

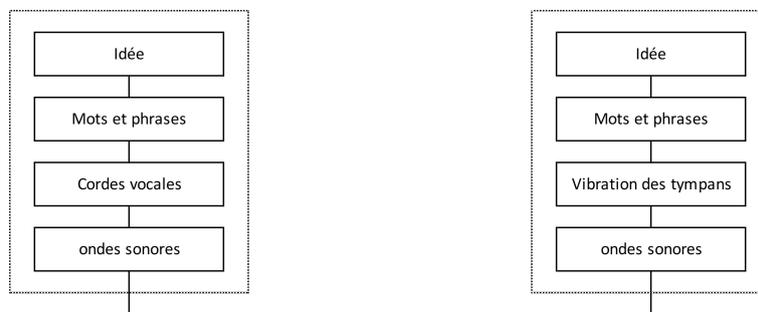
Première NSI  
Chapitre XIII - Les réseaux

# I. Transmission de données dans un réseau

Lorsqu'on veut transmettre une idée à une autre personnes, plusieurs étapes s'activent, qu'elles soit physiologiques ou intellectuelles.

Ces différentes étapes sont les suivantes :

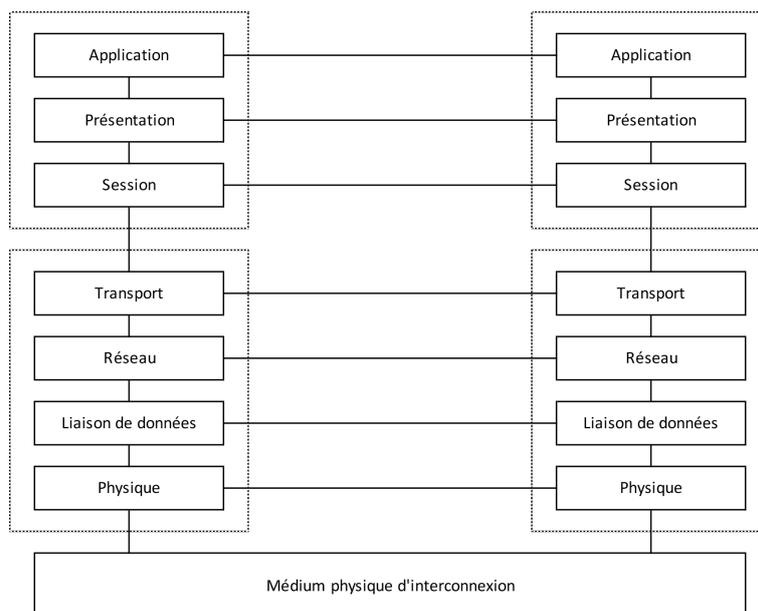
- J'ai une idée
- Je la transforme en mots et phrases
- Je fais vibrer mes cordes vocales
- des ondes sonores sont émises
- Ces ondes sonores sont reçues
- Elles font vibrer les tympans
- Puis transformées en mots et phrases
- Et enfin transformées en idées.



Le même principe est utilisé pour les réseaux informatiques.

## I.1. Modèle OSI

Le modèle OSI (Open System Interconnection) est un modèle conceptuel qui décrit les fonctionnalités nécessaires à la communication entre deux ordinateurs. Il comporte 7 couches de fonctionnalités.



- La couche physique

La couche physique est constituée des protocoles responsables du transfert individuel d'un bit, 0 ou 1, à travers un support physique (généralement un câble, métallique ou optique, ou un lien radio).

C'est la partie électronique des réseaux.

L'équipement nécessaire pour cette couche est :

- Le câblage : cuivre (RJ45), fibre optique
- Des transformateurs : transforme le signal (par exemple électrique en optique)
- Des répéteurs : répète et amplifie les signaux
- Des concentrateurs (hub)

- La couche liaison de données

La couche liaison est constituée de protocoles responsables de la coordination du transfert de paquets à travers un support physique, de l'identification des ordinateurs directement connectés à ce support et de la gestion du « temps de parole » de chacun sur ce support. Les protocoles de cette couche les plus connus sont le Wifi, le Bluetooth ou l'Ethernet.

La couche liaison utilise des identifiants qui désignent au plus une interface (carte réseau, récepteur Wifi ou bluetooth) connectant un ordinateur. Ces identifiants sont le plus souvent une adresse MAC, unique pour chaque interface, constituée de 48 bits, souvent notée sous forme hexadécimale (exemple : 10:93:e9:0a:42:ac). L'entête des paquets envoyés par la couche lien comprend l'adresse MAC de l'ordinateur émetteur et de l'ordinateur récepteur. Cependant si l'émetteur veut s'adresser à tout le monde sur le réseau, il existe une adresse spéciale (broadcast ou adresse de diffusion), désignant tout le monde connecté à ce lien. Le récepteur d'un paquet avec une telle adresse traite le paquet comme si celui-ci lui était personnellement destiné.

L'équipement nécessaire pour cette couche est :

- Des commutateurs (switch)

- La couche réseau

La couche réseau est constituée de protocoles responsables de l'aiguillage de chaque paquet vers sa destination, à chaque embranchement entre différents supports physiques rencontrés au cours du périple de ce paquet à travers le réseau. Le protocole le plus connu de cette couche est le protocole IP (Internet Protocol). Les protocoles de la couche réseau doivent identifier chaque ordinateur connecté sur le réseau. Les identifiants utilisés sont les adresses IP, un format d'adresse indépendant des protocoles de la couche lien et cohérent à l'échelle du réseau entier.

Les adresses IP sont constituées de 32 bits notés sous la formes de 4 mots de 8 bits, chacun exprimé sous la forme d'un nombre compris entre 0 et 255 ( $= 2^8 - 1$ ), par exemple 255.168.1.5.

Pour trouver le chemin d'un ordinateur à l'autre lorsqu'on connaît l'adresse IP du destinataire, il faut utiliser un autre protocole : le protocole de routage. Ce dernier est utilisé par les routeurs.

Le fonctionnement est le suivant :

- Je veux contacter un ordinateur A dont je connais l'adresse IP.
- Je demande à mon routeur s'il connaît l'ordinateur A. Il cherche dans sa table de routage s'il connaît l'ordinateur A.
- S'il le connaît, il envoie le message, sinon, il fait un broadcast voir s'il est sur son réseau.
- S'il est sur son réseau, il note le chemin de l'ordinateur A dans sa table de routage et envoie le message sinon il demande au routeur supérieur.
- Ainsi, il trouvera le chemin de l'ordinateur A et donc le notera dans sa table de routage.

L'équipement nécessaire pour cette couche est :

- Des routeurs

- La couche transport

La couche transport est constituée des protocoles responsables de l’empaquetage des données à transmettre, ainsi que de la coordination entre l’expéditeur et le destinataire des paquets, pour assurer la fiabilité de leur transport de bout en bout. Cette couche doit également identifier les applications en cours d’exécution qui utilisent le réseau. Le protocole le plus connu de cette couche est le TCP (Transmission Control Protocol). Les paquets envoyés ont un "poids" maximum (1500 octets en général). Si le message fait plus de ce poids autorisé, il faut le couper en plusieurs fragments. Ces derniers sont envoyés les uns après les autres.

L’identifiant envoyé par la couche transport est appelé le numéro de port. Il est associé à l’adresse IP de l’ordinateur destinataire.

La commutation par paquets permet de fournir des flux de données à débit binaire variable, ce qui empêche la perte d’information : Lorsqu’un paquet arrive à un noeud du réseau (routeur ou commutateur) il est mis en mémoire tampon puis en file d’attente et enfin transmis. (c’est ici qu’apparaît la latence).

- La couche session

Cette couche est responsable de la synchronisation. Elle cadence le dialogue des applications et leur dit si elles peuvent émettre ou doivent attendre ou reprendre le dialogue par exemple.

- La couche présentation

Cette couche s’occupe de la syntaxe et la sémantique des données transmises. Elle peut chiffrer ou compresser les données.

- La couche application

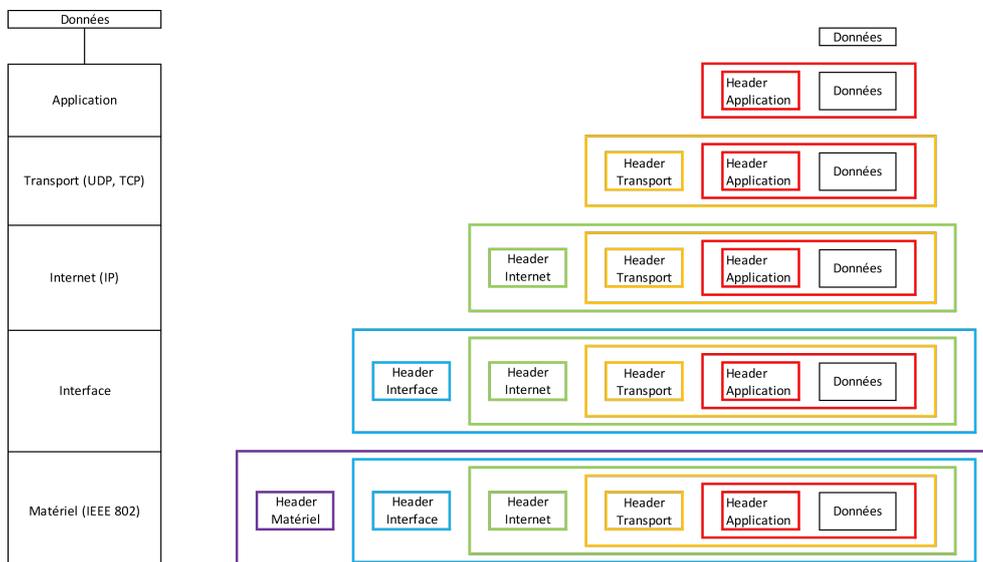
Cette couche offre l’accès aux couches suivantes de la pile OSI.

## I.2. Encapsulation

Les couches fonctionnent selon le principe suivant :

- Une couche fournit un service à une couche de niveau supérieur.
- Une couche utilise le service fourni par une couche inférieure mais ignore le détail de la réalisation.
- Deux couches de même niveau appartenant à deux systèmes interconnectés dialoguent en utilisant le même protocole.
- Quand une couche  $n$  reçoit un paquet à transmettre de la part de la couche  $n + 1$  à son homologue sur un autre ordinateur, elle encapsule tel quel ce paquet dans un paquet plus grand avec en en-tête (header) les informations nécessaires, spécifiques au bon fonctionnement de la couche  $n$  pour l’acheminement du paquet vers la couche  $n$  de l’autre ordinateur. Evidemment, sur l’autre ordinateur, chaque couche  $n$  transmet le message à la couche  $n + 1$  si l’en-tête est correcte.

L’encapsulation est un mécanisme consistant à rassembler les données et les méthodes au sein d’une structure en cachant l’implémentation de l’objet, c’est-à-dire en empêchant l’accès aux données par un autre moyen que les services proposés. L’encapsulation permet donc de garantir l’intégrité des données contenues dans l’objet.



## II. Protocole de communication

### II.1. Modèle TCP/IP

Dans la pratique, on utilise principalement les protocoles du modèle TCP/IP.

Modèle OSI		Modèle TCP/IP
Application		Application
Présentation		
Session		
Transport		Transport (UDP, TCP)
Réseau		Internet (IP)
Liaison de données		Interface
Physique		Matériel (IEEE 802)

Il reprend le modèle des couches mais n'en possède que cinq. Nous nous intéresserons aux couches Transport et Internet, et plus particulièrement aux protocoles TCP et IP.

### II.2. Protocole TCP

#### II.2.a. Généralités

Il transporte les paquets et vérifie leur intégrité. Il garantit que tout paquet finira par arriver, quitte à redemander des paquets qui se seraient détruits ou perdus à cause d'une panne matérielle (idée de l'accusé réception). Un paquet peut se détruire car il contient l'information d'un nombre maximal de routeur à traverser.

Une session TCP fonctionne en trois phases :

- l'établissement de la connexion
- les transferts de données
- la fin de la connexion

## II.2.b. Protocole du bit alterné

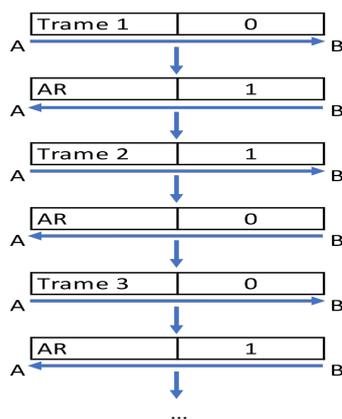
Le protocole TCP garantit l'intégrité et l'arrivée des données grâce à un protocole simple dit du bit alterné. On rappelle que les données sont coupées en paquets et envoyées dans des trames. Le principe est le suivant :

- Une trame est envoyée par A avec un drapeau à 0
- Elle est reçue par B
- B envoie un accusé réception à A avec un drapeau à 1
- A envoie une trame avec un drapeau à 1
- Elle est reçue par B
- B envoie un accusé réception à A avec un drapeau à 0
- etc.

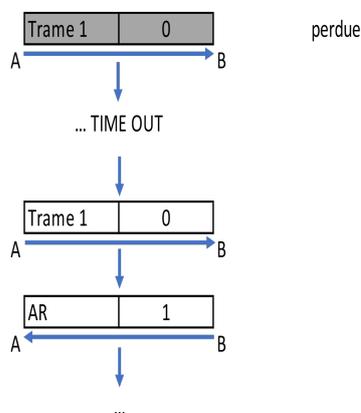
De plus l'émetteur possède une horloge. Pour chaque trame, une certaine durée ne doit pas être dépassée avant la réception de l'accusé sous peine de renvoyer la trame.

### Déroulé du protocole du bit alterné

- Cas où il n'y a pas de perte

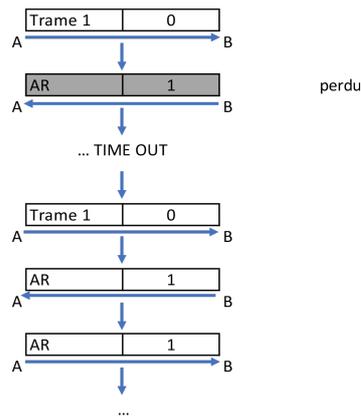


- Cas avec perte de la trame



Comme B n'a rien reçu, il ne peut renvoyer d'accusé réception. Donc, au bout d'un certain temps, A n'a pas reçu d'accusé réception donc renvoie la trame avec le même drapeau.

- Cas avec perte de l'accusé réception



B a renvoyé un accusé réception avec un certain drapeau. Cet accusé réception est perdu.

Donc, au bout d'un certain temps, A n'a pas reçu d'accusé réception donc renvoie la trame avec le même drapeau.

B reçoit une trame avec le même drapeau alors qu'il attend une trame avec un drapeau différent du précédent donc se doute que l'accusé réception n'a pas été reçu. Sans tenir compte de la trame, il renvoie un accusé réception avec un drapeau différent.

### II.3. Protocole IP

Il s'agit d'un ensemble de normes qui permettent d'identifier et de nommer de façon uniforme tous les ordinateurs (ou objets connectés) qui lui sont connectés.

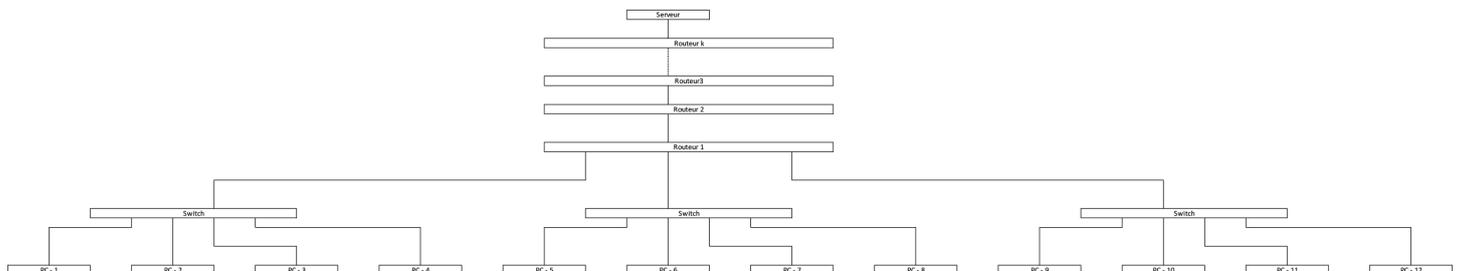
Les protocoles IP s'intègrent dans la suite des protocoles Internet et permettent un service d'adressage unique pour l'ensemble des terminaux connectés.

Lors d'une communication entre deux postes, le flux de données provenant de la couche transport est encapsulé dans des paquets par le protocole IP lors de leur passage au niveau de la couche Internet. Ces paquets sont ensuite transmis à la couche Interface de données afin d'y être encapsulés dans des trames.

Lorsque deux terminaux communiquent entre eux via ce protocole, aucun chemin pour le transfert des données n'est établi à l'avance : il est dit que le protocole est « non orienté connexion ». Par opposition, pour un système comme le réseau téléphonique commuté, le chemin par lequel va passer la voix (ou les données) est établi au démarrage de la connexion : le protocole est « orienté connexion ».

### III. Architecture d'un réseau

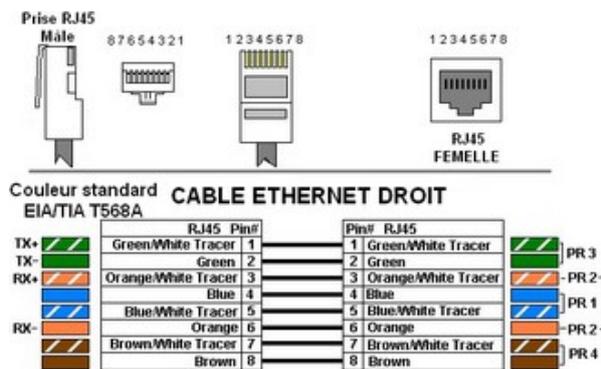
Un réseau est donc composé d'ordinateurs (dont au moins un est appelé serveur et les autres sont appelés clients), de switch et de routeurs. On peut éventuellement y ajouter des Hub (si on veut surveiller le trafic par exemple). Et on câble le tout.



### III.1. Les composants d'un réseau

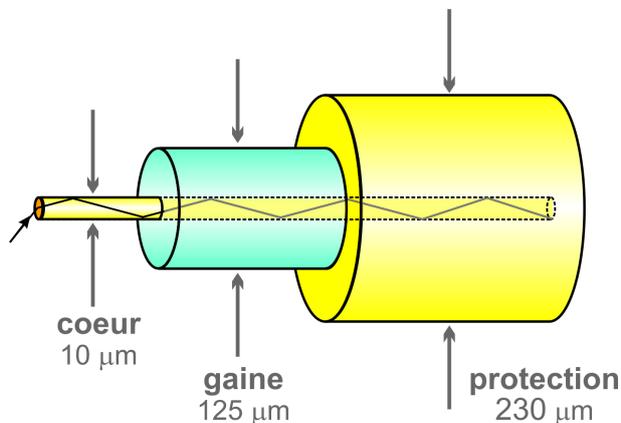
#### III.1.a. Le câble RJ45 droit

Un câble RJ45 est un câble dont les terminaisons sont des prises RJ45. Il est composé de 4 paires de fils torsadés.



#### III.1.b. La fibre optique

Une fibre optique est un fil qui conduit la lumière.



#### III.1.c. Le concentrateur ou hub

Le hub (ou concentrateur) permet de relier des ordinateurs entre eux. Le hub ne traite ni la couche Liaison, ni la couche Réseau (voir plus loin). Donc lorsqu'il reçoit des données par un port, il les renvoie à tous les autres ports. Le problème est donc la confidentialité car on ne choisit pas à qui on envoie les données. Un autre problème du hub est le fait que si plusieurs machines envoient des données simultanément, il peut y avoir des collisions.



### III.1.d. Le commutateur ou switch

Le switch est un hub mais qui n'envoie les données reçues qu'à un seul destinataire car il opère sur la couche Liaison. Il crée une table d'adresses MAC pour garder une trace des différentes adresses matérielles et des ports associés à ces adresses.



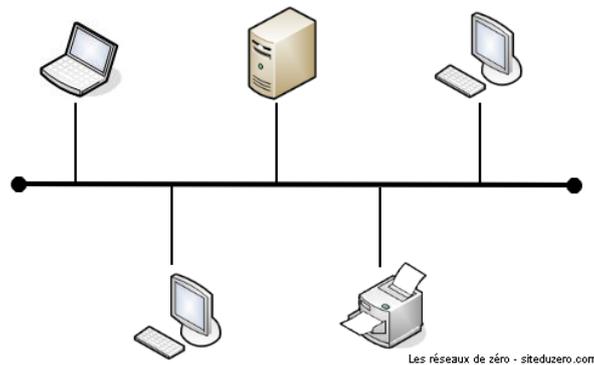
### III.1.e. Le routeur

Le routeur est un switch avec un port supplémentaire qui permet d'atteindre un autre réseau. Il fonctionne donc aussi sur la couche Réseau. Le routeur conserve la table de routage pour le transfert de données. Chez vous, il est souvent le lien entre votre réseau local et internet.



## III.2. topologies de réseaux

### III.2.a. La topologie en bus

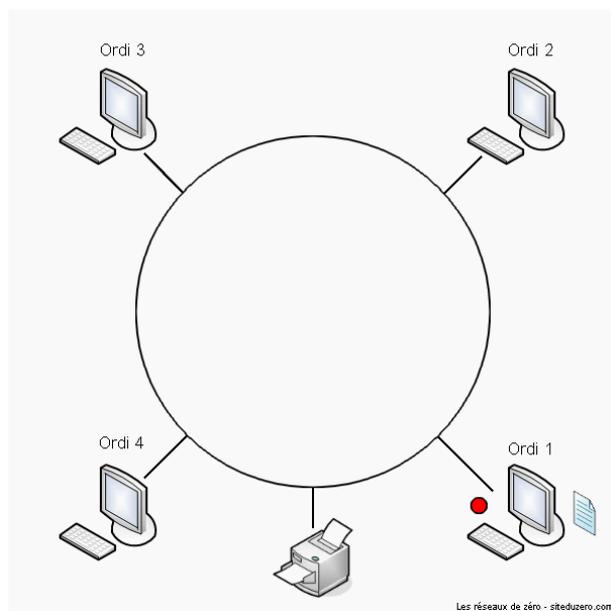


Un "seul" câble permet de parcourir le réseau. Donc le coût est très faible et si un ordinateur ne fonctionne pas, ça ne gêne pas le réseau.

A la fin de chaque câble se trouve un bouchon (ou terminateur).

Problème : lorsqu'un signal est envoyé sur le réseau, il est envoyé de façon bidirectionnelle et dans tous les ordinateurs. De plus, comme le câble est commun, la transmission est très faible et 2 ordinateurs ne peuvent communiquer simultanément sous peine de collision des données. C'est pourquoi, chaque ordinateur doit écouter le réseau avant d'envoyer des données.

### III.2.b. La topologie en anneau



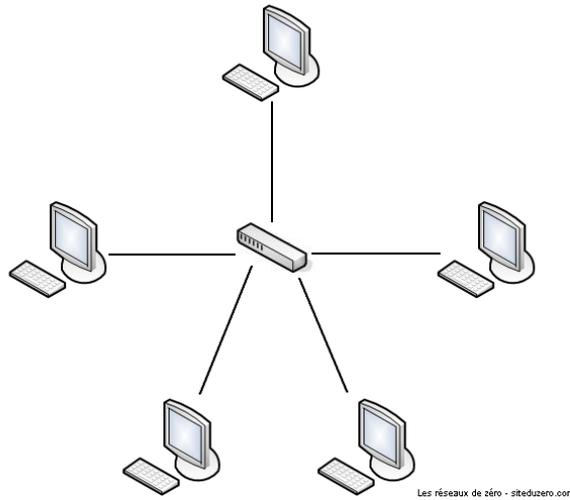
Dans une topologie en anneau, ce dernier est unidirectionnel. Il ressemble à une topologie en bus à l'exception que les extrémités sont reliées.

Lorsqu'un ordinateur émet des données pour un autre ordinateur, chaque ordinateur intermédiaire reçoit les informations et les ré-émet si elle ne lui sont pas destinées.

Il pourrait y avoir des collisions aussi mais cette topologie possède une particularité : le token ring (jeton de l'anneau) : une fois qu'un ordinateur a émis des données à un autre ordinateur, il donne le jeton à l'ordinateur suivant qui émettra des données si besoin et passera le jeton à l'ordinateur suivant, etc.

Problème : si un des ordinateurs intermédiaires ne fonctionne pas, il bloque le réseau. C'est pourquoi en général, on met deux boucles unidirectionnelles : une dans un sens et une dans l'autre sens.

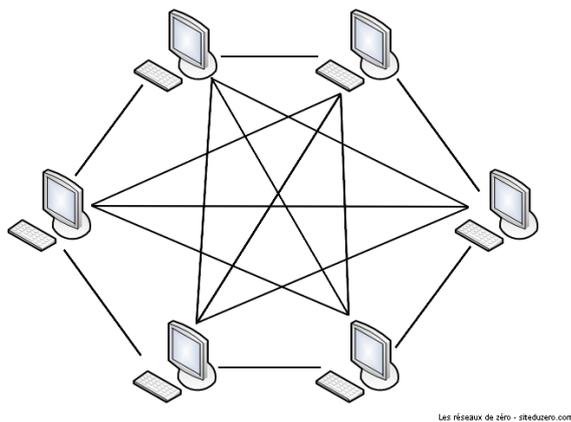
### III.2.c. La topologie en étoile



C'est la topologie la plus courante actuellement. La panne d'un ordinateur ne perturbe pas le réseau. Cependant la panne de l'élément central (switch ou routeur) entraîne la défaillance du réseau.

Problème : Avec ce réseau, la longueur du câblage est important donc plus cher.

### III.2.d. La topologie en maille



Elle correspond à plusieurs liaisons point à point. Chaque ordinateur est relié à tous les autres. Donc s'il y a  $n$  ordinateurs sur le réseau, ils auront chacun  $n - 1$  cartes réseaux. Il faudra donc en tout  $n(n - 1)$  câbles.

Problème : Cette topologie est très onéreuse. On la trouve sur certains grands réseaux (internet, l'armée, etc.) car l'information peut parcourir le réseau par de multiples chemins ou les très petits réseaux.

## IV. Exercices

### IV.1. Exercice 1

1. Exécuter le logiciel « Filius ».
2. Créer un réseau avec 5 ordinateurs portables que vous nommerez PC 1 à PC5. Les cinq PC doivent avoir des adresses IP différentes de 192.168.0.1 à 192.168.0.5.
3. Sur le PC 1 :
  - (a) Installer le logiciel de « ligne de commande »
  - (b) Exécuter le logiciel.
  - (c) À l'invite de commande, tapez :

```
1 /> ping 192.168.0.5
```

Expliquez ce que vous voyez.

4. Créer un autre réseau avec 3 PC dont les adresses IP vont de 192.168.1.1 à 192.168.1.3.
5. Relier les deux réseaux par un routeur.
6. Sur le PC 1, à l'invite de commande, tapez :

```
1 /> ping 192.168.1.1
```

Que remarquez-vous ?

7. On rappelle qu'un routeur possède plusieurs cartes réseaux. Donc chacune de ses cartes doivent appartenir au même réseau, c'est-à-dire que leur adresse IP doivent avoir les 3 premiers octets identiques (192.168.0 pour le premier réseau et 192.168.1 pour le deuxième réseau). Modifier alors la configuration du routeur.
8. De plus chaque machine doit savoir vers où se diriger pour sortir du réseau. Indiquer à chaque ordinateur la passerelle, c'est-à-dire l'adresse IP de la carte réseau du routeur vers laquelle ils doivent envoyer les informations pour sortir du réseau.
9. Sur le PC 1, à l'invite de commande, tapez :

```
1 /> ping 192.168.1.1
```

Que remarquez-vous ?