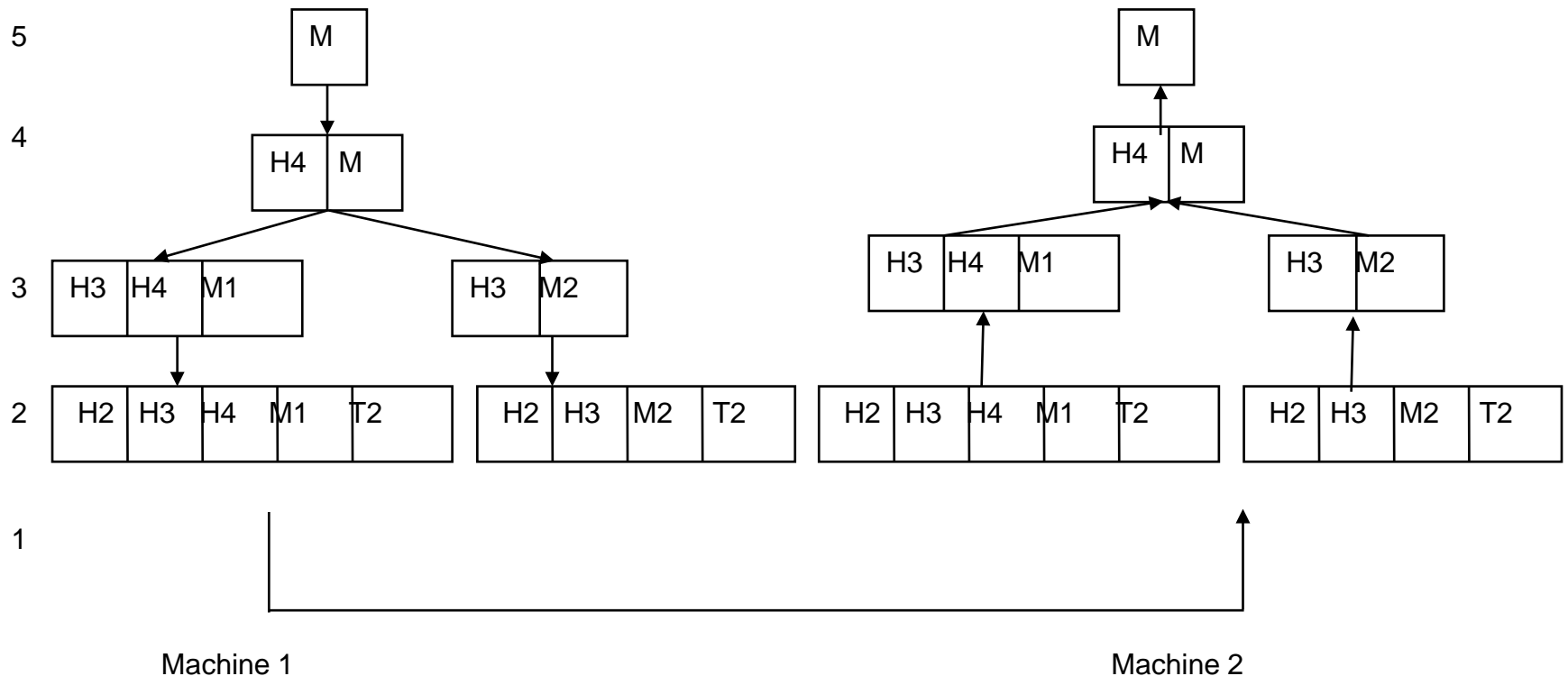


- En réalité, aucune donnée ne passe directement de la couche n d'une machine à la couche n d'une autre machine.
- chaque couche passe les données et le contrôle à la couche immédiatement inférieur, jusqu'à la plus basse.
- En dessous la première couche se trouve le support physique qui véhicule réellement la communication.
- Entre chaque paire de couche adjacente, on trouve une interface.
- L'interface définit les opérations élémentaires et les services que la couche inférieure offre à la couche supérieure.
- chaque couche réalise un ensemble de fonctions bien définies.



- L'ensemble de couches et protocoles est appelé architecture du réseau.
- l'ensemble des protocoles avec un protocole par couche est appelé pile de protocoles.

Couche



# Interfaces et services :

- La finalité de chaque couche et de fournir des services à la couche située immédiatement au-dessus.
- Les éléments actifs de chaque couche s'appellent des entités.
- Une entité peut être une entité logicielle (comme un processus), ou une entité matérielle (comme une puce d'E/S intelligente).
- Les entités de la même couche sur des machines différentes sont appelées entités paires.
- Les entités de la couche  $n$  implémentent un service utilisé par la couche  $n+1$ .

- La couche  $n$  est appelée fournisseur de service et la couche  $n+1$  utilisateur de service.
- Les services sont accessibles par des points d'accès aux services, SAP (service access point).
- Les SAP de la couche  $n$  sont les endroits où la couche  $(n+1)$  peut accéder aux services offerts.
- Chaque SAP est identifié par une adresse unique.

# Service en mode connexion et en mode sans connexion :

- Les couches peuvent offrir deux types différents de services aux couches supérieurs
  - le mode avec connexion
  - le mode sans connexion.
- Le téléphone est un service en mode connexion.
- Dans le cas d'un service en mode connexion, l'utilisateur établit au préalable une connexion l'utilise puis la relâche.
- L'aspect essentiel de la connexion est qu'elle fonctionne comme un tuyau.

- **Un service sans connexion en revanche est structuré comme le système postale.**
- Chaque message (lettre) porte l'adresse de destinataire complète et est acheminé à travers le système indépendamment de tous les autres.
- Dans le mode avec connexion quand deux message m1 et m2 sont envoyés dans cet ordre, le récepteur les reçoit dans le même ordre, ce qui n'est pas obligatoirement dans le mode sans connexion.
- Chaque service peut se caractériser par une qualité de service.
- Des services sont fiables quand ils ne perdent jamais de données.

- la mise en œuvre d'un service fiable se fait par acquittement (accusé de réception) de chaque message par le récepteur.
- Le processus d'acquittement engendre cependant une charge et un délai supplémentaire qui peuvent être parfois indésirable.
- Le transfert de fichier est un cas typique de bonne utilisation d'un service fiable en mode connexion.
- Les services fiable en mode connexion présente deux variante mineurs :
  - par messages : les frontières de message sont préservées.
  - et par flot d'octets : la connexion est simplement un flot d'octet, sans frontière de message.

- Toutes application ne nécessite pas le mode connexion.
  - Par exemple, on peut imaginer une diffusion électronique de prospectus.
  - La remise fiable à 100% n'est pas essentielle non plus, surtout si elle coûte chère.
  - Ce type de service sans connexion non fiable (c'est à dire sans acquittement) est souvent appelé service datagramme.
- Dans d'autre cas, on ne veut pas établir de connexion pour envoyer un court message, mais on exige une bonne fiabilité.
  - utiliser le service datagramme avec acquittement.
  - C'est comme envoyé une lettre en recommandé en réclamant un accusé de réception.

- Le service demande-réponse est encore un autre type de service:
  - l'émetteur transmet un seul datagramme, contenant une demande,
  - le récepteur transmet alors la réponse.
  - La demande réponse est souvent utilisée pour implémenter la communication dans le modèle client serveur .

		Services	Exemples
1	[	Transfert fiable de message	Suite de pages
		Transfert fiable d'octet	Connexion à un ordinateur
		Connexion non fiable	Voix numérisée
		Datagramme non fiable	Diffusion électronique de prospectus
2	[	Datagramme avec acquittement	Messagerie avec accusé de réception
		Demande-réponse	Consultation de base de donnée

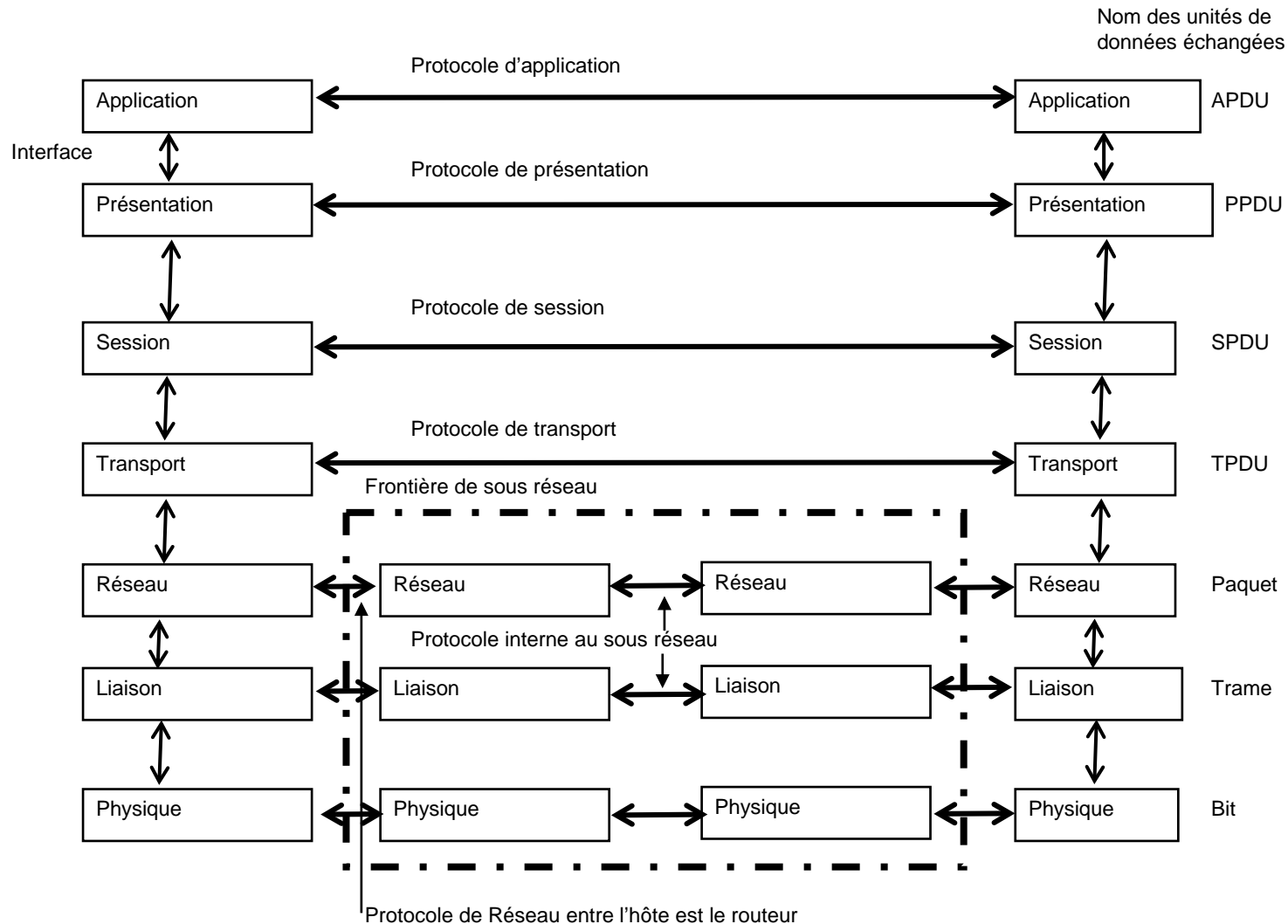
1 : service avec connexion  
 2 : service sans connexion



# Modèle OSI

# Modèle de référence OSI :

Le modèle de référence OSI est illustré dans la figure suivante



- Ce modèle se fonde sur une proposition élaborée par l'organisation internationale de normalisation (ISO),
- il est appelé modèle de référence OSI (Open Systems Interconnection)
- Le modèle OSI à sept couches. Les principes ayant conduit à l'élaboration des sept couches sont les suivant :
  - une couche doit être créée lorsqu'un nouveau niveau d'abstraction est nécessaire.
  - chaque couche exerce des fonctions bien définies.
  - le choix des frontières entre couches doit minimiser le flux d'information aux interfaces.
  - le nombre de couches doit être suffisamment grand pour éviter la cohabitation dans une même couche de fonctions très différentes et suffisamment petit pour éviter que l'architecture ne devienne difficile à maîtriser.

# La couche physique :

- La couche physique s'occupe de la transmission des bits de façon brute sur un canal de communication.
- Sa conception doit être telle que l'on soit sûr que, lorsqu'un côté envoie un bit à 1, on reçoit de l'autre côté un bit à 1, et non un bit à 0.
- Le genre de question que l'on pose porte sur :
  - le nombre de volet à atteindre pour représenter un bit à 1 et à 0.
  - la durée de transmission dans les deux directions simultanément
  - le nombre de broches que possède le connecteur de réseau et le rôle de chacune d'entre elles .
  - ...

# La couche liaison de données :

- La tâche principale de la couche liaison de données est de prendre un moyen de transmission brut et de le transformer en une liaison qui paraît exempt d'erreurs de transmission à la couche réseau.
- Elle l'accomplit en fractionnant les données d'entrée de l'émetteur en trames de données
  - crée et reconnaît les frontières des trames.
  - transmettre les trames en séquence
  - gérer les trames d'acquittement renvoyées par le récepteur.
  - retransmettre les trames perdus.

- Une autre fonction de cette couche est d'empêcher un émetteur rapide de saturer de données un récepteur lent.
  - utiliser un mécanisme de régulation de trafic pour que l'émetteur connaisse à chaque instant la quantité de mémoire tampon disponible au niveau du récepteur.
- Les réseaux à diffusion ont un problème bien spécifique à régler au niveau de la couche liaison de données : celui de l'accès multiple à un canal partagé.
  - C'est une sous couche spéciale, la sous-couche d'accès au support, qui traite ce problème.

# La couche réseau :

- **La couche réseau permet de gérer le sous-réseau.**
- La façon dont les paquets sont acheminés de la source au destinataire constitue un élément clé de sa conception.
- Les routes peuvent être fondé sur des tables statiques ou dynamique.
- Si trop de paquet se trouvent simultanément dans le sous-réseau, il va se créer des engorgements.
  - Le contrôle d'une congestion est aussi du domaine de la couche réseau.

# La couche transport :

- La fonction de base de la couche transport est :
  - d'accepter des données de la couche session.
  - de les découper, en plus petites unités.
  - de les passer à la couche réseau
  - et de s'assurer que tous les morceaux arrivent correctement de l'autre côté.
  - Le multiplexage et le démultiplexage des données.
  - gérer l'établissement et le relâchement des connexions sur le réseau.
  - Il doit également exister un mécanisme de régulation de flux .



# La couche session

- Un des services de la couche session concerne la gestion du dialogue.
  - Les sessions peuvent autoriser le mode bi ou unidirectionnel du trafic.
  - Quand le trafic s'écoule d'un seul côté à la fois, la couche session peut aider à savoir qui a la parole.
  - Un tel service de session s'appelle la gestion du jeton.
- Un autre service de session est la synchronisation.
  - Insertion des points de reprise dans le flot de données.

# La couche présentation :

- la couche présentation s'intéresse à la syntaxe et à la sémantique de l'information transmise.
  - Un exemple typique de service de présentation est l'encodage des données dans une norme reconnue.

# La couche application :

- Cette couche est le point de contact entre l'utilisateur et le réseau.
  - C'est donc elle qui va apporter à l'utilisateur les services de base offerts par le réseau, comme par exemple le transfert de fichier, la messagerie...

# Transmission de données au travers du modèle OSI :

