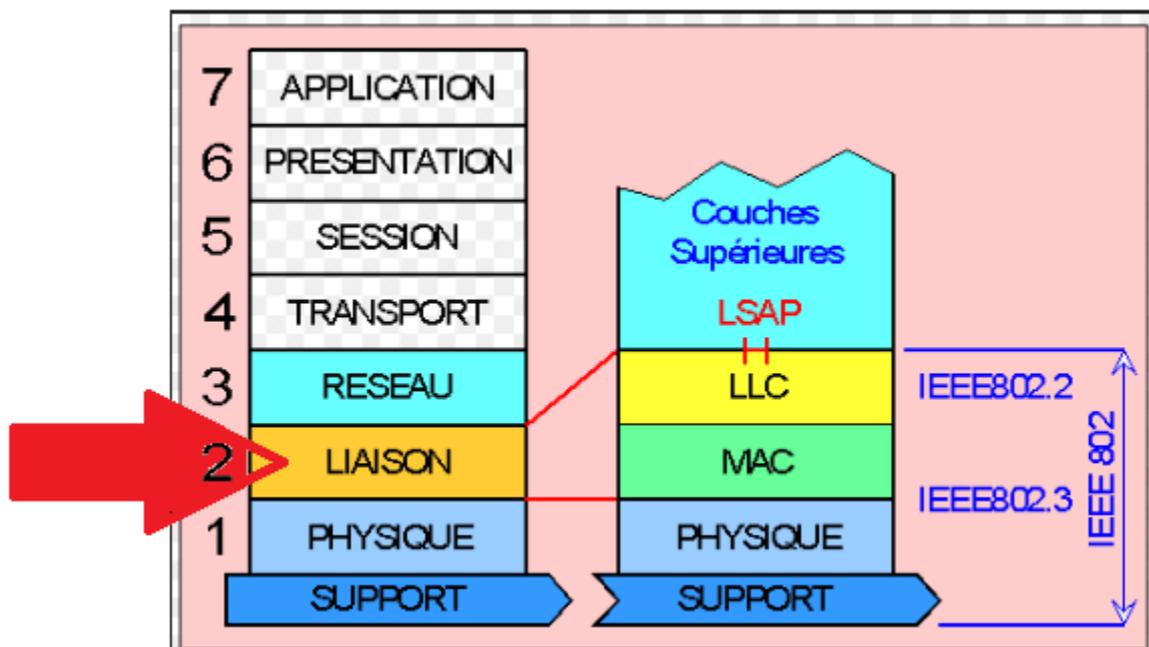

Réseaux locaux - Techniques d'accès au support (CSMA CD, Passage du jeton ,TDMA)

Les réseaux ETHERNET (IEEE 802.3)

Les réseaux TOKEN RING



Techniques d'accès au support

Protocoles d'accès aux média

Introduction

Dans un réseau local, chaque nœud est susceptible d'émettre sur le même câble de liaison. **l'ensemble des règles d'accès**, de **durée d'utilisation** et de **surveillance** constitue le **protocole d'accès** aux câbles ou aux média de communication.

La couche 2 du modèle de référence OSI, est divisée en deux sous-couches :

- contrôle de liaison logique (Logical Link Control - LLC)
- contrôle d'accès au médium (Media Access Control -MAC)

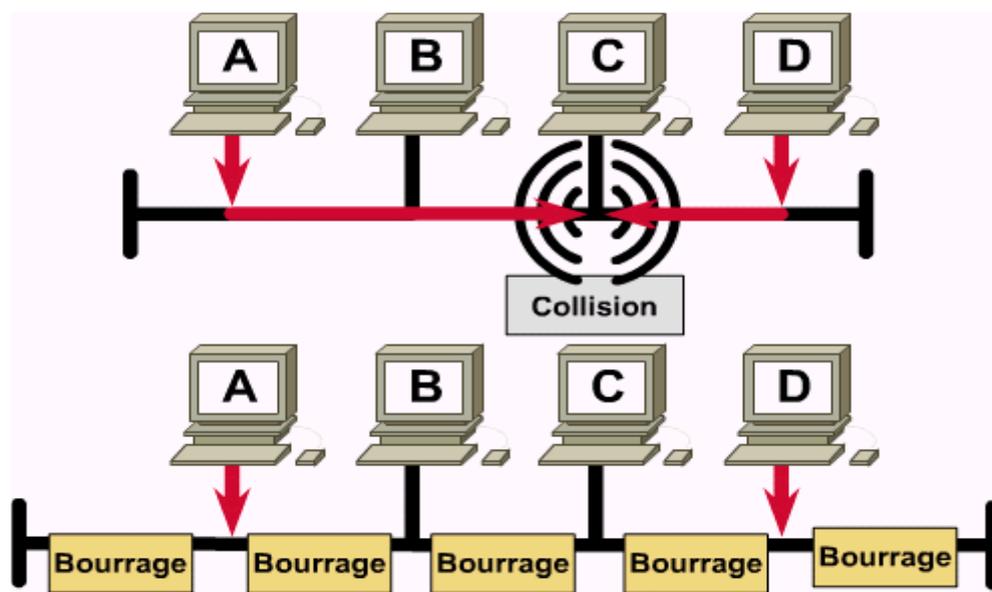
La couche LLC assure l'indépendance des traitements entre les couches supérieures et la couche MAC.

Les postes d'un réseau local se partagent simultanément le support de transmission pour pouvoir émettre ou recevoir des trames. **La couche MAC** est responsable de l'accès au médium de transmission pour acheminer des trames d'information. **Elle essaie d'éviter les conflits d'accès au support.**

Collisions et domaines de collision :

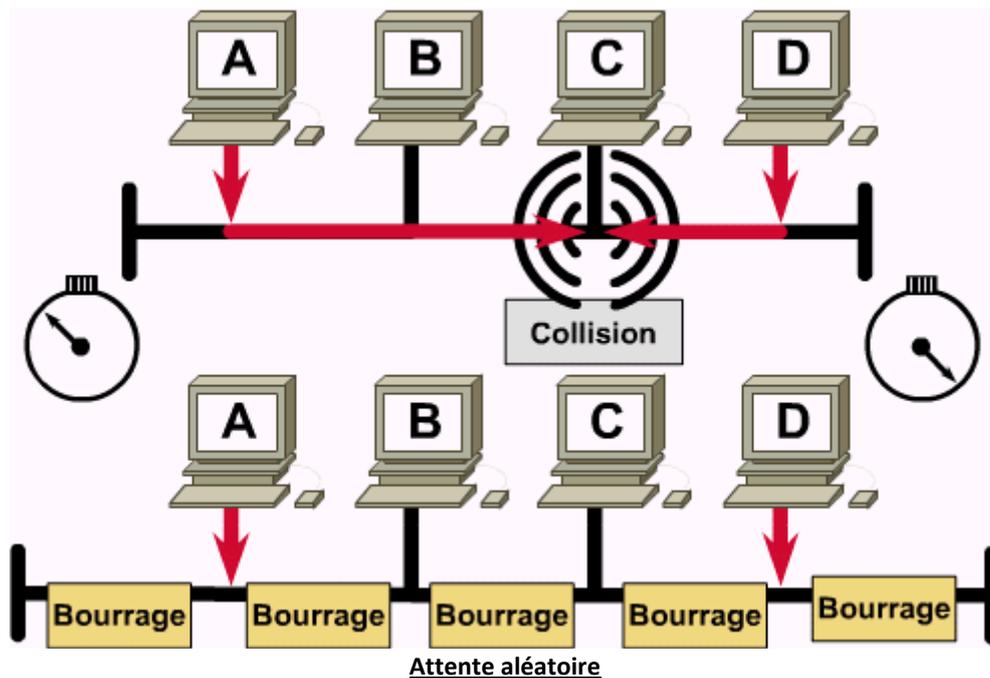
Certains réseaux sont directement connectés; tous les hôtes partagent la couche 1.

L'un des problèmes pouvant se produire lorsque deux bits voyagent en même temps dans le même réseau est la collision.



La portion du réseau d'où proviennent les paquets de données et où la collision s'est produite est appelée **domaine de collision** et comprend tous les environnements à média partagé. Un "fil" peut être relié à un autre par l'intermédiaire de câbles de raccordement, d'émetteurs-récepteurs, de tableaux de connexions, de répéteurs et même de concentrateurs. Toutes ces interconnexions de couche 1 font partie du domaine de collision.

Lors d'une collision, les paquets de données touchés sont détruits, bit par bit.



Contrôle d'accès au médium

Il existe trois principaux protocoles de contrôle d'accès au médium :

- Contention CSMA (Carrier Sense Multiple Access)
- Passage du jeton (Token Ring)
- Contention TDMA (Time Division Multiple Access)

CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access) (Écoute de porteuse avec accès multiples et détection de collision) : (IEEE 802.3),

Une technologie connue sous le nom de **Carrier Sense Multiple Access with Collision Détection** (Écoute de porteuse avec accès multiples et détection de collision) ou CSMA/CD régit la façon dont les postes accèdent au média. Au départ développé durant les années 1960 pour ALOHAnet à Hawaii en utilisant la radio.

Dans un protocole de contention de la couche MAC, chaque nœud a un accès égal au support. Bien que plusieurs variations de ce protocole existent, en général, un protocole fonctionne de la suivante :

- 1. Lorsqu'un nœud a une trame à transmettre, il examine le médium afin de déterminer s'il est occupé par un autre poste.**
- 2. Si le médium est libre, tous les nœuds ont le droit de transmettre.**

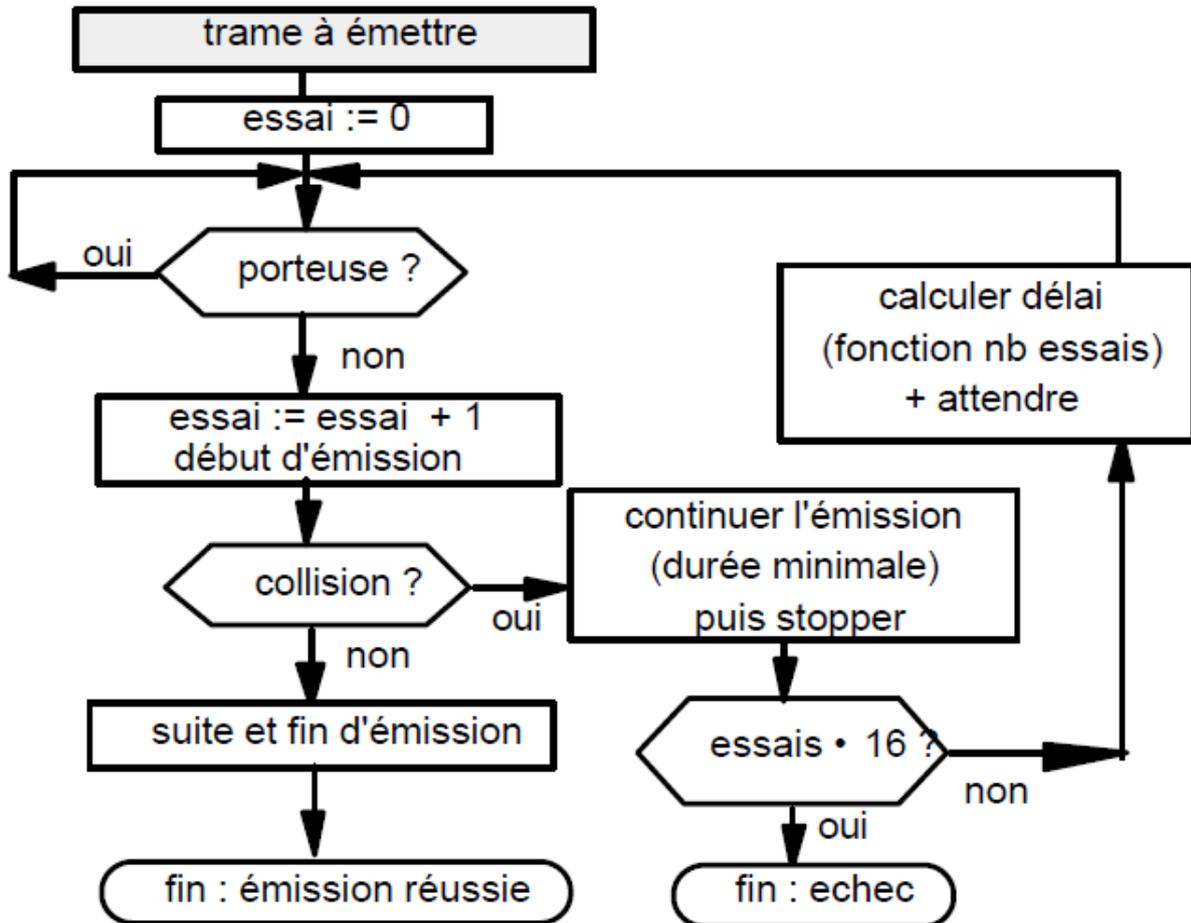
Un système de détection du signal permet d'identifier un signal sur le médium. Plusieurs nœuds peuvent avoir des messages à envoyer. **Chaque nœud peut détecter que le support est libre et commence à transmettre immédiatement. Si deux ou plusieurs nœuds commencent à transmettre en même temps, une collision se produit. Il est impératif que les collisions soient détectées et qu'une récupération soit effectuée. Lorsqu'une collision est détectée, les nœuds envoyant les messages doivent les retransmettre. Si les deux nœuds essaient de retransmettre leurs messages au même moment, une autre collision peut se produire. Chaque nœud doit attendre pendant un délai de durée aléatoire avant d'essayer de retransmettre les messages, ce qui réduit la probabilité d'une autre collision.**

Le protocole d'accès CSMA/CD, aussi appelé «écouter avant d'émettre», se prête bien aux topologies en bus. Le protocole CSMA/CD est une «transmission broadcast» à tous les postes.

Tous les postes du réseau écoutent le support et acceptent le message contenu dans cette trame diffusée. Chaque message a une adresse de destination. Seul le poste de travail possédant une adresse identique à celle de destination du message interprétera le contenu du message. Le protocole d'accès au médium CSMA/CD est une méthode rapide et fiable, car dans des situations normale (sans charge excessive et sans problème matériel), il y a peu de collision.

Malgré la méthode de détection des collisions, certaines pourraient passer inaperçues. Par exemple si les stations A et B sont éloignés sur le réseau, A peut émettre une trame très courte, écouter son écho et penser que tout est bon. Cependant il est possible que de l'autre côté B écoute, que la trame de A ne soit pas encore arrivée et donc émette. Une collision va se produire alors que A aura cru que tout s'était bien passé, sa trame serait perdue. Pour éviter cela, la norme impose une taille de trame minimum de 512 bits. Si le message n'est pas assez long, on rajoute des bits pour arriver à cette taille. Cependant ce n'est pas suffisant : si la taille du réseau n'est pas limitée, le problème peut toujours se produire.

il obéit à l'algorithme suivant :



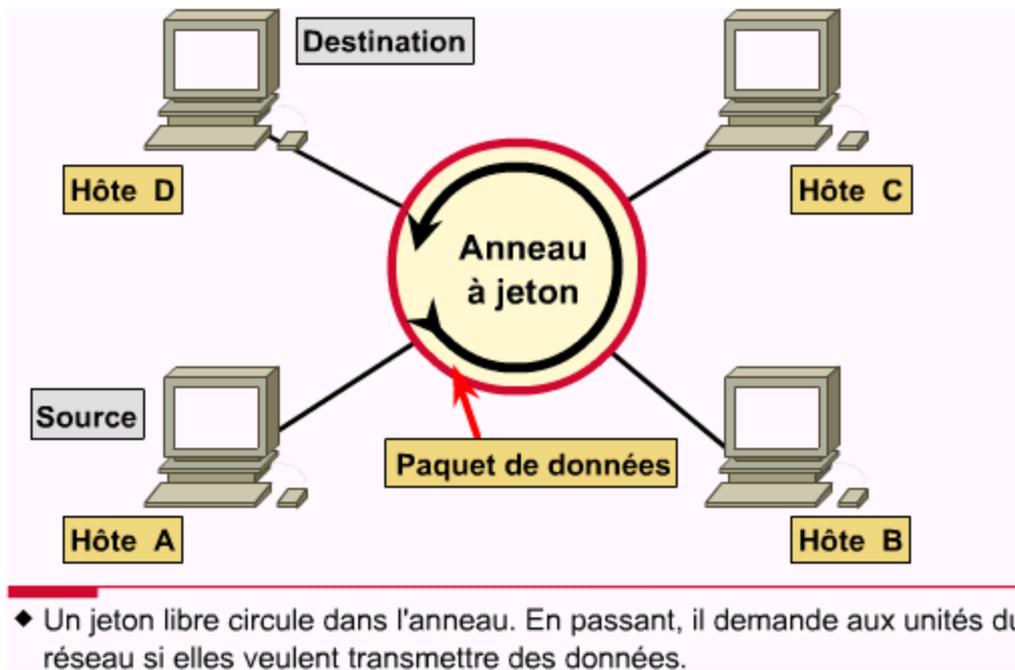
Algorithme d'émission CSMA/CD

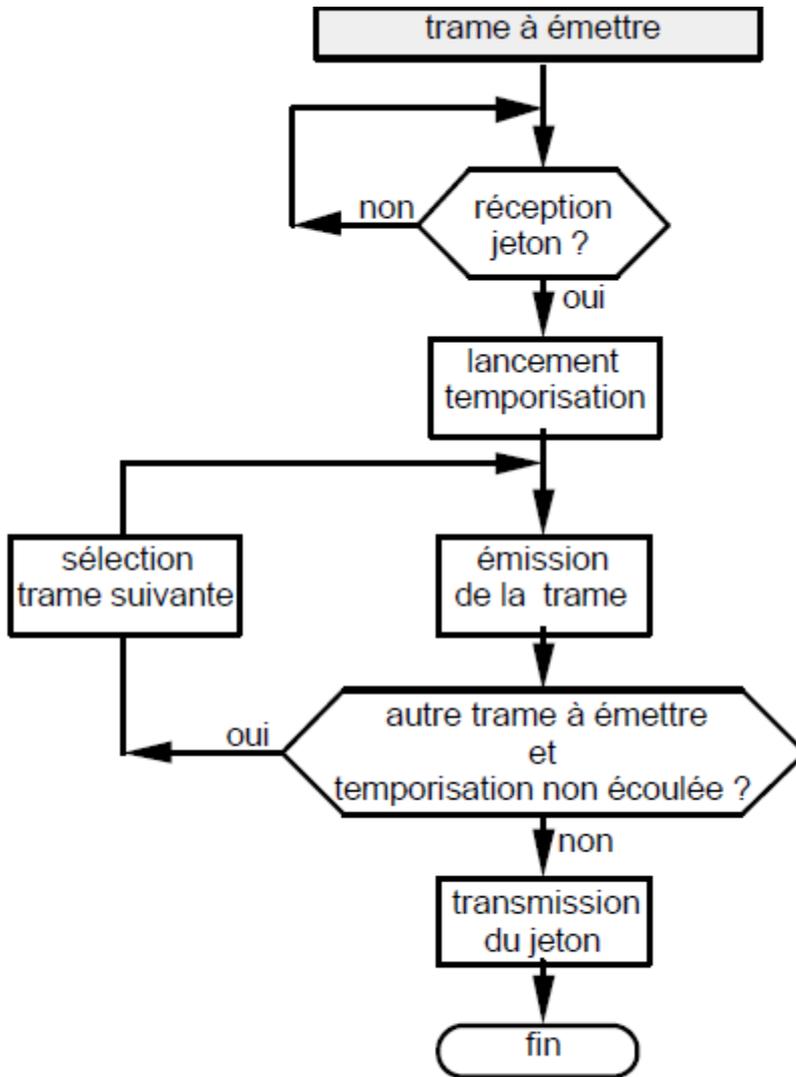
Passage de jeton (Token Ring)

Le réseau en anneau à jeton et **IEEE 802.5** sont les principaux exemples de réseaux de passage de jeton. Les réseaux de passage de jeton font circuler une petite trame, appelée jeton, autour du réseau. La possession (الحائز) du jeton confère le droit de transmettre des données. Si le nœud qui reçoit un jeton n'a pas d'information à transmettre, il passe le jeton à la prochaine station d'extrémité. Chaque station peut conserver le jeton pour un délai maximal qui varie en fonction de la technologie mise en place.

Lorsqu'une station qui a de l'information à transmettre passe un jeton, elle le saisit et en altère un bit. Le jeton se transforme en une séquence de début de trame. Ensuite, la station annexe au jeton l'information à transmettre et envoie ces données à la prochaine station sur l'anneau. Il n'y a pas de jeton sur le réseau pendant que la trame d'information circule sur l'anneau, à moins que l'anneau n'ait la capacité d'effectuer des libérations anticipées du jeton. Les autres stations de l'anneau ne peuvent pas transmettre pendant ce temps. Elles doivent attendre que le jeton soit disponible. Aucune collision ne survient dans les réseaux en anneau à jeton. Si le réseau possède des capacités de libération anticipée du jeton, un nouveau jeton peut être libéré une fois la transmission de la trame terminée.

La trame d'information circule sur l'anneau jusqu'à ce qu'elle atteigne la station de destination prévue. Cette station copie alors l'information dans le but de la traiter. La trame d'information circule autour de l'anneau jusqu'à ce qu'elle atteigne la station d'émission où elle est alors retirée. La station d'émission peut vérifier si la trame a été reçue et copiée par la station de destination.





Principe général de l'accès par jeton

Voici les différentes étapes de ce protocole :

1. Attendre la réception du jeton de transmission. Le jeton circule et passe de nœud en nœud d'une manière séquentielle. Seul le détenteur du jeton peut transmettre un message.
2. Si le jeton de transmission est reçu et qu'il n'y a aucun message à envoyer, acheminer le jeton au prochain nœud.
3. Si le jeton de transmission est reçu et qu'il y a un message à transmettre, alors

a) seul le détenteur du jeton peut transmettre un message

b) le message est prélevé au passage par le destinataire, qui renvoie à l'émetteur après lui

avoir «signé un accusé de réception».

c) lorsque le message a fait le tour complet de l'anneau, il est prélevé par l'émetteur, qui vérifie sa bonne réception avant de le détruire et de libérer le jeton.

d) le jeton est passé au prochain nœud.

À l'opposé des réseaux à accès CSMA/CD, comme les réseaux de type Ethernet, les réseaux de passage du jeton sont déterministes. Cela signifie que vous pouvez calculer la période maximale qui s'écoulera avant que toute station d'extrémité soit en mesure de transmettre. Cette caractéristique, ainsi que plusieurs caractéristiques de fiabilité, rendent les réseaux en anneau à jeton idéaux dans le cas d'applications où tout retard doit être prévisible et qui requièrent un réseau solide. Les environnements d'automatisation d'usine représentent des exemples de réseaux devant être prévisibles et solides.

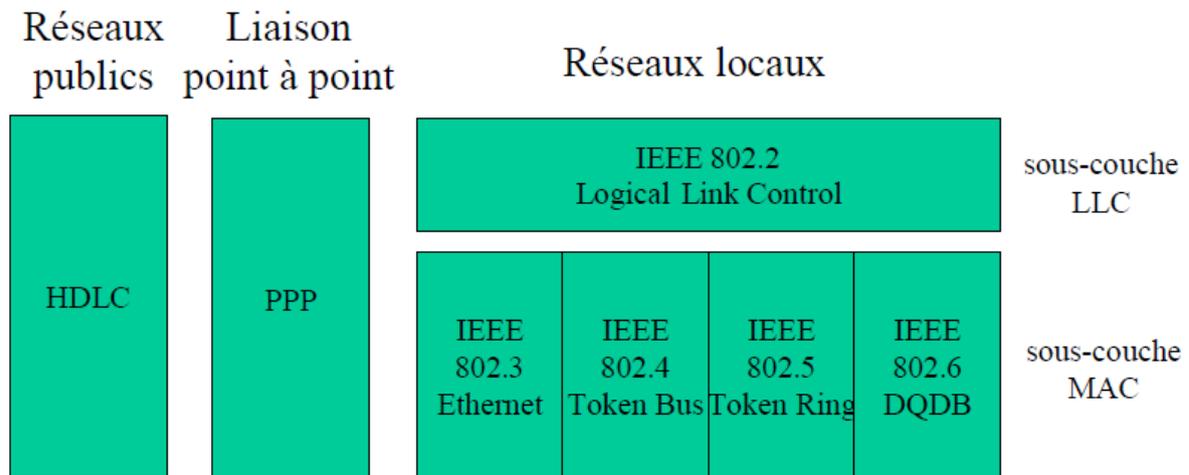
TDMA (Time Division Multiple Access)

Dans cette méthode, le temps est divisé en tranches attribuées à chaque nœuds. Ainsi, une station peut émettre un message pendant une ou plusieurs tranches de temps qui lui sont accordés. En dehors de cela, elle attend son tour pour émettre. Un poste privilégié peut obtenir, par configuration, plus de tranches de temps qu'un poste. Ainsi il permet d'éviter les collisions. Cependant celui ci est très peu exploiter encore dans les LAN aujourd'hui.

Les réseaux ETHERNET (IEEE 802.3)

Ethernet est un protocole de réseau local à commutation de paquets. Bien qu'il implémente la couche physique (PHY) et la sous-couche *Media Access Control* (MAC) du modèle OSI, le protocole Ethernet est classé dans la couche de liaison.

Quelques protocoles de couche 2



Pour les réseaux locaux, la norme IEEE divise la couche liaison en 2 sous-couches :

1- La sous-couche MAC (Medium Access Control) : qui définit la méthode d'accès au support de transmission

Adresse MAC : Cette adresse (sur 48 bits) **permet d'identifier de manière unique un nœud dans le monde.**

2- La sous-couche LLC (Logical Link Control) : qui rend transparentes à la couche Réseau les différences de la sous-couche MAC :

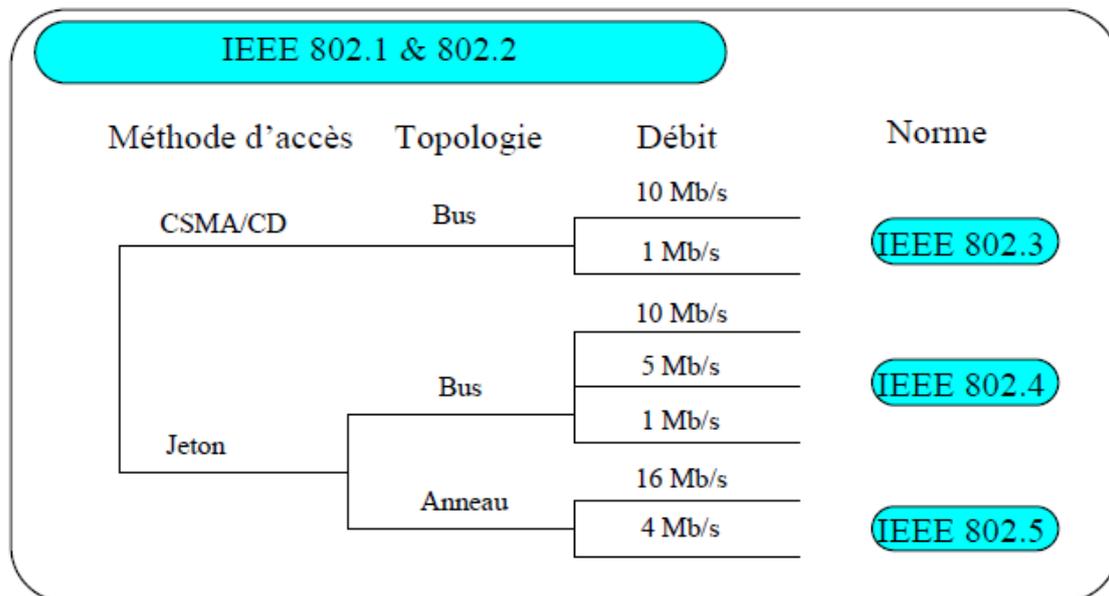
Cette sous-couche a pour rôle de :

- cacher à la couche réseau les différences de topologie physique,
- assurer le transport de trames entre 2 stations.
- Elle est indépendante de la méthode d'accès (par jeton ou par contention).

Ethernet a été standardisé sous le nom IEEE 802.3. C'est maintenant une norme internationale : *ISO/IEC 8802-3*.

Différentes variantes de normes pour les réseaux locaux

Le comité 802 de l'IEEE



La norme IEEE 802.3 :

Les caractéristiques des premiers réseaux ETHERNET ont servi de base pour l'élaboration de la norme IEEE 802.3. La norme IEEE 802.3 décrit la méthode d'accès au réseau CSMA/CD et concerne les sous-couches LLC et MAC, lesquelles font parties des couches LIAISON et PHYSIQUE du modèle OSI. Maintenant, tous les réseaux ETHERNET satisfont à la norme IEEE 802.3. La norme IEEE 802.3 a été publiée en 1990 par le comité IEEE, et concerne les réseaux ETHERNET câblés.

Les caractéristiques générales d'un réseau ETHERNET :

Les caractéristiques générales d'un réseau ETHERNET sont les suivantes :

- **La norme IEEE 802.3**
- **La topologie en bus linéaire ou en bus en étoile**
- La transmission des signaux en bande de base
- **La méthode d'accès au réseau CSMA/CD**, méthode à contention
- Un débit de 10 à 100 Mb/s
- **Le support est « passif » (c'est l'alimentation des ordinateurs allumés qui fournit l'énergie au support) ou « actif » (des concentrateurs régénèrent le signal)**
- **Le câblage en coaxial, en paires torsadées et en fibres optiques**
- Les connecteurs BNC, RJ45, AUI et/ou les connecteurs pour la fibre optique
- Des trames de 64 à 1518 Octets

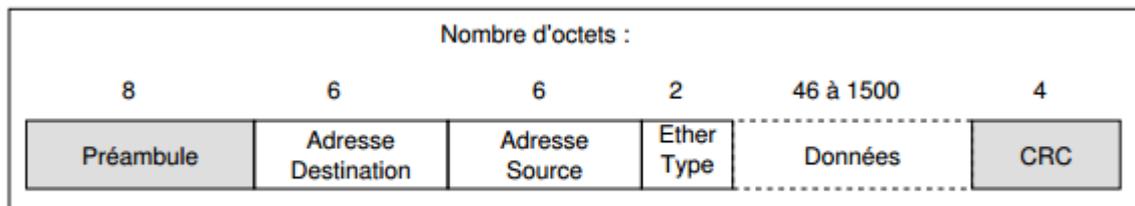
Types de trames ETHERNET

Il y a quatre types de trame Ethernet :

- Ethernet originale version I (n'est plus utilisée)
- **Ethernet Version 2** ou Ethernet II (appelée trame DIX, **toujours utilisée**)
- IEEE 802.x LLC
- IEEE 802.x LLC/SNAP

Ethernet II

Format de la trame Ethernet V2 : Ce sont les trames les plus couramment utilisées



Format de la trame Ethernet V2

Description des champs de la trame Ethernet V2

Préambule : (8 octets)

Annonce le début de la trame et permet la synchronisation. Il contient 8 octets dont la valeur est 10101010 (on alterne des 1 et des 0), sauf pour le dernier octet dont les 2 derniers bits sont à 1.

Adresse Destination : (6 octets)

Adresse physique de la carte Ethernet destinataire de la trame. On représente une adresse Ethernet comme ses 6 octets en hexadécimal séparés par des ':' Exemple : 08:00:07:5c:10:0a

La destination peut être une adresse de (multi-)diffusion. En particulier, l'adresse ff:ff:ff:ff:ff:ff (diffusion ou broadcast) correspond à toutes les stations du réseau physique Ethernet.

Adresse Source : (6 octets) :

Adresse physique de la carte Ethernet émettrice de la trame.

EtherType : ou type de trame (2 octets) :

Indique quel protocole est concerné par le message. La carte réalise un démultiplexage en fournissant les données au protocole concerné.

Données : (46 à 1500 octets)

Les données véhiculées par la trame. Sur la station destinataire de la trame, ces octets seront communiqués à l'entité (protocole) indiquée par le champ EtherType. Notons que la taille minimale des données est 46 octets. Des octets à 0, dits de "bourrage", sont utilisés pour compléter des données dont la taille est inférieure à 46 octets.

CRC (Cyclic Redundancy Code) :

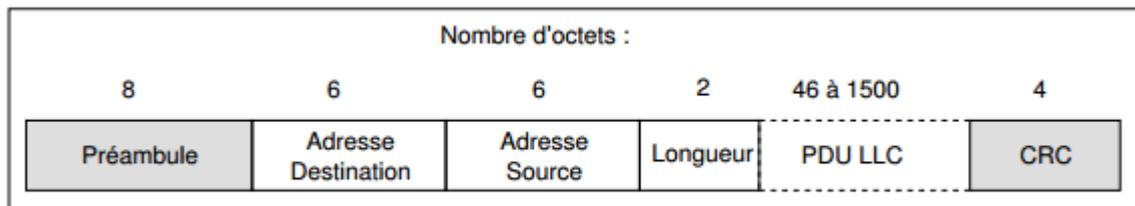
Champ de contrôle de la redondance cyclique. Permet de s'assurer que la trame a été correctement transmise et que les données peuvent donc être délivrées au protocole destinataire. Le polynôme générateur de ce CRC est :

$$G(x) = x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$$

Ethernet 802.3

Format de la trame Ethernet 802.3 :

Ces trames sont utilisées par certains protocoles de gestion du réseau Ethernet, notamment 802.1d (Spanning Tree) :



Format de la trame Ethernet 802.3

Description des champs de la trame Ethernet 802.3 :

Par rapport à la trame Ethernet V2, seul change le champ EtherType qui est remplacé par un champ **Longueur** qui indique la longueur de la trame. Dans ce cas, les données de la trame contiennent un PDU de la sous-couche LLC.

Une adresse MAC (Media Access Control), parfois nommée adresse physique², est un identifiant physique stocké dans une carte réseau ou une interface réseau similaire. À moins qu'elle n'ait été modifiée par l'utilisateur, elle est unique au monde.

Toutes les cartes réseau ont une adresse MAC, même celles contenues dans les PC et autres appareils connectés (tablette tactile, smartphone, consoles de jeux...).

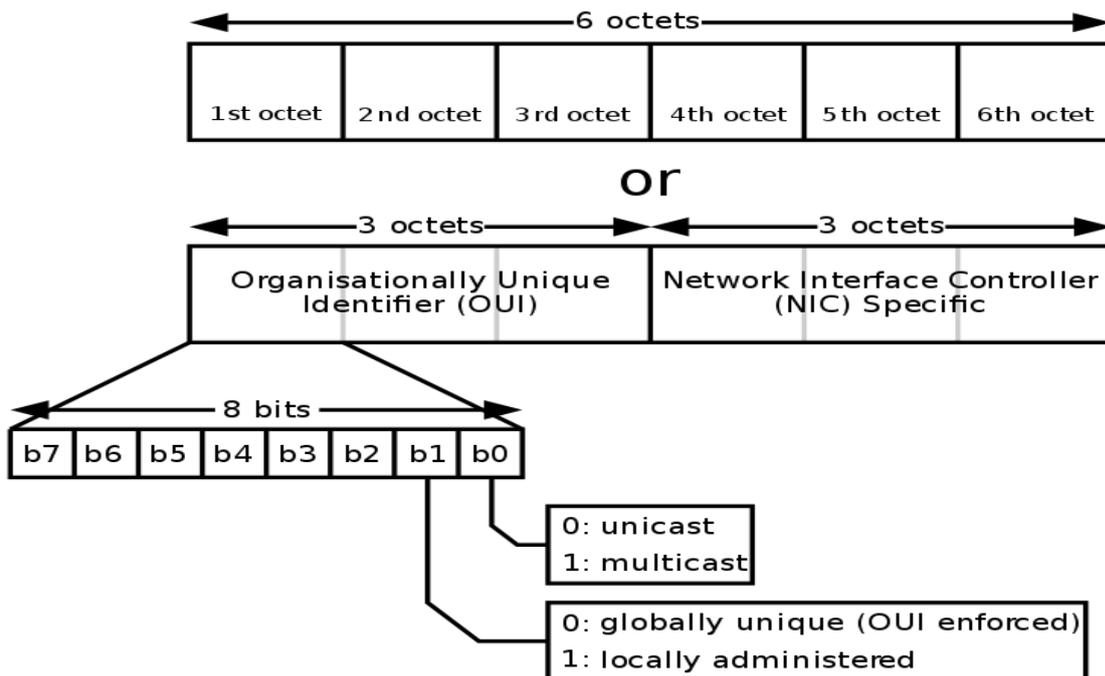
MAC constitue la partie inférieure de la couche de liaison (couche 2 du modèle OSI). Elle insère et traite ces adresses au sein des trames transmises. Elle est parfois appelée adresse ethernet, UAA (Universally Administered Address), BIA (Burned-In Address), MAC-48 ou EUI-48.

L'IEEE a défini un format similaire à 64 bits appelé EUI-64.

Structure

Une adresse MAC-48 est constituée de 48 bits (6 octets) et est généralement représentée sous **la forme hexadécimale** en séparant les octets par un double point ou un tiret. Par exemple : 5E:FF:56:A2:AF:15.

Ces 48 bits sont répartis de la façon suivante :



- 1 bit I/G : indique si l'adresse est individuelle, auquel cas le bit sera à 0 (pour une machine unique, unicast) ou de groupe (multicast ou broadcast), en passant le bit à 1 ;
- 1 bit U/L : indique 0 si l'adresse est universelle (conforme au format de l'IEEE) ou locale, 1 pour une adresse administrée localement ;

- 22 bits réservés : tous les bits sont à zéro pour une adresse locale, sinon **ils contiennent l'adresse du constructeur** ;
- 24 bits : adresse unique (**pour différencier les différentes cartes réseaux d'un même constructeur**).

Les concepteurs d'Ethernet ayant utilisé un adressage de 48 bits, **il existe potentiellement 248 (environ 281 000 milliards) d'adresses MAC possibles**. L'IEEE donne des préfixes de 24 bits (appelés Organizationally Unique Identifier - OUI) aux fabricants, ce qui offre 224 (environ 16 millions) d'adresses MAC disponibles par préfixe.

Changement d'adresse MAC

Certaines personnes souhaitent changer l'adresse de MAC (adresse physique) d'une carte réseau local parce qu'une application en demande une particulière pour fonctionner, ou aussi parfois parce qu'il y a un conflit avec une autre adresse MAC sur le même réseau, ou pour éviter d'être tracé.

Avec certains OS, l'adresse matérielle MAC n'est pas utilisée directement, ce qui permet de la modifier au niveau logiciel et non physique, elle est alors modifiable par l'utilisateur. Son changement permet de réduire le risque de traçage inhérent à tout identifiant immuable. Mais cela peut poser d'autres problèmes par la suite, par exemple si l'accès à une connexion internet est filtré sur la base des adresses MAC.

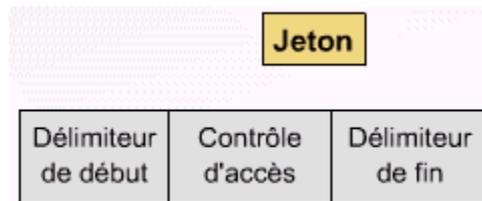
Le changement peut être temporaire avec une commande ou persistant en modifiant un fichier de configuration par exemple. Avec certains pilotes l'adresse MAC peut directement être modifiée dans les propriétés avancées de la carte réseau. À noter que certains logiciels tiers permettent également cette modification.

Les réseaux TOKEN RING

Token Ring, est un protocole de réseau local qui fonctionne sur la couche Liaison du modèle OSI. Il utilise une trame spéciale de trois octets, appelée jeton :

Jetons :

Les jetons ont une longueur de trois octets et sont composés :



- Un délimiteur :

Le délimiteur de début de trame avertit chaque station de l'arrivée d'un jeton ou d'une trame de données ou de commande.

- Octet de contrôle d'accès :

L'octet de contrôle d'accès comprend un champ priorité et un champ réservation ainsi qu'un bit représentant le jeton et un bit de comptage moniteur. Le bit représentant le jeton distingue le jeton de la trame de données ou de commande, et le bit de comptage moniteur détermine si la trame circule constamment (بإستمرار) autour de l'anneau.

- Le délimiteur de fin

Le délimiteur de fin trame indique la fin du jeton.

L'architecture des réseaux TOKEN RING :

Les réseaux TOKEN RING se différencient des autres réseaux plus par la méthode d'accès au réseau (le passage du jeton), que par la composition (la paire torsadée) ou la disposition (en anneau) du câblage.

L'architecture des réseaux TOKEN RING se présente sous la forme d'un « anneau physique ». L'architecture de la version IBM des réseaux TOKEN RING est un anneau en étoile, les ordinateurs sont tous connectés à un concentrateur central (une étoile) dans lequel se trouve l'anneau physique ; on parle « d'anneau logique » pour expliciter le fait que l'aspect du réseau soit en étoile, mais que la circulation des trames est en anneau.

Il y a deux sortes de Token Ring :

- Le Token Ring en anneau, c'est le Token Ring « normal ».
- Le Token Bus, c'est le Token Ring sur un support en bus.

Les caractéristiques des réseaux TOKEN RING :

Les caractéristiques des réseaux TOKEN RING sont les suivantes :

- La spécification IEEE 802.5
- **Une topologie en anneau en étoile**
- **La méthode d'accès au réseau le passage du jeton**
- Le mode de transmission des signaux en bande de base
- Le câblage en paires torsadées non blindées (UTP) ou blindées (STP), rarement de la fibre optique.
- Les types 1, 2 et 3 des câbles IBM
- Un débit de 4 ou 16 Mb/s

La circulation du jeton dans un réseau TOKEN RING :

L'initialisation d'un réseau TOKEN RING suit une procédure stricte et systématique :

- Un ordinateur émet un jeton sur le réseau (le premier ordinateur du réseau qui s'allume).
- Le jeton circule autour de l'anneau dans le sens des aiguilles d'une montre. Les ordinateurs allumés du réseau qui veulent émettre vérifient si la trame qui circule est un jeton.
- Un ordinateur s'empare du jeton quand il veut transmettre sur le réseau, seul l'ordinateur qui détient le jeton peut transmettre des informations sur le réseau. L'ordinateur en possession du jeton émet ses trames sur le réseau.
- La trame circule sur le réseau et passe devant tous les ordinateurs.
- Les ordinateurs du réseau vérifient si la trame leur est destinée
- L'ordinateur récepteur recopie la trame qui lui est destinée dans sa mémoire tampon. L'ordinateur récepteur modifie le champ d'état de la trame pour indiquer que celle-ci a été recopiée par son destinataire. L'ordinateur récepteur renvoie la trame sur le réseau.
- La trame circule de nouveau sur le réseau
- L'ordinateur émetteur réceptionne la trame, vérifie qu'elle a bien atteint sa cible, en accuse réception, et la détruit. L'ordinateur continue d'émettre jusqu'à la fin de sa transmission. Le jeton est replacé sur le réseau quand l'ordinateur a terminé sa transmission.
- Le jeton circule sur le réseau.

Les conditions de fonctionnement d'un réseau TOKEN RING

La méthode d'accès au réseau le passage du jeton implique certaines conditions :

- Il ne peut avoir qu'un seul jeton sur le réseau à un moment donné.
- Le jeton ne circule que dans un seul sens, la circulation des données est unidirectionnelle. Ce qui permet de n'utiliser qu'un seul brin de fibre optique par exemple...
- Il ne peut avoir qu'un seul ordinateur émetteur en même temps. Seul l'ordinateur qui s'empare du jeton peut transmettre sur le réseau. Il ne peut avoir un collision. Le

passage du jeton est déterministe, c'est à dire qu'un ordinateur ne peut pas forcer l'accès au réseau.

- Tous les ordinateurs du réseau régénèrent les trames qui passent et les renvoient sur le réseau. Les ordinateurs font office de répéteur unidirectionnel.
- Le premier ordinateur allumé sur le réseau crée un jeton et assure la surveillance du réseau. Il se désigne comme le contrôleur du réseau s'assure que le réseau fonctionne normalement, et il vérifie si les trames sont correctement émises.
- Un réseau TOKEN RING ne fonctionne qu'à une seule vitesse de transmission de 4 Mb/s ou de 16 Mb/s selon les cartes réseaux.
- Un réseau TOKEN RING transmet en continu (DATA STREAMING).

Le contrôleur du réseau TOKEN RING :

- **Le contrôleur du réseau est souvent la première machine allumée sur le réseau.**

Le contrôleur du réseau est responsable du bon fonctionnement du système TOKEN RING, et ses tâches sont multiples :

- ❖ Le contrôleur du réseau s'assure qu'il n'y a qu'un seul jeton qui circule.
- ❖ Le contrôleur du réseau détecte si des trames ont fait plus d'une fois le tour de l'anneau.
- ❖ Le contrôleur du réseau s'assure qu'il n'y a pas d'adresse en double. L'adresse de chaque machine sur le réseau est unique.
- ❖ Le contrôleur du réseau prévient les autres ordinateurs de l'arrivée d'une nouvelle station sur le réseau.