

Généralités sur les Réseaux locaux

I- Evolution de l'informatique

Au début de l'informatique, disons dans les **années 60**, les machines utilisées étaient de grosses unités centrales dont les programmes et les données étaient stockés sous forme de cartes perforées. Puis, sont apparus des terminaux non intelligents de type TTY et ensuite des écrans à tube cathodique. Chaque constructeur possédait non seulement ses propres technologies en ce qui concerne le matériel, mais aussi ses propres systèmes d'exploitation et ses propres programmes applicatifs.

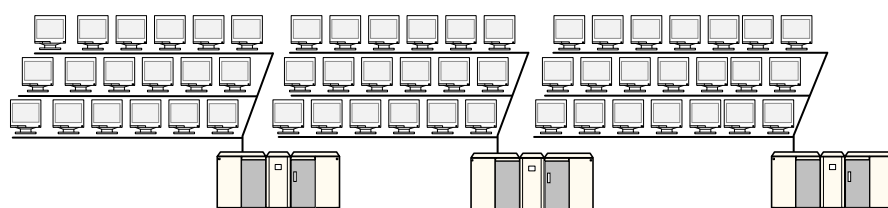


Figure 1 : L'informatique des années 60.

A partir des **années 70**, sont apparues des machines moins volumineuses, moins coûteuses à base de circuits intégrés, les mini-ordinateurs (les "minis"). La mini-informatique est alors apparue dans les PME-PMI. Des périphériques de saisie de type écran-clavier, sont reliés à des mini-ordinateurs dont le système d'exploitation est "propriétaire". Les progrès de la transmission autorisent la connexion à distance des machines entre elles, en utilisant des lignes téléphoniques spécialisées ou non. Les vitesses de transmission restent toutefois modestes, de 300 à 4800 Bps dans les meilleurs cas.

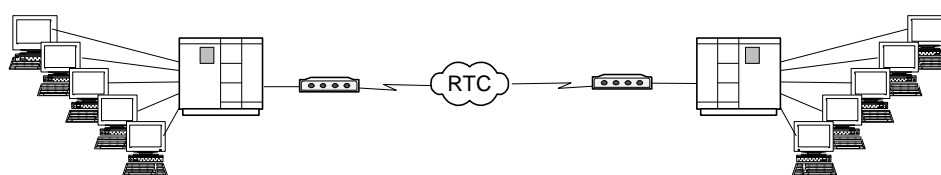


Figure 2 : Les mini-systèmes des années 70.

Au début des **années 80**, sont apparues les microprocesseurs et les premiers micro-ordinateurs Personal Computers PC d'IBM et Apple II d'Apple. L'ordinateur individuel était né. Il entraîne d'autres habitudes de travail et en particulier une grande indépendance des utilisateurs par rapports aux responsables des services informatiques. Les "micros" prolifèrent dans les bureaux, et bientôt le besoin d'échange des informations entre machines et la nécessité de partager les ressources coûteuses (imprimantes lasers et dispositifs de sauvegarde) font naître le concept de **réseau local**.

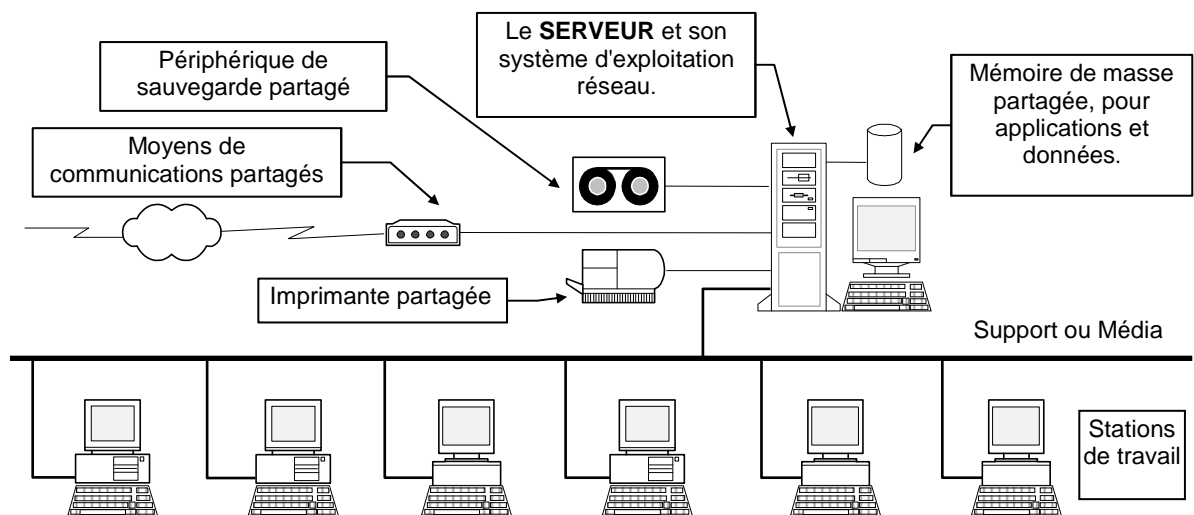


Figure 3 : Le réseau local des années 80.

II- Transmission locale et distante

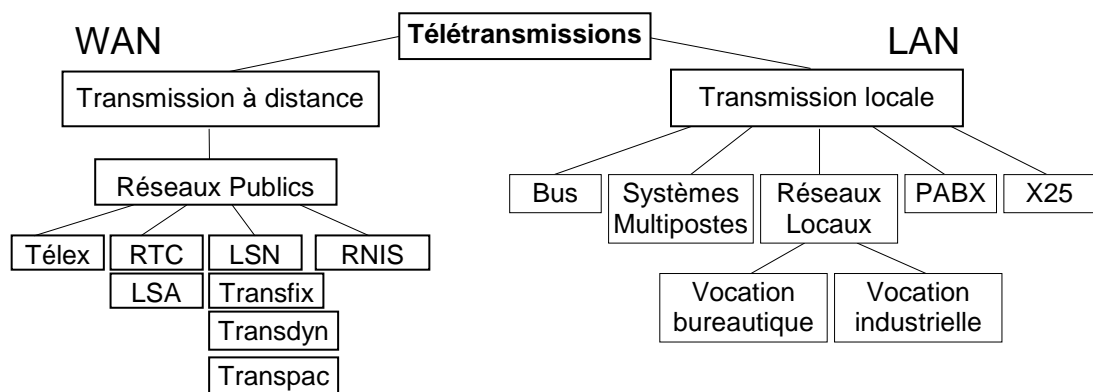


Figure 4 : Transmission distante et locale.

Un **réseau local** ou **LAN** (Local Area Network) est un système de communication permettant d'interconnecter des ordinateurs et d'autres équipements informatiques dans un domaine géographiquement limité. Il utilise des supports physiques de types paires filaires, câble coaxial, fibre optique, ondes électromagnétiques ou autres. Les dispositifs reliés entre eux sont de tous types : ordinateurs, imprimantes, mémoires de masse, tables traçantes, modems, fax, etc ...

Par opposition, les communications à distance utilisent des réseaux de types **WAN** (Wide Area Network). De plus en plus les réseaux locaux sont reliés entre eux par des WAN.

III- Rôle des réseaux locaux

Les réseaux locaux ont pour vocation :

- de rendre disponibles à tous, les équipements ne pouvant pas être affectés à chaque poste de travail (imprimantes, modems, fax, dispositifs de sauvegarde, ...).
- de centraliser les applications disponibles pour l'entreprise afin d'en faciliter l'utilisation et la mise à jour.
- de centraliser les données sur des dispositifs sécurisés aussi bien au niveau de l'accès qu'au niveau de la fiabilité.
- de permettre l'interconnexion de stations de travail d'origines différentes et de systèmes d'exploitation différents (PC, MAC, Stations Unix, ...)
- de permettre l'usage de bases de données centralisées (SGBD).
- de faciliter la circulation des informations (transferts de fichiers, messagerie, images...).
- d'assurer l'interconnexion rationnelle avec des équipements distants.

Pour satisfaire ces besoins, les réseaux locaux doivent :

- avoir des vitesses de transmission élevées et une bande passante importante.
- pouvoir être connectés à d'autres réseaux distants.
- leur fiabilité doit être grande et leur maintenance aisée.
- leur coût doit être le plus faible possible.
- correspondre à des normes bien définies pour être compatibles avec le maximum d'équipements et de logiciels.
- pouvoir permettre leur évolution et leur extension.

On distingue 2 grands types de vocations pour les réseaux locaux :

- les réseaux locaux à **vocation bureautique et de gestion** comme Ethernet, Token Ring ou AppleTalk.
 - Partage de ressources (imprimantes, disques, streamers, modems, fax.)
 - Partage des données
 - Base de données en temps réel (tenue de stocks, comptabilité, ...)
- les réseaux locaux à **vocation industrielle** comme MAP (Manufacturing Application Protocol), TOP (Technical Office Protocol).
 - Mise en relation des organes de contrôle (automates programmables) avec des capteurs et des actionneurs.
 - Réaction immédiate en cas d'incident (Action prioritaire des interruptions).
 - Connexion possible avec un réseau de type bureautique pour les aspects gestion de production : approvisionnements, stocks, qualité, ...

IV- Caractéristiques des réseaux locaux

Les caractéristiques principales permettant sur le plan physique de définir un réseau local sont :

- La Topologie
- La Méthode d'accès au Support
- La Technique de transmission
- Le Support de transmission
- Le Débit Binaire

IV-A- Topologie

La topologie **logique** définit la manière dont **circulent les informations** sur le réseau. Les informations véhiculées sur un réseau local le sont en utilisant des **bits** envoyés en **mode série** sur un **support**. Les bits sont expédiés regroupés en entités structurées appelées **Trames**.

La topologie **physique** définit la manière dont le **câblage** réseau interconnecte les nœuds entre eux.

IV-A-1- Topologie en Bus série

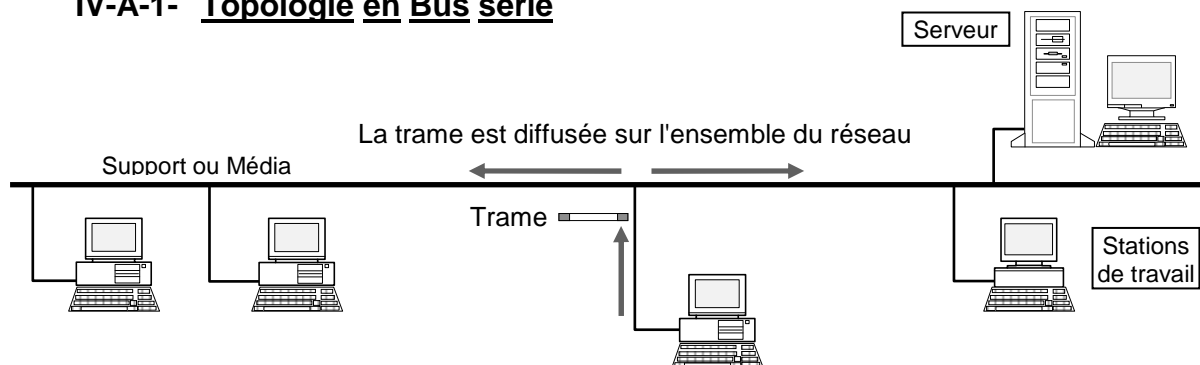


Figure 5 : Topologie Bus série.

Tous les nœuds sont connectés électriquement au même support. Lorsqu'une trame est envoyée par une station, le signal électrique correspondant est diffusé sur l'ensemble du réseau. Cette diffusion n'est pas instantanée. Il existe un temps de propagation du signal électrique qui dépend des caractéristiques du support. Le temps de propagation varie de 0,6 et 0,8 x C.

C représente la vitesse de la lumière, soit 300.000 Km/s.

IV-A-2- Topologie Bus étoilé

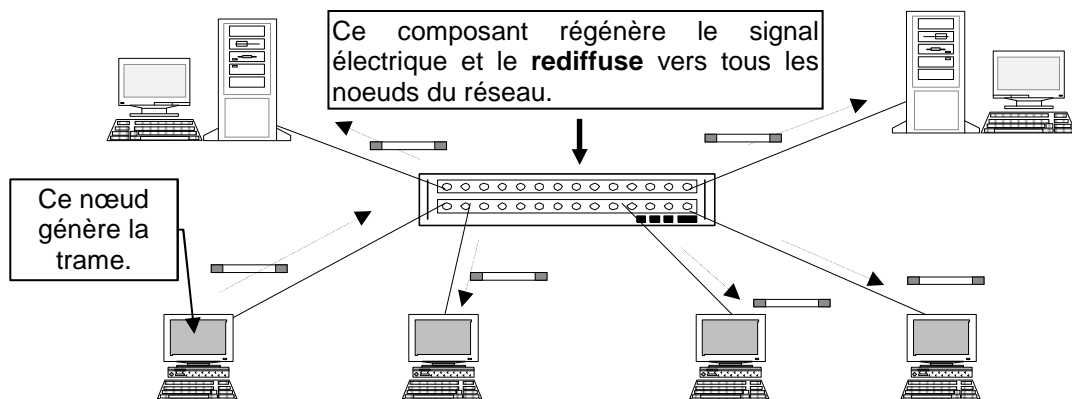


Figure 6 : Topologie bus étoilé.

Dans cette topologie, on utilise un élément central qui régénère le signal électrique envoyé par un nœud et le **rediffuse** vers tous les nœuds du réseau. La topologie **logique** reste un bus série, alors que la topologie **physique** (le câblage) est une étoile.

IV-A-3- Topologie en anneau

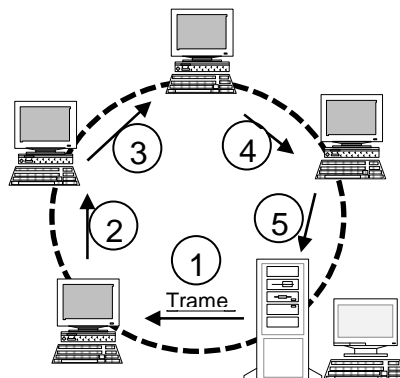


Figure 7 : Topologie en anneau.

Dans ce type de topologie, les trames sont envoyées d'un nœud du réseau à l'autre et reviennent au point de départ. Un **anneau logique** est ainsi formé. En réalité, on notera qu'il s'agit d'une succession de liaisons point à point se rebouclant. Le signal électrique n'est pas diffusé sur l'ensemble du réseau, mais successivement d'un nœud à l'autre.

IV-A-4- Topologie Anneau étoilé

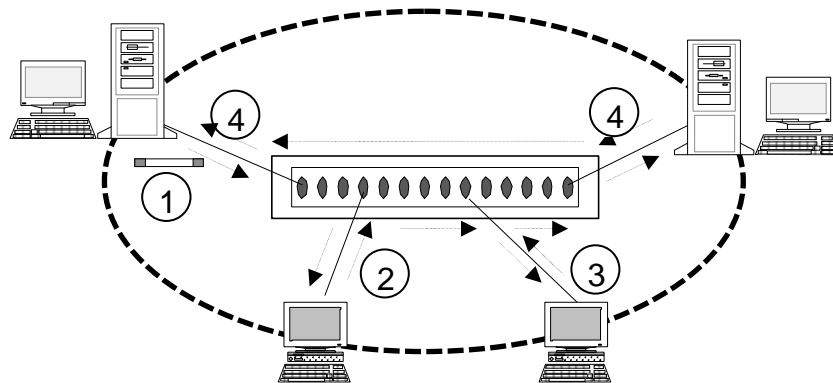


Figure 8 : Topologie Anneau étoilé.

Dans la topologie logique de type anneau (Figure 7), il suffit qu'un élément soit déconnecté ou en panne pour que l'anneau soit inutilisable. En pratique, on utilise une **topologie physique** de type **anneau étoilé** (figure 8) qui permet d'annuler cet inconvénient. Tous les nœuds sont connectés à un élément central. Les connecteurs de cet élément sont reliés entre eux en série. La dernière prise à droite est connectée en interne à la prise de gauche. Si un nœud émet une trame, elle circule de station en station en passant à chaque fois par l'élément central. Si une connexion à un nœud ou si un nœud est défectueux, le connecteur correspondant est court-circuité et l'anneau est malgré tout refermé.

IV-A-5- Topologie en étoile

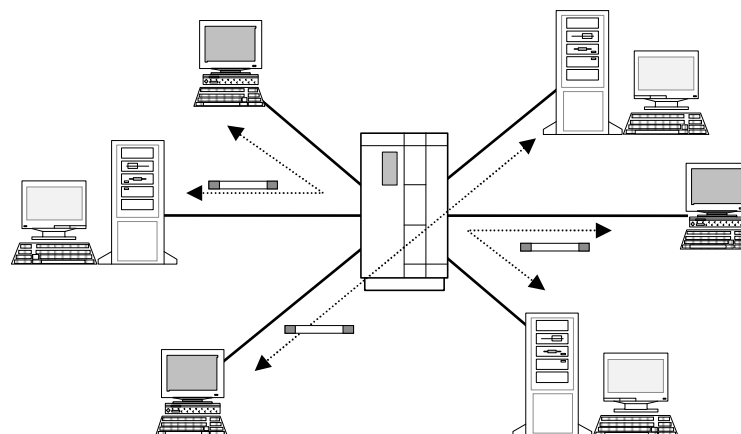


Figure 9 : Topologie en étoile.

L'élément central connecte les nœuds 2 à 2. Il existe plusieurs liaisons point à point simultanées.

IV-B- Méthodes d'accès au support

Chaque type de réseau local possède une **méthode d'accès au support**. Elle concrétise la manière dont chaque nœud peut envoyer des trames sur le réseau sans créer de conflits avec des trames émises par d'autres nœuds. La méthode d'accès est souvent conditionnée par la topologie utilisée. Ainsi, sur un bus série, 2 stations ne peuvent émettre en même temps sans provoquer une interférence entre les 2 signaux électriques émis. Cette interférence est appelée "**Collision**".

IV-B-1- CSMA/CD

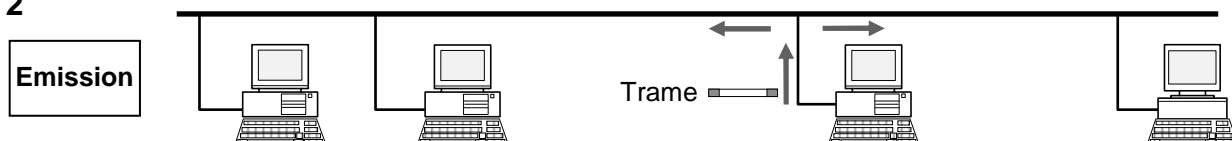
CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) est une méthode d'accès utilisée sur les bus série. Elle a pour but d'éviter les collisions et de les détecter si elles se produisent.

1



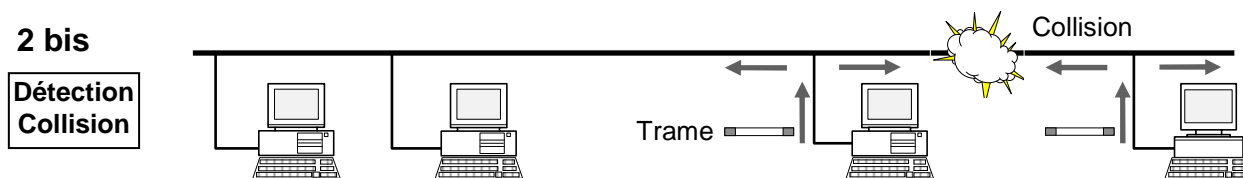
Dans un premier temps, la station qui désire émettre, "écoute" si un signal est émis par un autre nœud du réseau. Cette fonction est assurée par une mesure physique du signal électrique sur le bus.

2



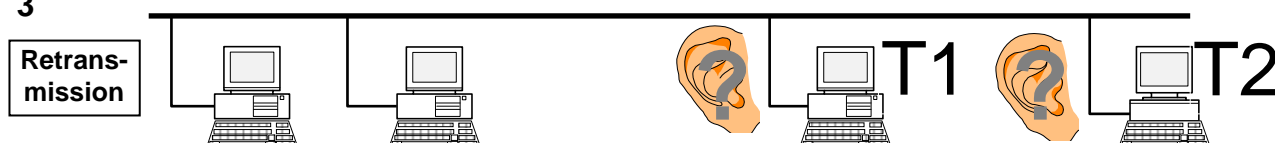
Si le réseau semble non occupé, le nœud émet sa trame qui est diffusée sur l'ensemble du réseau.

2 bis



Cependant, suite au temps de propagation du signal électrique sur le support, il se peut qu'au moment de "l'écoute", le réseau semblait libre alors qu'un autre nœud était déjà en train d'émettre. Il se produit alors une collision. La transmission des 2 trames est perturbée. Chaque station détecte cette collision par un moyen physique (mesure du signal électrique). L'émission des trames est arrêtée.

3



Une procédure de retransmission est alors entamée dans chacun des nœuds après un délai qui est fixé de façon différente ($T1 \neq T2$) dans chaque nœud.

Figure 10 : Méthode d'accès au support ; CSMA / CD.

IV-B-2- CSMA/CA

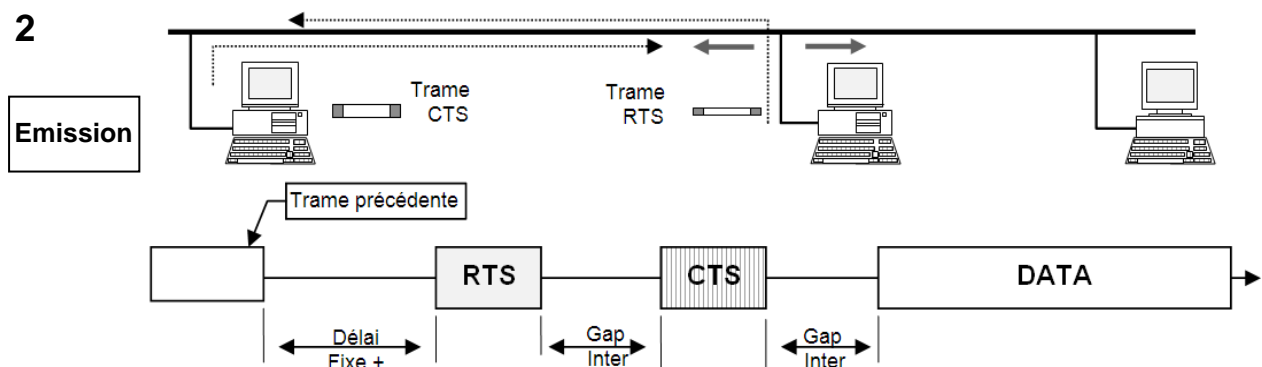
CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance. Cette méthode reprend les principes de CSMA/CD en ce qui concerne "l'écoute". Mais la détection des collisions n'est pas assurée par un moyen physique, mais par une procédure logicielle.

1



Dans un premier temps, la station qui désire émettre, "écoute" si un signal est émis par un autre nœud du réseau. Cette fonction est assurée par une mesure physique du signal électrique sur le bus.

2



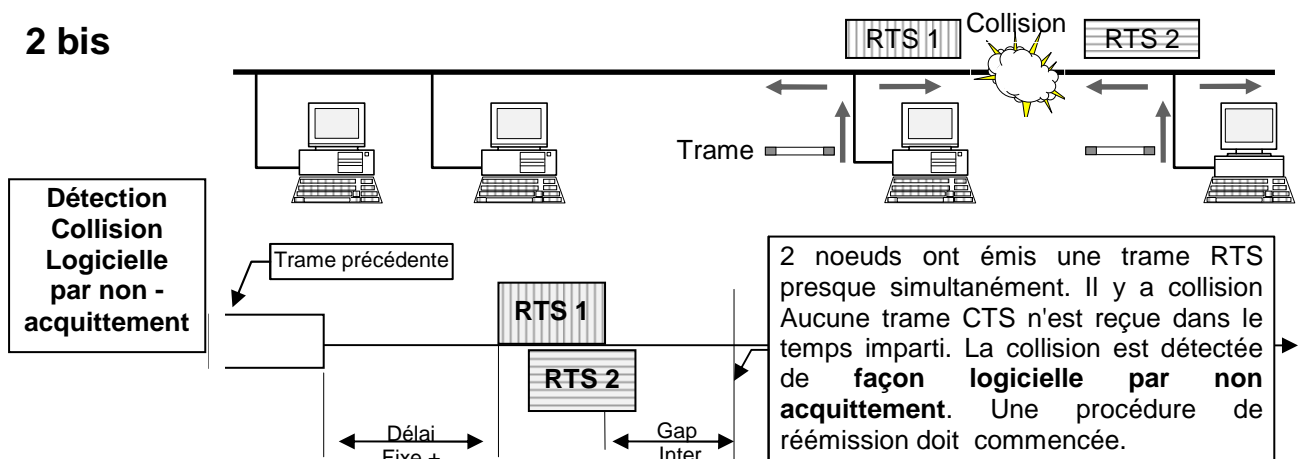
Le nœud qui souhaite émettre envoie une première trame de type RTS qui comporte l'adresse de la station destinataire. Cette trame a deux buts :

- bloquer l'émission des autres stations
- obtenir un accusé de réception de la station destinataire

Si l'accusé est retourné par une trame de type CTS et dans un temps inférieur à une valeur déterminée, cela signifie que la demande d'occupation du support est prise en compte par l'ensemble des nœuds et que le nœud de destination attend une trame de données.

Après réception de la trame CTS, le nœud demandeur envoie sa trame de données.

2 bis



Si au contraire, l'accusé de réception n'est pas reçu dans un temps imparti par la station émettrice, celle-ci suppose une collision et entame une procédure de retransmission identique à celle utilisée en CSMA/CD.

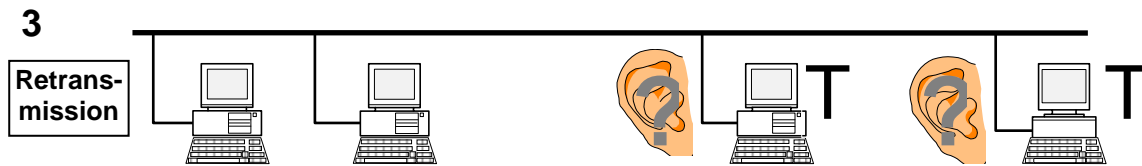


Figure 11 : Méthode d'accès ; CSMA/CA.

IV-B-3- Jeton (Token)

En fonction de la topologie physique, il existe deux variantes de cette méthode :

- Le Jeton sur anneau	-Token - Ring
- Le Jeton sur Bus	-Token Bus

IV-B-3-a- Jeton sur anneau (Token Ring)

Une trame comportant un bit spécial appelé **Jeton** tourne en permanence sur l'anneau. Les stations reçoivent et expédient tour à tour cette trame. La station qui veut émettre, modifie la valeur du Jeton. La trame est considérée occupée et les données sont placées dans le champ approprié. La trame ayant fait un tour complet après passage dans toutes les stations, le Jeton est repositionné à sa valeur de départ. La trame est considérée alors comme vide. Avec ce système, une seule station peut émettre des données à la fois, ce qui élimine tous les risques de conflit. Cette méthode d'accès est dite **déterministe**, car on peut calculer, en tenant compte du nombre de stations, le temps qui s'écoule entre 2 accès d'une station au réseau.

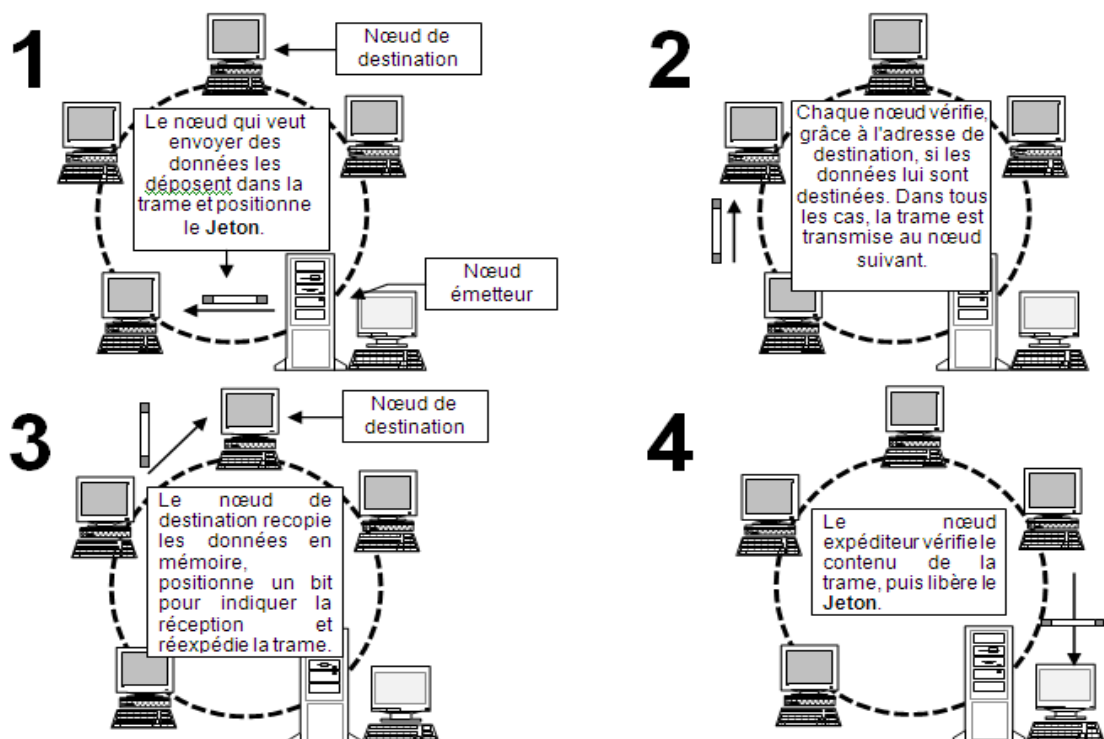


Figure 12 : Méthode d'accès ; Jeton sur Anneau.

Dans cette méthode d'accès, l'ordre de circulation des informations dépend de la position physique des nœuds dans l'anneau.

Pour éviter qu'un nœud ne monopolise la trame et empêche l'émission pour les autres nœuds, un **système de priorité** est prévu. Pour chaque nœud, il est prévu au départ une valeur de priorité. Cette valeur décroît à chaque tour de l'anneau. Lorsqu'un nœud a une priorité de valeur supérieure à un autre, il peut prendre possession de la trame et positionner le jeton pour émettre des données.

IV-B-3-b- Jeton sur Bus (Token Bus)

Le principe du Jeton sur le bus est le même que celui utilisé sur un anneau. Cependant, lorsqu'une station émet sur le bus le signal est diffusé vers toutes les stations. Un système d'adressage des trames permet de former un **anneau logique**. Chaque station, tour à tour, modifie l'adresse destination de la trame de manière à ce que toutes les stations soient adressées successivement.

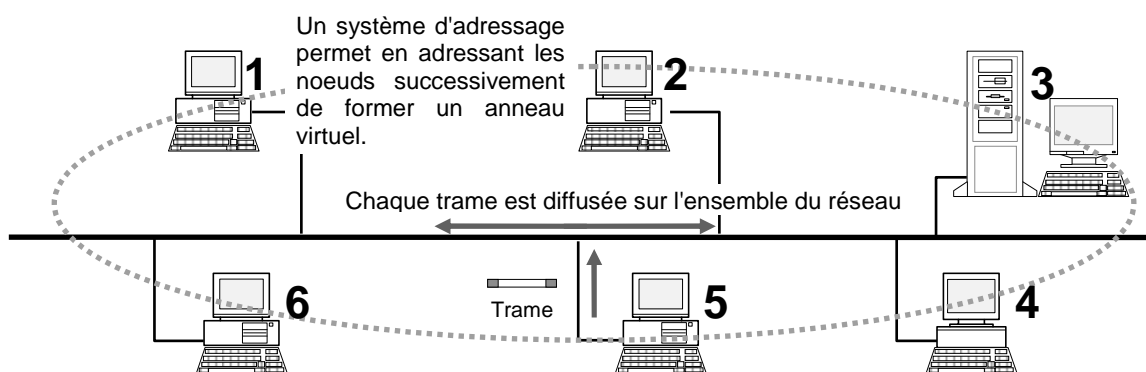


Figure 13 : Méthode d'accès ; Jeton sur bus.

IV-C- Techniques de Transmission

Il existe 2 méthodes de transmission possibles sur les réseaux locaux :

La méthode **Large Bande** (Signal Analogique)

La méthode **Bande de Base** (Signal Numérique)

Pour des raisons pratiques, seule cette dernière est vraiment utilisée. Les données sont envoyées en mode série et sous forme numérique sur le support. Pour des raisons tenant à la synchronisation du récepteur et à la largeur de bande du signal à transmettre, les données sont toujours envoyées de façon codée sur le support.

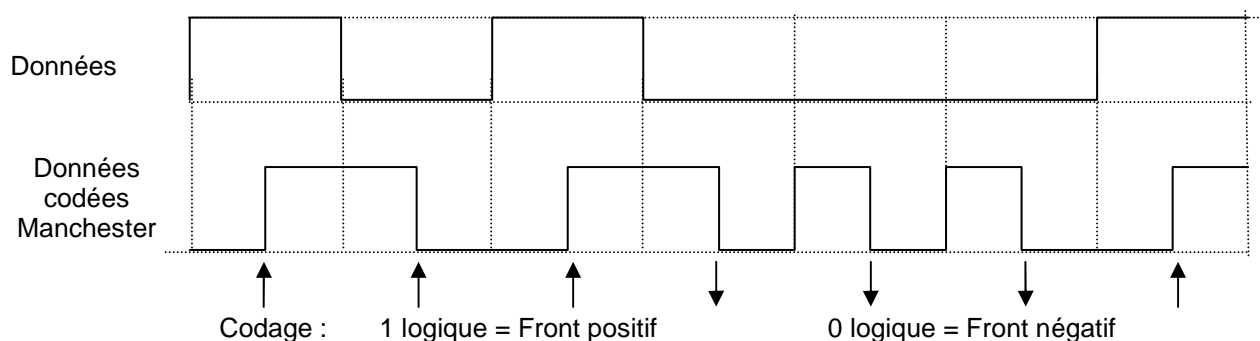


Figure 14 : Exemple de codage : Le codage Manchester.

IV-D- Supports de transmission

Le signal représentant les données doit disposer d'un support pour être véhiculé. Le signal électrique utilise des supports à base de cuivre (paires torsadées ou câbles coaxiaux). Le signal lumineux utilise les différents types de fibres optiques ou l'air (infrarouge, rayon laser). Dans tous les cas, le signal subit une atténuation (exprimée en dB/Km) et une déformation qui sont des fonctions de la qualité du support (bande passante) et de sa longueur. Pour chaque type de support, on se verra imposer des limites quant à la longueur maximale utilisable.

IV-D-1- Paires torsadées

Les câbles paires torsadées utilisés dans les réseaux locaux possèdent en principe 4 paires (8 fils). Selon la qualité des câbles, on les classe en catégories :

Catégorie	Dénomination	Fréquence / bande passante	Débit
CAT5e	Catégorie 5e	100 Mhz	10/100 Mbps et 1000 Mbps
CAT6	Catégorie 6	250 Mhz	10/100/1000 Mbps
CAT6a	Catégorie 6a	500 Mhz	10/100/1000 Mbps et 10000 Mbps
CAT7	Catégorie 7	600 Mhz	10/100/1000/10000 Mbps
CAT7a	Catégorie 7a	1000 Mhz	10/100/1000/10000 Mbps

L'impédance 100 Ω correspond à une norme internationale, alors que l'impédance 120 Ω est d'origine européenne. Dans les nouvelles installations, seule la catégorie 5 ou plus doivent être utilisées pour préserver l'avenir.

Les câbles peuvent avoir des paires blindées (STP = Shielded Twisted Pairs) ou non blindées (UTP = Unshielded Twisted Pairs). Certains câbles possèdent un écran général pour toutes les paires (câble écranté).

Les paires torsadées sont de plus en plus utilisées pour le pré-câblage d'immeubles. Elles peuvent autoriser l'utilisation des mêmes types de câbles pour les différents types de réseaux LAN ou WAN (liaison RS232, RNIS, Téléphonique, Ethernet ou Token-Ring).

IV-D-2- Câbles coaxiaux

Les câbles coaxiaux permettent de véhiculer des signaux électriques à haute fréquence, car leur bande passante est importante (plusieurs centaines de MHz). Leur qualité et leur prix sont fonction du diamètre et des caractéristiques. Le câblage est plus difficile à réaliser qu'avec des paires torsadées.

Il existe 2 types de câbles coaxiaux d'impédance 50 Ω utilisés dans les réseaux locaux :

- Le câble **RG11** dit "**Thick**" ou "**câble Standard**" ou "**Gros câble**" de couleur jaune diamètre 9,5 mm
- Le câble **RG58** dit "**Thin**" ou "**câble fin**" de couleur noire ou grise, diamètre 4,4 mm. Ce câble possède une bande passante inférieure au précédent et est utilisé pour des liaisons plus courtes.

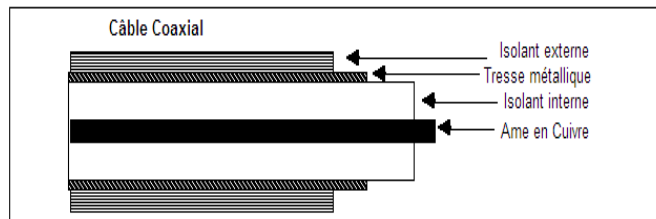
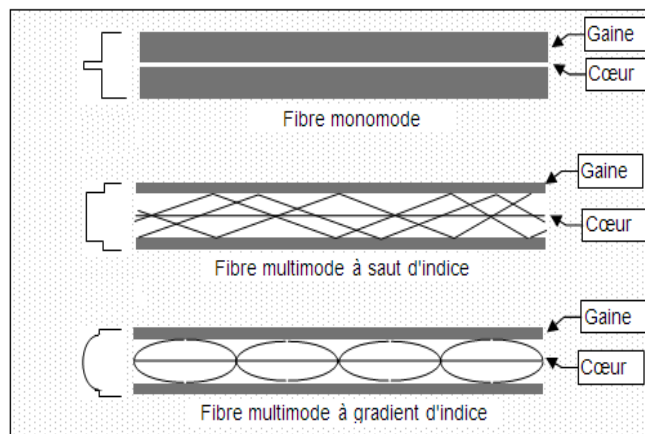


Figure 15 : Câble coaxial.

L'emploi des câbles coaxiaux a tendance à diminuer suite à l'utilisation des paires torsadées pour les accès aux nœuds et à l'emploi des fibres optiques pour les connexions entre bâtiments ou étages.

IV-D-3- Fibres optiques



La fibre optique est un conducteur des signaux lumineux. Le matériau de base est la silice ou le plastique. Ce dernier matériau moins cher, possède cependant des performances inférieures. Selon le mode de propagation de la lumière dans le cœur de la fibre, on distingue 3 types de fibres optiques:

Figure 16 : Différents types de Fibres optiques selon les modes.

Les fibres optiques, bien qu'ayant des bandes passantes très importantes ne sont utilisées que pour des liaisons point à point entre des segments de réseaux ou en anneau pour connecter des réseaux entre eux. Les difficultés de connectique empêchent, pour l'instant, une utilisation systématique des fibres optiques

IV-D-4- Air

L'air est utilisé comme support des ondes électromagnétiques. Les réseaux WiFi, Bluetooth et HiperLan utilisent l'air comme support de transmission. Mais les problèmes d'encombrement des fréquences, d'interférences et de limitation de débits sont les inconvénients majeurs de ce support.

Pour des liaisons point à point entre bâtiments ou sites distants, le faisceau laser peut être utilisé. Ce moyen est soumis à la réglementation et reste très coûteux. Mais, il peut faire concurrence dans l'avenir à des liaisons WAN entre LAN.

IV-E- Débits

Le premier réseau local vraiment répandu dans les années 80 fut le réseau **AppleTalk**. Sa partie physique est nommée LocalTalk. Le débit est de **230,4 Kbps**.

Un autre réseau, **Starlan**, annonceur d'Ethernet fonctionnait à 1 Mbps.

Les 2 versions de **Token-Ring** fonctionnent respectivement à **4** et **16 Mbps**, puis 100 Mbit/s (1993). Ce dernier n'a cependant été qu'éphémère du fait de l'arrivée massive de l'Ethernet.

Ethernet fonctionne actuellement à **100 Mbps** et **1 Gbps**.