



Haute école d'ingénierie et d'architecture Fribourg
Hochschule für Technik und Architektur Freiburg

Réseaux IP

401. Introduction aux réseaux IP et à Internet

401. Introduction aux réseaux de téléinformatique

Introduction, Présentation des principes généraux,
Interconnexion de réseaux, "LEGOs" de l'interfonctionnement,
Bridging et *Routing*, Comparaisons.

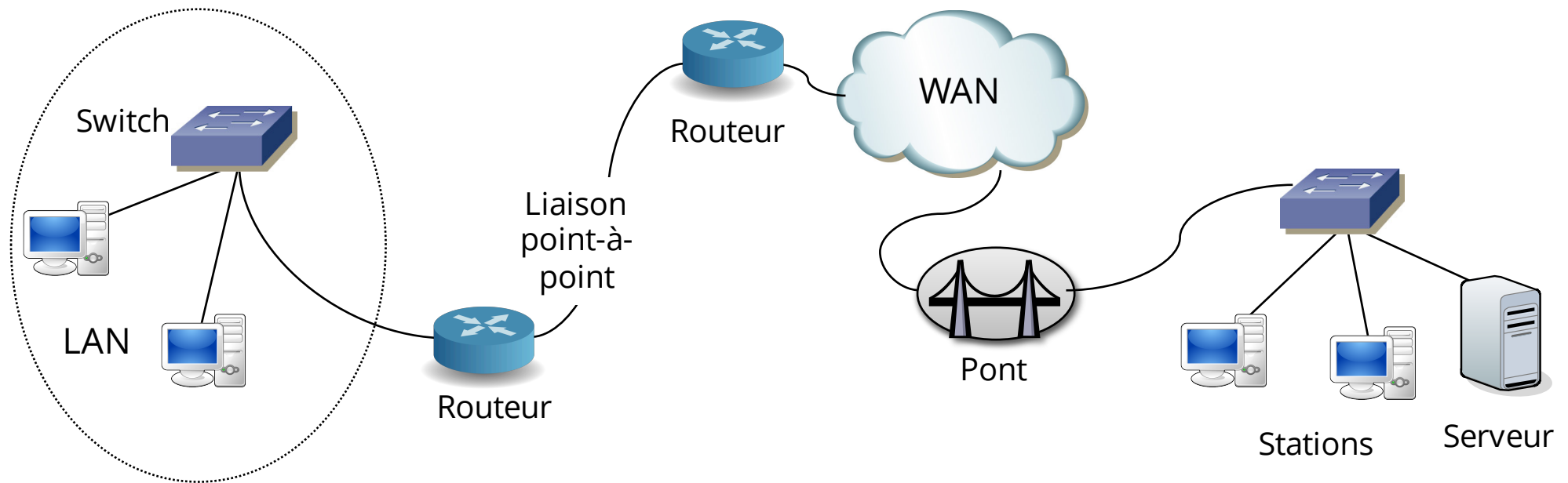
Introduction

Le sujet des réseaux IP traite des couches 2, 3 et 4 du modèle OSI (couches liaison de données, réseau et transport). C'est en raccourci l'ensemble des techniques qui permettent d'offrir une connexion logique, point-à-point ou multipoint, aux applications téléinformatiques au travers de réseaux (LANs, MANs, WANs) souvent hétérogènes.

Au cours de ces dernières années, Internet a illustré de manière fantastique à la fois l'importance de ce domaine et l'existence d'une solution basée sur ces protocoles Internet (notamment TCP/IP).

Dans cette partie, on met l'accent sur le modèle Internet qui domine de plus en plus les implémentations actuelles. Notons quand même qu'il y a passablement de réseaux basées sur d'autres protocoles comme par exemple les protocoles OSI et IBM (SNA - *Systems Network Architecture*).

Réseaux physiques

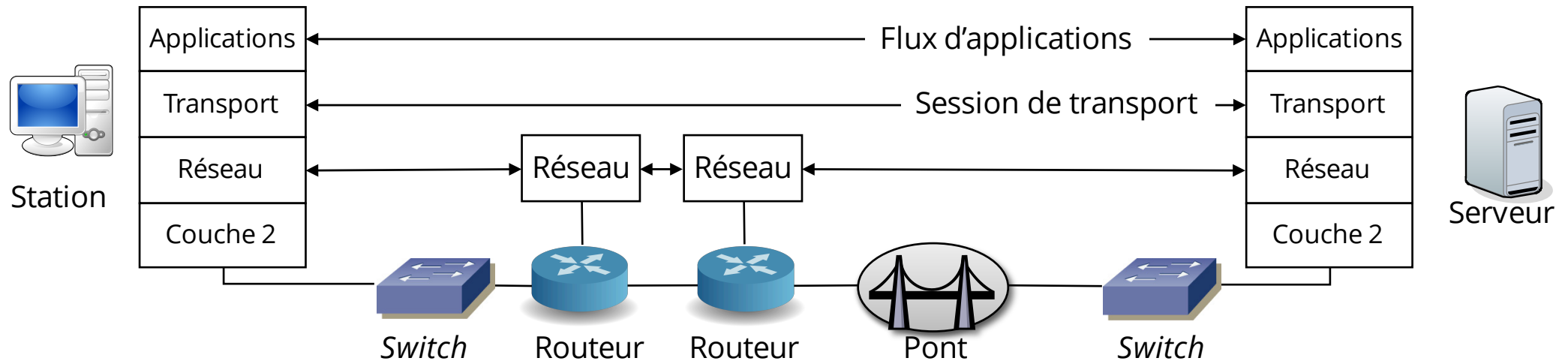


Dans la plupart des cas, un LAN (ou MAN) n'est pas un système isolé. Ces réseaux sont interconnectés de façon à ce que l'utilisateur ait l'impression d'avoir à faire à un seul "grand réseau". Il y a interconnexion au niveau physique et au niveau des applications.

Ce grand réseau est appelé un **internet** (avec une minuscule). Un internet est composé de sous-réseaux qui sont interconnectés au moyen de répéteurs (*repeaters*), ponts (*bridges*) et/ou routeurs (*routers*). Notons que ces fonctions peuvent être intégrées dans **d'autres équipements**. Par exemple un DSLAM (*Digital Subscriber Loop Access Multiplexer*) peut fonctionner comme routeur.

Dans la terminologie OSI, les stations sont appelées *End systems* (ESs) et les routeurs sont appelés *Intermediate systems* (ISs)

Réseaux logiques



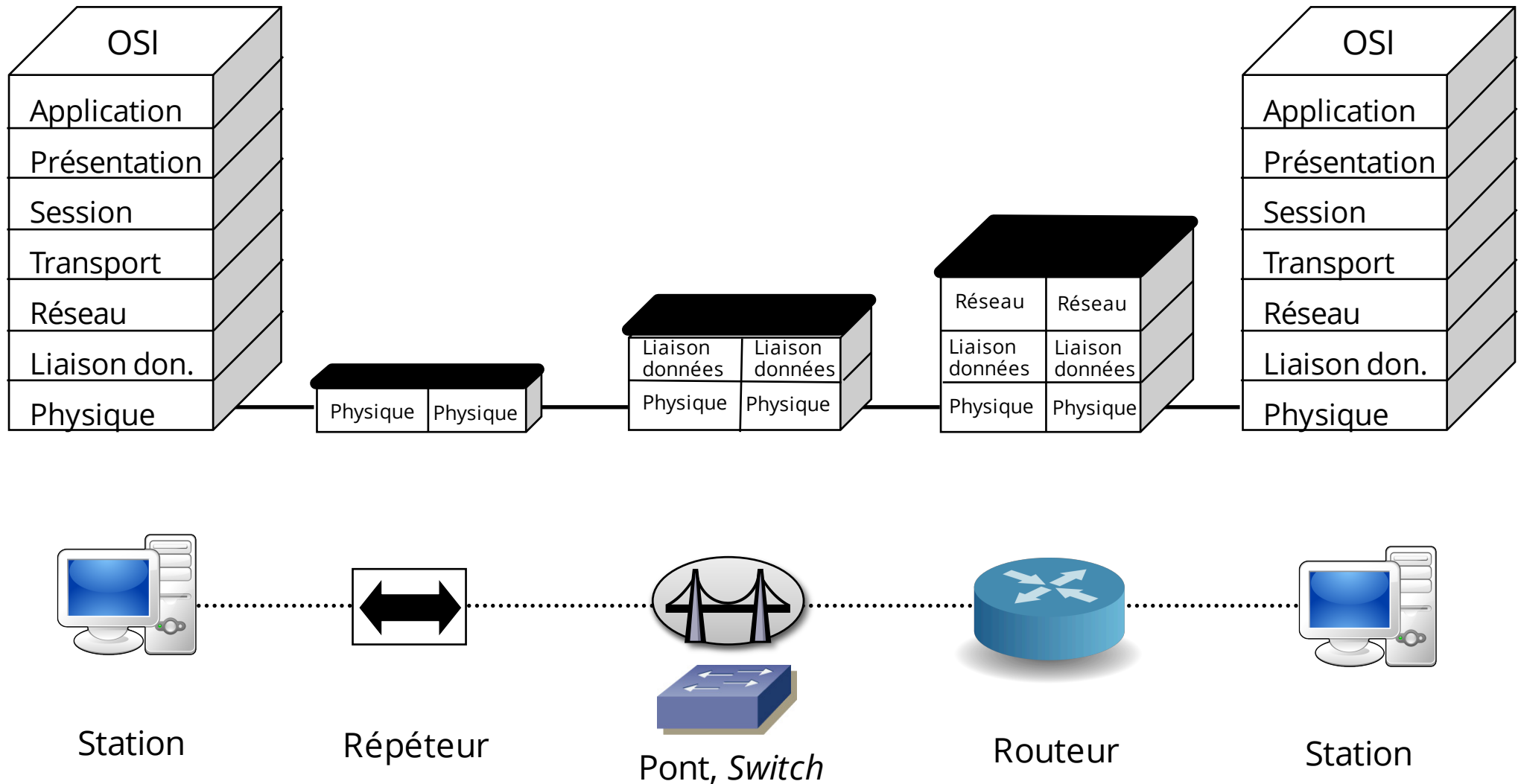
La vue logique permet de visualiser à quelle couche les réseaux sont interconnectés et quelles sont les fonctions des équipements d'interconnexion. La vue ci-dessus utilise le modèle Internet.

Motivations de l'interconnexion de réseaux

En dehors d'un "effet de mode", quels sont les "moteurs" qui poussent le développement de l'interconnexion de réseaux ?

- Un besoin de communication globale à l'échelle d'une entreprise, d'un campus, d'un pays, du monde, ...
- L'accès à des ressources partagées (serveurs, bases de données, imprimantes, modems, etc.)
- L'augmentation de l'efficacité d'une entreprise ou d'une organisation (saisie de données, rapidité de l'accès à l'information, consistance de l'information, suivi des processus et de la qualité, gestion des ressources, communication et suivi avec les clients, fournisseurs et partenaires, etc.)
- La segmentation de réseaux et le filtrage du trafic de façon à augmenter le débit à disposition des utilisateurs. Cette segmentation peut se faire sur des critères géographiques ou sur des critères de groupe de travail, de sécurité, de centres de coût, ..., c'est à dire la création de **réseaux virtuels**
- La redondance en cas de pannes ou de catastrophes

Vue logique de l'interconnexion



Les "LEGOs" de l'interconnexion (1)

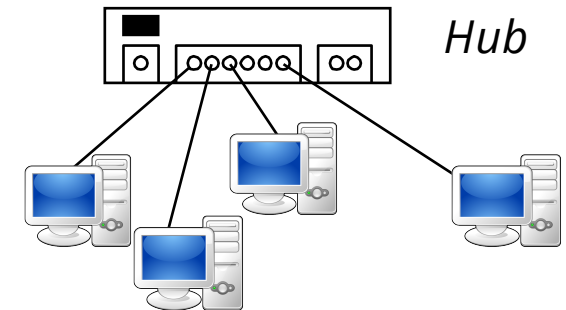
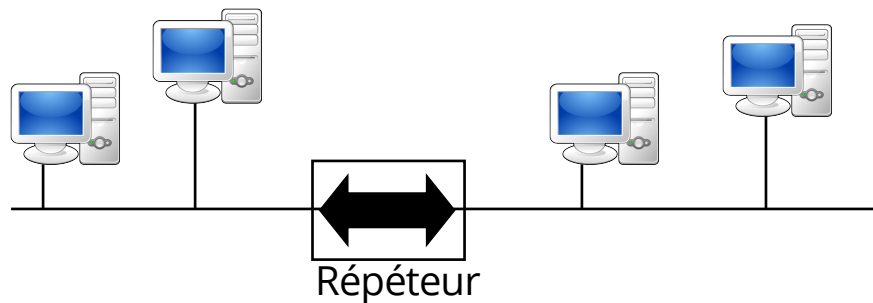
L'interconnexion des réseaux téléinformatiques dépend principalement de 7 éléments que l'on peut comparer à des "LEGOs". La liste ci-dessous donne une brève description du fonctionnement et des propriétés de ces éléments:

- **Répéteur (*Repeater*)**

Amplificateur digital au niveau de la couche physique (couche 1). Permet d'étendre le nombre de stations et la longueur du réseau. Il introduit un petit délai de propagation. Utilisé principalement dans la variante *Hub* ou dans les conversions de médium physique. Les répéteurs ne lisent ni les entêtes des trames ni les données.

- **Concentrateur (*Hub*)**

A l'origine, c'est simplement un répéteur multi-ports. Ils sont bon marchés et très répandus.



Les "LEGOs" de l'interconnexion (2)

▪ Pont (*bridge*)

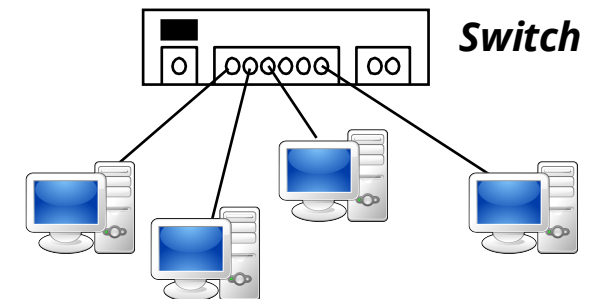
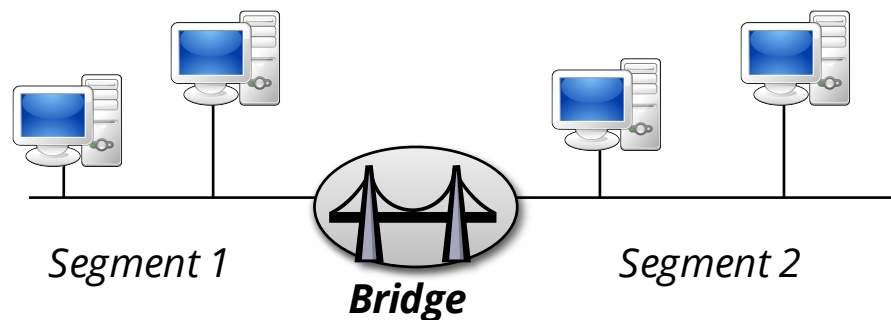
Interconnexion au niveau de la couche 2 (couche MAC). Généralement placés entre réseaux de même types, les *bridges* permettent de filtrer le trafic d'interconnexion et d'optimiser les ressources. Ils fonctionnent de manière rapide et efficace, généralement sur une base "*hardware*".

Une station va envoyer ses trames **au-travers** d'un *bridge* vers les autres stations et non pas à un *bridge*.

Un *bridge* va lire l'adresse MAC de destination et de déterminer si la destination est sur le réseau local ou ailleurs. Si la destination est sur le réseau local, le *bridge* va bloquer la trame. Si la destination n'est pas sur le réseau local, il va transmettre la trame vers les autres segments.

▪ Switch (*switch*)

Fonctions similaires à celles d'un *bridge* multi-ports mais basé sur une architecture de commutation *full-duplex* permettant des débits élevés. Evolution actuelle des *bridges*. Un *switch* peut aussi être basé sur les adresses de paquets (*switch* en couche 3). Les fonctions sont alors similaires à celles d'un routeur mais avec une rapidité supérieure.



Les "LEGOs" de l'interconnexion (3)

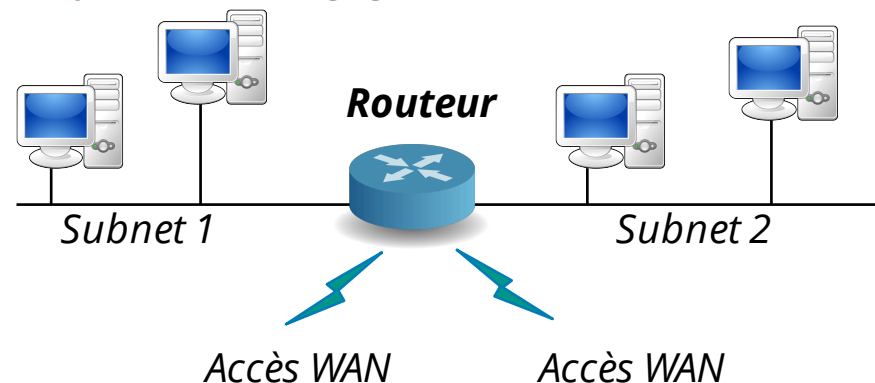
▪ Routeur (*router, gateway*)

Les routeurs sont les "centres d'aiguillage" des paquets au niveau de la couche OSI 3. Ils sont responsables du **choix des chemins à travers le réseau**. Ils travaillent avec les adresses de couche 3 qui sont des adresses globales.

Les stations envoient les trames au port d'accès du routeur sur le même segment.

Les routeurs utilisent un protocole de routage pour communiquer entre-eux et pour trouver le chemin "optimal" à travers le réseau à partir d'un **algorithmes de routage**. Ils fonctionnent de manière élaborée sur une base "software" (même si on essaye de plus en plus d'accélérer le fonctionnement en réalisant des fonctions en "hardware"). Ils possèdent le plus souvent un grand choix d'accès LAN et WAN.

Ils supportent en général toute une série de protocoles de communication de couche OSI 3 (IP, IPX) et toute une série de protocoles de routage (RIP, OSPF). Souvent, ils peuvent aussi *bridger* et sont donc des **brouters**. Permettent d'améliorer la sécurité et les ressources en filtrant les paquets. Les routeurs ont une adresse MAC et une adresse de couche 3 par port. Appelés routeurs ou anciennement **gateways** dans le langage Internet et IS (*Intermediate System*) dans le langage OSI.



OSPF: Open Shortest Path First;
RIP: Routing Information Protocol

Les "LEGOs" de l'interconnexion (4)

- **Passerelles (*Applications gateways*)**

Travaillent au niveau de la couche 7. Réalisation *software*. Applications typiques: e-mail *gateway* et le filtrage au niveau des applications pour la sécurité (*firewalls*). Les passerelles doivent donc regarder le contenu des trames pour faire l'adaptation.

- **Multiplexeur (multiplexer)**

Possible à tous les niveaux du modèle OSI. Très utilisé dans les accès WAN pour réduire la largeur de bande et donc les coûts au travers d'un réseau à longue distance. Les multiplexeurs de couche 2 envoient plusieurs signaux simultanément en parallèle sur un seul circuit physique.



"Bridging" et "Routing" comparés

- Il n'existe pas de critères universels de choix d'équipements d'interconnexion de réseaux. Il y a rarement de solution unique. Des critères aussi divers que le type d'application, la technologie, l'expérience du fabricant, le prix, les performances, le service après-vente, et l'état de la normalisation jouent un rôle important.
- Dans le cas particulier des *routeurs* et des *bridges*, on peut cependant identifier les points forts suivants:

<i>Bridging/Switching</i>	<i>Routing</i>
<ul style="list-style-type: none">- Vue "plane" du réseau- Rapide (hardware)- Facile à configurer- Indépendance des protocoles de couche 3 et au-dessus- Fonctionnement stable	<ul style="list-style-type: none">- Vue "hiérarchique" du réseau- Accès Internet- Sélection "optimale" du chemin à travers le réseau (statique ou dynamique)- Partage de la charge sur plusieurs ports possible (<i>load sharing</i>)- Interconnexion de réseaux dissemblables au niveaux des couches 1 et 2 du modèle OSI (par exemple Ethernet et ATM)- Fonctions de <i>firewall</i> (sécurité) possibles- Prévention des boucles et des "<i>broadcast storms</i>" (avalanches de messages de <i>broadcast</i> en couche 2)

Comparaison des possibilités d'interconnexion

(Exemple entre deux segments Ethernet 10BASE-T)

Caractéristiques	Répéteur	Switch	Pont	Routeur
Coût par port	Faible	Moyen	Moyen	Elevé
Capacité totale	10Mbit/s	Elevée	Elevée	Elevée
Délai de transfert	$\leq 3\text{ms}$	$\leq 40\text{ms}^*$	50-1500ms	50-1500+ms
Transfert basé sur l'adresse MAC	Non	Oui	Oui	Non
Indépendance du protocole couche 3	Oui	Oui	Oui	Non
Modifie les trames	Non	Non	Non	Oui

* mode *cut-through*