

# Chapitre : Interconnexion réseaux

## Outils de l'Internet

Joyce El Haddad

DU1 MI2E – Université Paris Dauphine

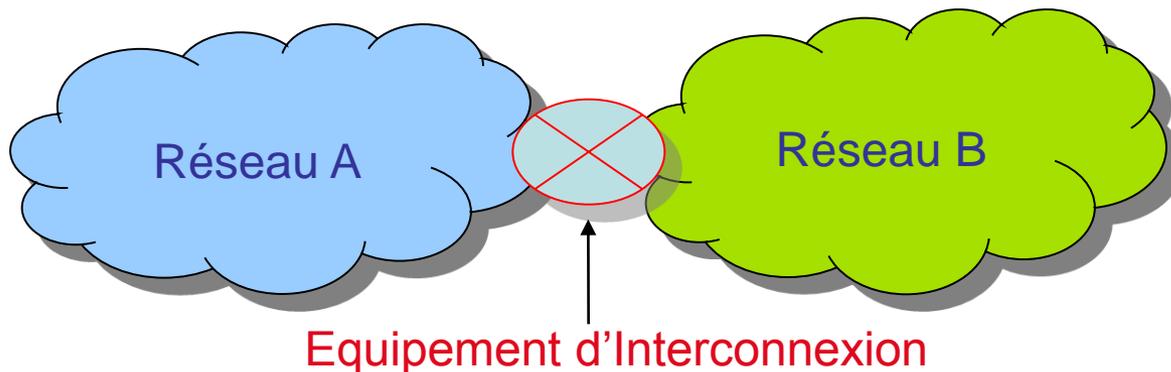
2008-2009

# Plan

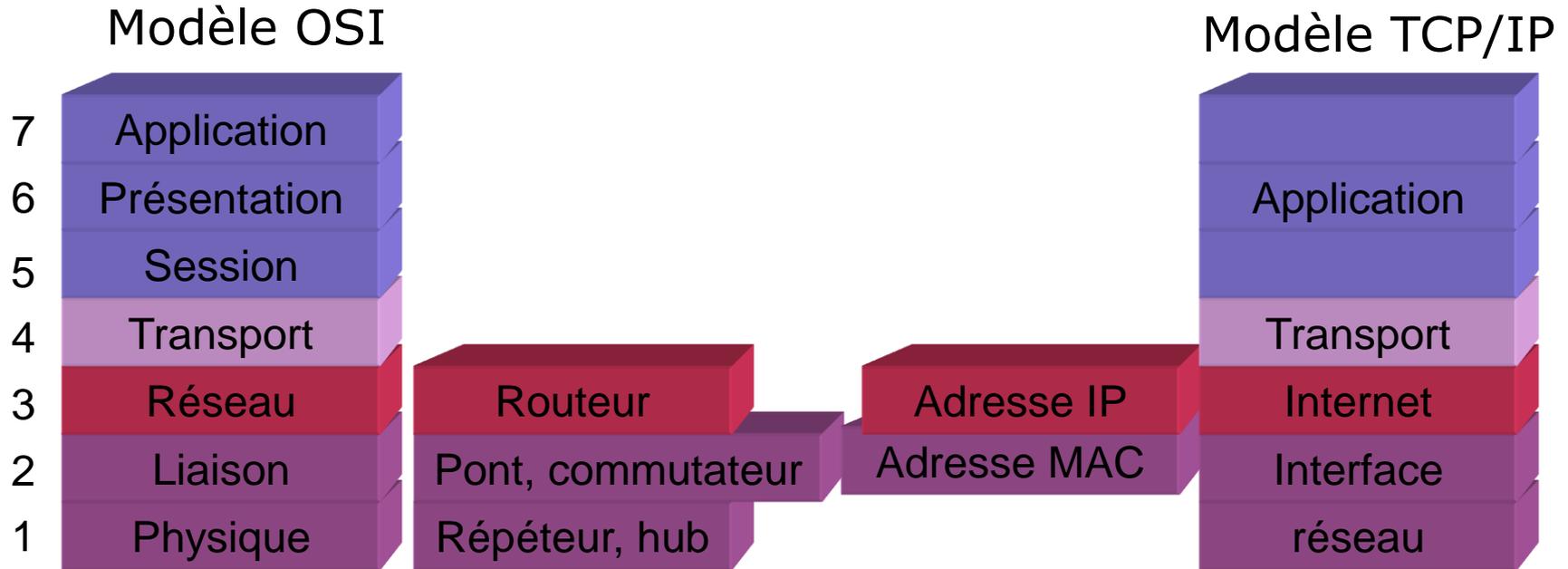
1. Interconnexion des réseaux
2. Equipements et modèle OSI
3. Description fonctionnelles des équipements
  1. Les répéteurs
  2. Les concentrateurs
  3. Les ponts
  4. Les commutateurs
  5. Les routeurs

# Interconnexion des réseaux

- Chaque topologie à ses limites en termes de longueur maximum d'un segment, nombre de machines par segment...
- Nécessité d'accroître le nombre possible de machines sur un réseau ou simplement d'interconnecté des réseaux
- Nécessité **d'équipements d'interconnexion** spécifiques
- Un élément qui permet d'interconnecter plusieurs réseaux de manière à permettre le passage de l'information d'un réseau à l'autre



# Equipements et modèle OSI



- Equipements et modèle de référence
  - Le modèle OSI (Open Systems Interconnection)
  - Le modèle TCP/IP
  - Des équipements d'interconnexion aux différents niveaux
    - Répéteur (niveau 1- couche Physique)
    - Pont (niveau 2 – couche Liaison)
    - Routeur (niveau 3 – couche Réseau)

# Description fonctionnelles des équipements

- Les principaux équipements d'interconnexion dans les réseaux locaux sont :
  - Le **répéteur**
  - Le **concentrateur** (hub)
  - Le **pont** (bridge)
  - Le **commutateur** (*switch*)
  - Le **routeur**

# Les répéteurs

- Sur une ligne de transmission, le signal subit des distorsions et un affaiblissement d'autant plus importants que la distance qui sépare deux éléments actifs est longue
- Un **répéteur** est un matériel électronique servant à amplifier un signal, et ainsi étendre la distance maximale entre deux machines d'un réseau
- Un équipement qui agit au niveau de la couche physique du modèle OSI



# Les répéteurs

- Rôle

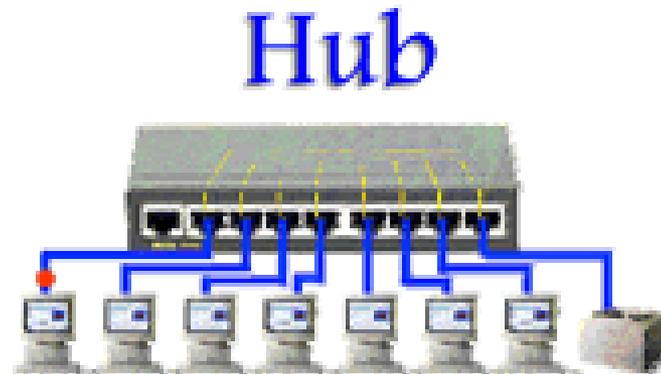
- Régénérer les données reçues et les retransmet afin d'accroître la distance de transmission
- Reconditionner un signal entre deux machines du réseau, afin d'étendre la distance de câblage d'un réseau
- Changer de type de support
  - Un répéteur agit sur un même support physique sauf s'il constitue une interface entre deux supports physiques de types différents
  - Exemple : Thinnet/Thicknet, un segment de paire torsadée à un brin de fibre optique...

# Les répéteurs

- Inconvénients
  - Inadaptable à l'interconnexion des brins fonctionnant à des vitesses différentes
  - Déconseillé en cas de trafic réseau important
  - Aucune connaissance de la sémantique de champs d'un message (adresse Medium Access Control = identifiant de la carte réseau)
    - Incapable de savoir si un message est valide ou pas

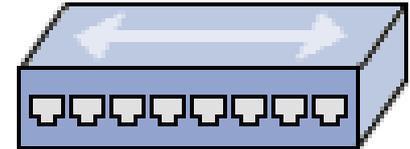
# Les concentrateurs (Hubs)

- Un équipement qui agit au niveau de la couche physique du modèle OSI
- Objectif
  - Récupérer les données parvenant sur un port et les diffuser sur l'ensemble des ports
- Rôle
  - Concentrer le trafic réseau provenant de plusieurs hôtes
  - Régénérer le signal



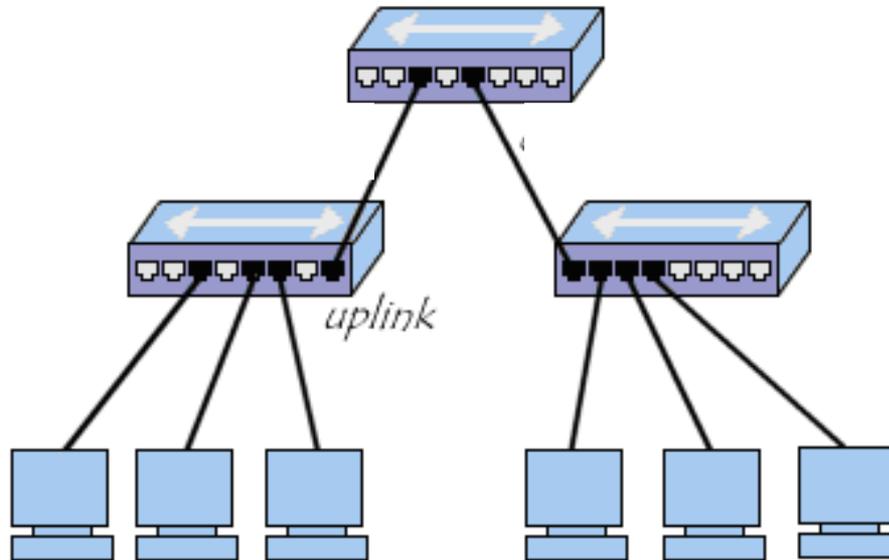
# Les concentrateurs (Hubs)

- **Caractéristiques**
  - Nombre de ports (4, 8, 16 ou 32)
  - Topologie du réseau : En étoile
- **Types de concentrateurs**
  - **Concentrateurs actifs** : permettent de régénérer le signal sur les différents ports
  - **Concentrateurs passifs** : permettent de diffuser le signal à tous les hôtes connectés sans amplification



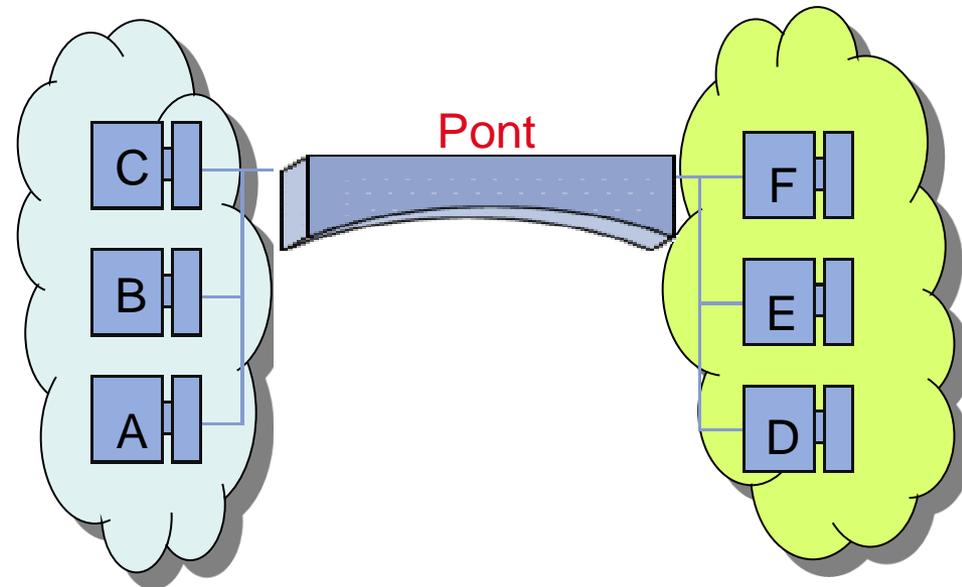
# Connexion de concentrateurs (1/2)

- Connecter en cascade plusieurs hubs (au max 3) entre eux afin de concentrer un plus grand nombre de machines
- Pour connecter plusieurs machines à une connexion Internet, un hub n'est pas suffisant
  - nécessité d'un autre équipement : **le pont**



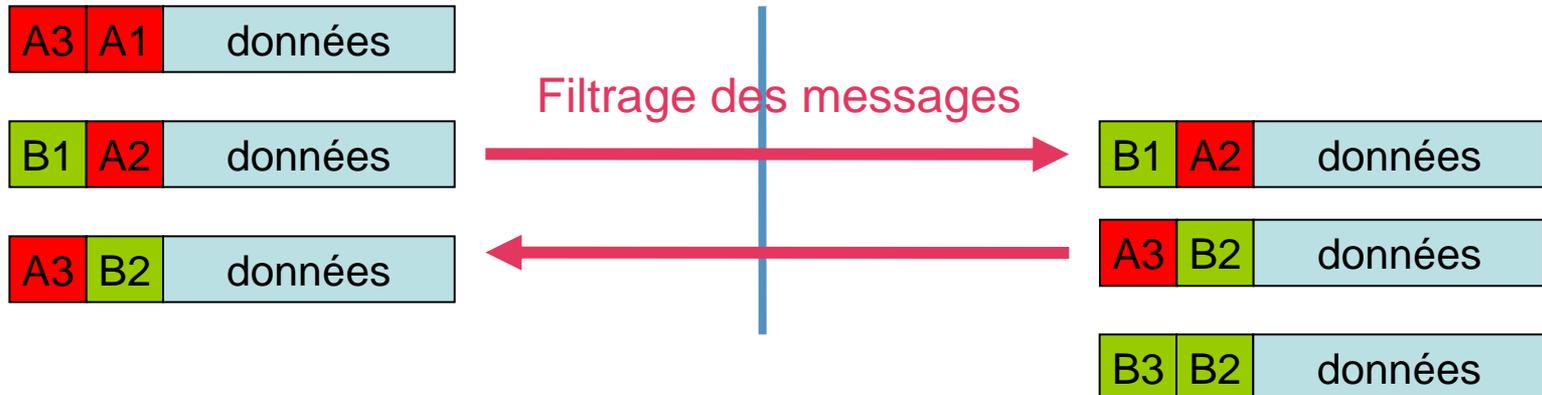
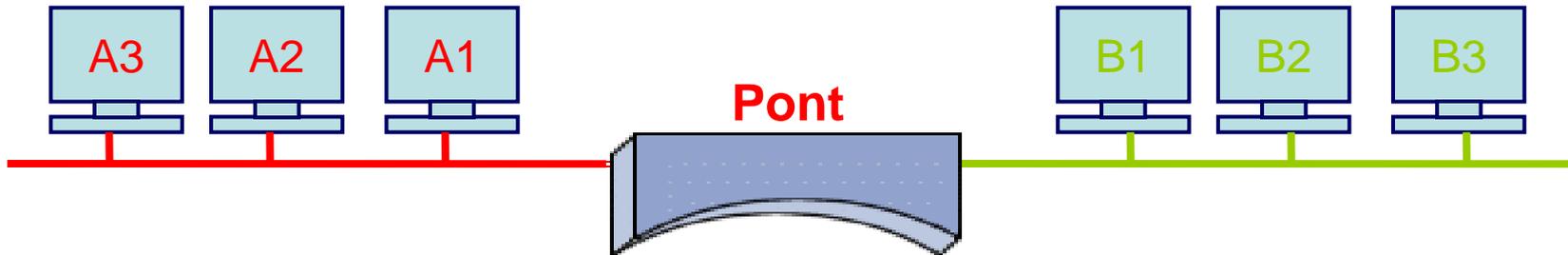
# Les Ponts (bridges)

- Un équipement qui agit au niveau de la couche liaison du modèle OSI
- Rôle
  - Relier des réseaux de support physique différents mais ayant les mêmes formats d'adresses MAC  
(exp. les imprimantes n'apparaissent pas dans les tables des ponts)
  - Transiter des messages entre deux réseaux
- Utilité
  - Les communications entre A, B et C n'encombrent pas les lignes du réseau entre les ordinateurs D, E et F
  - L'information passera uniquement lorsqu'un ordinateur d'un côté du pont enverra des données à un ordinateur situé de l'autre côté



# Les Ponts (bridges)

- Caractéristiques
  - Action Filtrante d'un pont
  - Apprentissage d'un pont



# Les Ponts : Le Principe

- Un pont possède deux connexions à deux réseaux distincts
- Lorsque le pont reçoit un message sur l'une de ses interfaces, il analyse l'adresse MAC du destinataire et de l'émetteur
  - Si le pont ne connaît pas l'émetteur, il stocke son adresse dans une table afin de se "souvenir" de quel côté du réseau se trouve l'émetteur
  - le pont est capable de savoir si émetteur et destinataire sont situés du même côté ou bien de part et d'autre du pont. Dans le premier cas le pont ignore le message, dans le second le pont transmet la trame sur l'autre réseau

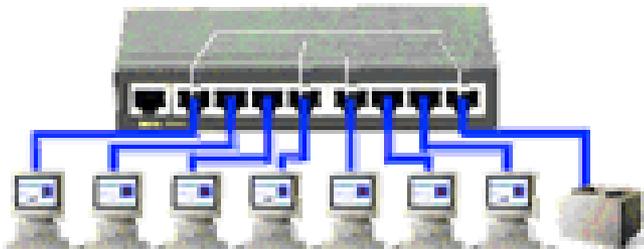
# Les Ponts (bridges)

- Avantages
  - Interconnexion des brins fonctionnant à des vitesses différentes grâce au à un fonctionnement « store and forward »
  - Capacité de détecter des messages non valides
  - Segmentation du réseau :
    - Conserver au niveau du réseau local les trames destinés au niveau local et en transmettre les trames destinées aux autres réseaux
  - Augmentation du niveau de confidentialité
    - Les informations destinées à un réseau ne peuvent pas être écoutées sur l'autre
- Inconvénients
  - Léger ralentissement lors du passage d'un réseau à l'autre à cause du filtrage
  - Saturation des buffers internes engendrant une perte de messages

# Les commutateurs (switchs)

- Un équipement qui agit au niveau de la couche liaison du modèle OSI
- Un pont multiports
- Rôle
  - Analyser les trames arrivant sur ses ports d'entrée
  - Filtrer les données afin de les aiguiller uniquement sur les ports adéquats

## Switch



# Les commutateurs

- Fonctionnement

- Au démarrage, un commutateur va construire une table de correspondance : adresse MAC - numéro de port de connexion
- Lorsqu'une nouvelle machine va se connecter sur un de ses ports, il va adapter sa table
- Les performances d'un commutateur sont tributaire de l'importance de cette table

- Caractéristiques

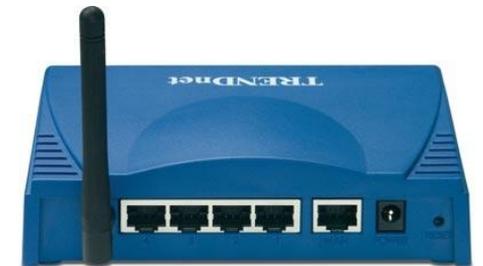
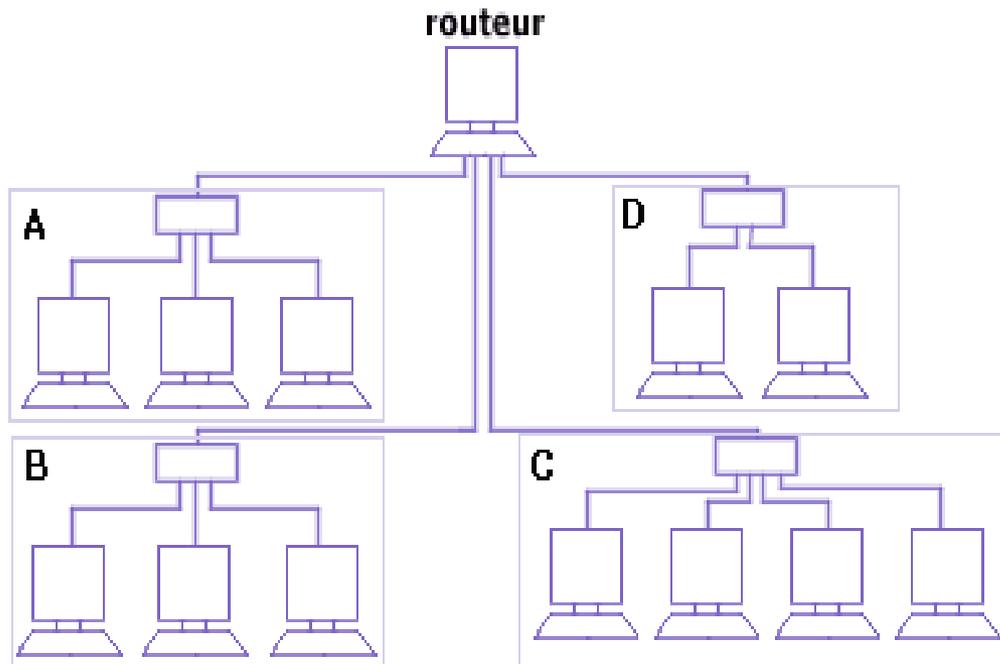
- Allier les propriétés du pont en matière de filtrage et les propriétés du concentrateur en matière de connectivité

# Les routeurs

- Un équipement qui agit au niveau de la couche réseau du modèle OSI
- Dispositifs permettant de "choisir" le chemin que les messages vont emprunter pour arriver à destination
  - Exemple
    - Lorsque vous demandez une URL ([www.dauphine.fr](http://www.dauphine.fr)), votre poste de travail envoie la requête au routeur le plus proche (en général celui de votre fournisseur d'accès) qui choisit la prochaine machine à laquelle il va faire circuler la demande de telle façon que le chemin choisi soit le plus court

# Les routeurs

- Les routeurs sont des machines ayant plusieurs cartes réseau dont chacune est reliée à un réseau différent



# Les routeurs

- Les routeurs permettent de manipuler les données afin de pouvoir assurer le passage d'un type de réseau à un autre
- Les réseaux ne peuvent pas faire circuler la même quantité simultanée d'informations en terme de taille de paquets de données. Les routeurs ont donc la possibilité de fragmenter les paquets (*datagrammes*) pour permettre leur circulation
- Les routeurs sont capables de créer des cartes (*tables de routage*) des itinéraires à suivre en fonction de l'adresse visée grâce à des protocoles dédiés à cette tâche
- Rôle
  - Aiguiller les paquets vers les destinataires directement ou vers un autre routeur

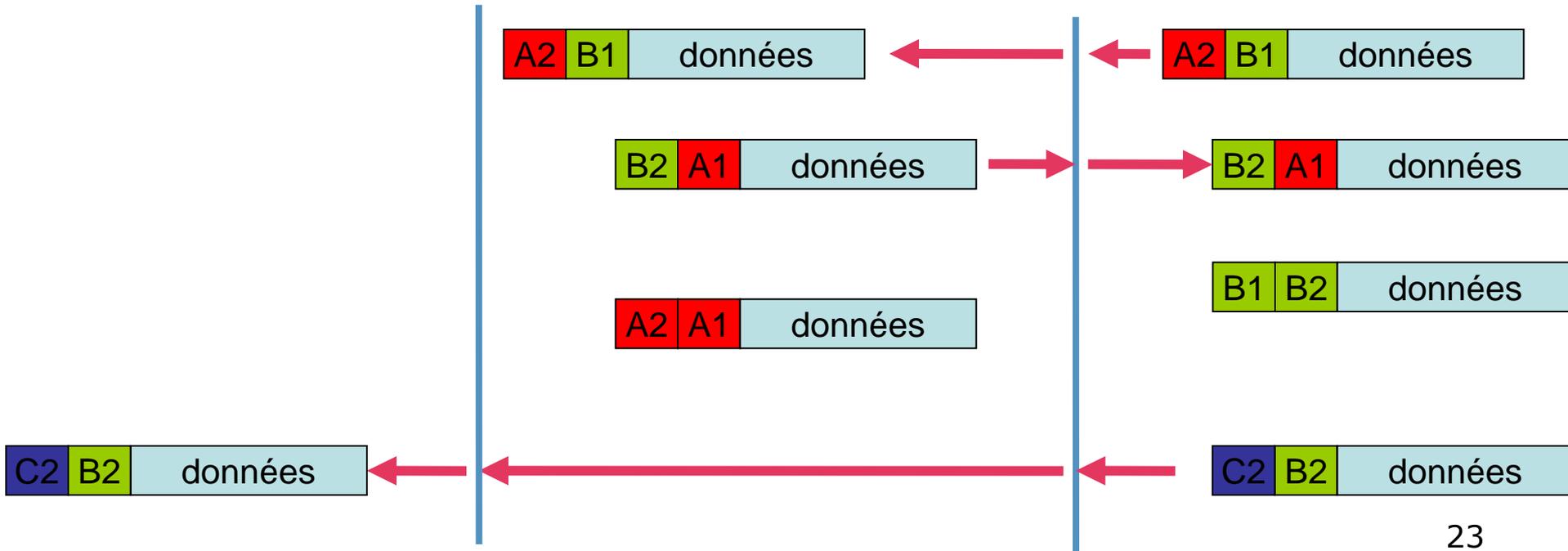
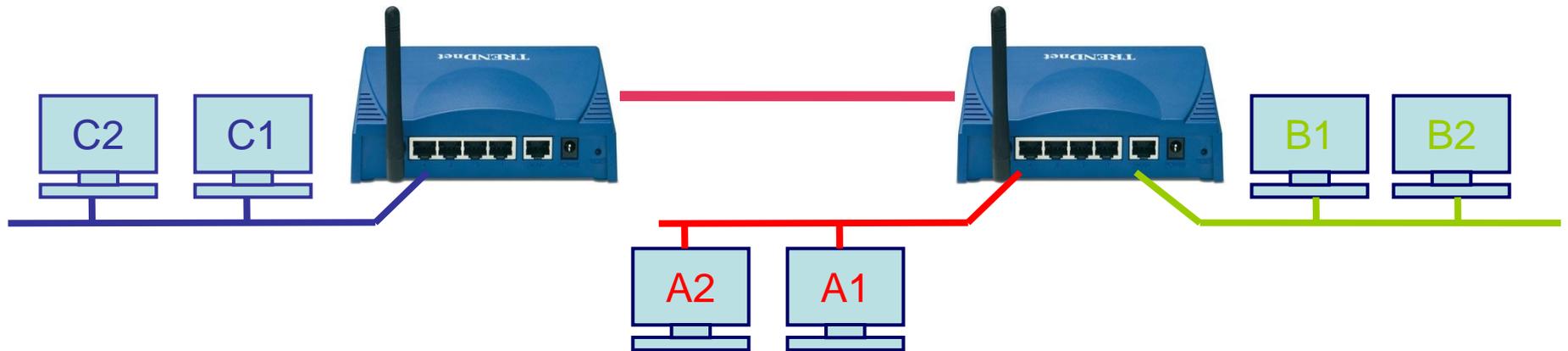
# Table de routage

- Table de correspondance entre l'adresse de la machine visée et le noeud suivant auquel le routeur doit délivrer le message
  - @ dest :: @ prochain routeur direct accessible :: Interface
- Connaissant l'adresse du destinataire encapsulée dans le message, le routeur est capable de savoir :
  1. sur quelle interface envoyer le message (i.e., quelle carte réseau utiliser),
  2. à quel routeur, directement accessible sur le réseau auquel cette carte est connectée, remettre le datagramme
- Ce mécanisme consistant à ne connaître que l'adresse du prochain maillon menant à la destination est appelé **routage par sauts successifs** (next-hop routing)

# Fonctionnement

- Les routeurs fonctionnent grâce à des tables de routage et des protocoles de routage
  - Le routeur reçoit un paquet provenant d'une machine connectée à un des réseaux auquel il est rattaché
  - Le routeur regarde l'en-tête du datagramme :
    - Soit @destination appartient à l'un des réseaux auxquels une des interfaces du routeur est rattaché, alors l'information est envoyée à la machine visée
    - Soit @destination fait partie d'un réseau différent, le routeur consulte sa table de routage qui définit le chemin à emprunter pour une adresse donnée
  - Le routeur envoie le datagramme grâce à la carte réseau reliée au réseau sur lequel le routeur décide d'envoyer le paquet
- Le message est remis de routeur en routeur par sauts successifs, jusqu'à la machine destinataire

# Exemple de routage



# Types de routage

- Deux scénarios
  - **remise directe** : émetteur et destinataire appartiennent au même réseau
  - **remise indirecte** : il y a au moins un routeur entre l'expéditeur et le destinataire
- Dans le cas de la remise indirecte, le rôle du routeur est très important. Le fonctionnement d'un routeur est déterminé par la façon selon laquelle la table de routage est créée
  - **routage statique** : la table de routage est entrée manuellement par l'administrateur (viable pour de petits réseaux). Les chemins sont prédéfinis et les routeurs intermédiaires ne prennent aucune décision de routage.
  - **routage dynamique** : le routeur construit lui-même la table de routage en fonction des informations qu'il reçoit et d'un protocole appelé **protocole de routage** qui permet la mise à jour automatique de la table afin qu'elle contienne à tout moment la route optimale

# Particularités d'un routeur

- Avantages
  - Contrôler le flux : ne laisse pas passer un message si l'adresse de destination est inconnue
  - Choisir le meilleur parmi plusieurs chemins vers un destinataire
  - Accéder aux réseaux grandes distances
- Particularités
  - Les tables de routage sont construites soit par "apprentissage" soit à la main
  - Les réseaux raccordés peuvent être de nature différente et restent des réseaux physiques différents (les adresses MAC d'un côté restent totalement inconnues de l'autre côté)
  - Un routeur peut interconnecter plus que deux réseaux, il lui suffit de disposer d'une entrée dans chaque réseau à interconnecter

# Les routeurs

- Dans la configuration la plus simple, le routeur n'a qu'à "regarder" sur quel réseau se trouve un ordinateur pour lui faire parvenir les messages en provenance de l'expéditeur
- Sur Internet le schéma est beaucoup plus compliqué
  - Le nombre de réseaux auxquels un routeur est connecté est généralement important.
  - Les réseaux auxquels le routeur est relié peuvent être reliés à d'autres réseaux que le routeur ne connaît pas directement

