

Ch3 – Interconnexion des postes dans un réseau local Ethernet : couche 1 et 2 du modèle OSI

Dernière maj : lundi 2 avril 2007

I. ELEMENTS PHYSIQUES D'INTERCONNEXION.....	1
A. CABLE DE LIAISON PHYSIQUE.....	2
B. CONCENTRATEUR OU HUB	4
C. LA CARTE RESEAU, POINT DE CONNEXION.....	5
II. METHODE D'ACCES AU CABLE ETHERNET : CSMA/CD	6
A. LES COLLISIONS.....	6
B. DETECTION DES COLLISIONS.....	6
III. ADRESSAGE	8
A. IDENTIFICATION D'UN POSTE : ADRESSE MAC.....	8
B. LECTURE DES ADRESSES MAC.....	9
IV. REPARTITION DES CHARGES SUR UN RESEAU.....	10
A. LE COMMUTATEUR, OU SWITCH.....	10
B. LA BANDE PASSANTE D'UN RESEAU (DEBIT)	12
C. GESTION DE LA BANDE PASSANTE (DEBIT)	12
D. DOMAINES DE COLLISION.....	13
E. DOMAINES DE DIFFUSION, OU DOMAINES DE BROADCAST	13
V. LA TRAME ETHERNET	14
VI. LIMITES DU RESEAU LOCAL ETHERNET	16
A. RESEAU BASE SUR DES CONCENTRATEURS : REGLE DES 5-4-3	16
B. RESEAU BASE SUR DES COMMUTATEURS	16
C. EXEMPLE BASE SUR ETHERNET	16

I. Eléments physiques d'interconnexion

L'interconnexion physique des ordinateurs dans un réseau local concerne les couches basses du modèle OSI. Il s'agit en effet d'établir un lien physique entre les nœuds du réseau (postes de travail, serveurs, équipements d'interconnexion, etc.).

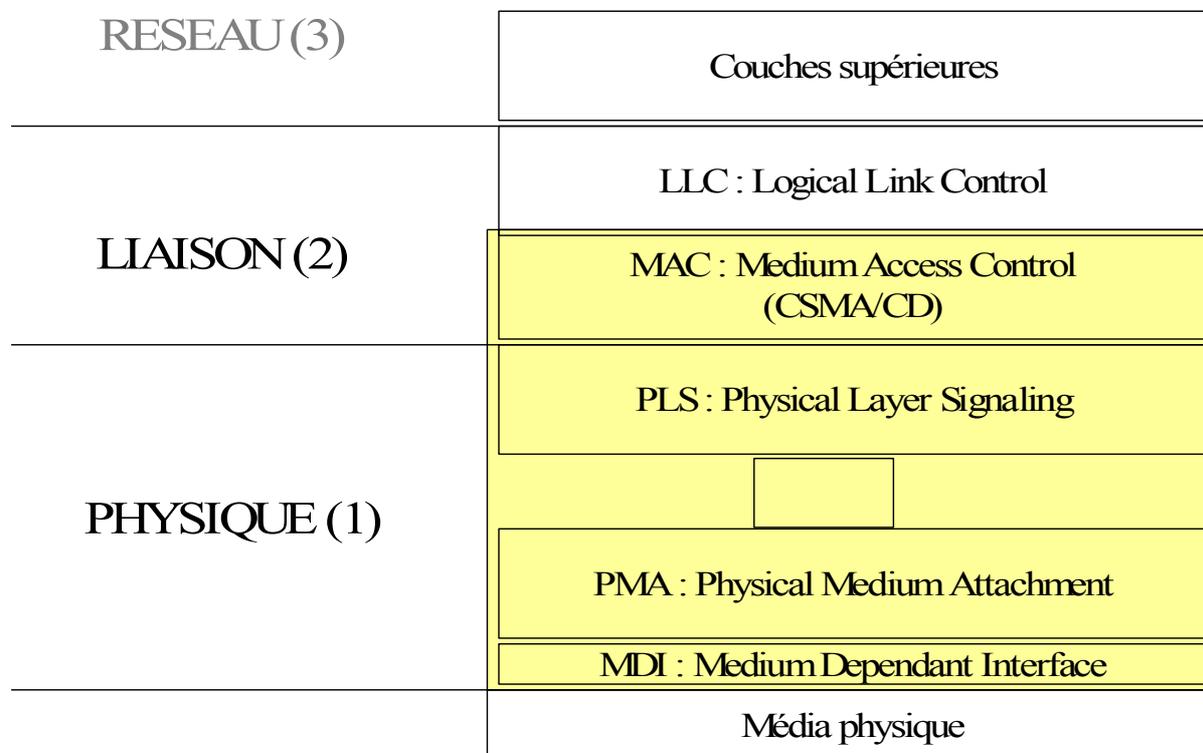
► **L'INTERCONNEXION** des postes de travail **NECESSITE** la mise en œuvre de **LIENS PHYSIQUES : SUPPORT DE COMMUNICATION** et **POINT DE CONNEXION**.

► Des **NORMES DE RESEAUX** définissent les **CARACTERISTIQUES** de ces **LIENS PHYSIQUES**

► **ETHERNET** est une **TECHNOLOGIE RESEAU** respectant les spécifications de la norme **IEEE 802.3** ou (ISO 8802.3) ; C'est le **STANDARD** utilisé aujourd'hui sur les **RESEAUX LOCAUX D'ENTREPRISE** (plus de 3/4 des réseaux)

► **ETHERNET** définit :

la couche PHYSIQUE : caractéristiques des câbles, modes de transmission
la sous-couche MAC de la couche LIAISON : spécification de la trame construite à ce niveau



Modèle OSI

Ethernet

Figure 1 : Ethernet définit la couche Physique (1) et une partie de la couche Liaison (la sous-couche MAC)

- La sous-couche LLC (Logical Link Control) définit des services standard (topologie, méthode d'accès au support) qui sont implémentée en dessous en fonction du type de réseau choisi. Ethernet (norme 802.3) utilise les services de la couche LLC
- D'autres technologies réseaux liées aux niveaux 1 et 2 sont également utilisées : Token Ring, FDDI (technologie en anneau, fibre optique), ATM (couvre également la couche 3), le protocole PPP (Point to Point Protocol , permettant de transport de paquets IP sur le réseau téléphonique commuté ou l'ADSL).

A. Câble de liaison physique

L'interconnexion des ordinateurs passe par l'établissement d'un lien physique. Il est chargé de transporter l'information sous forme de bits. Les réseaux peuvent être **filaire**s (câblages) ou **non filaire**s (ondes).

THEME 5 – RESEAUX INFORMATIQUES

La longueur des câbles est un critère important : en effet, plus le câble est long, plus l'**atténuation** (=affaiblissement) du signal sera forte. Le temps de parcours du câble va également dépendre de la distance à parcourir.

Le blindage est parfois nécessaire dans des cas d'utilisation particuliers afin de limiter l'influence des interférence provenant de l'environnement (milieu industriel, moteurs, perturbations électriques : présence de néons, par exemple).

La nature du câble est également un critère de choix : les câbles sont généralement fait de fils de cuivre (transport d'un signal électrique), mais aussi de fibres optiques (transport de faisceaux lumineux).

Les câbles sont terminés par des prises permettant de les relier aux points de connexion ou autres équipements.

Les réseaux Ethernet utilisent différents câblages :

- **Câblage coaxial** (-> topologies en bus), terminés par un connecteur BNC (à baïonnette)
- **Câblage à paires torsadées** (-> topologie en étoile), terminés par un connecteur RJ45 ; c'est le câble le plus utilisé aujourd'hui, soit en 2 paires (pour les transmissions en 10 ou 100 Mbit/s) ou 4 paires de fils (pour les transmissions à 1000Mbit/s)
 - Paires torsadées non blindées (*anglais UTP, Unshielded Twisted Pair*) : pour des réseau de bureau, limité en longueur (100m)
 - Paires torsadées blindées (*anglais STP, Shielded Twisted Pair*) pour des réseaux sujets aux perturbations électriques. permettant d'atteindre 150m.
- **fibre optique**, terminée par des connecteurs ST ou SC pour fibre optique

Différentes technologies Ethernet :

norme	support	longueur	débit
Ethernet – 802.3 (base)			
10Base2	coaxial	200m	10Mbit/s
10BaseT	Paire torsadée	100m	10Mbit/s
10BaseF	Fibre optique	2000m	10Mbit/s
Fast Ethernet – 802.3u			
100BaseTx	Paire torsadée	100m	100Mbit/s
100BaseFx	Fibre optique	2000m	100Mbit/s
Gigabit Ethernet – 802.3z			
1000BaseTx	Paire torsadée	100m	1000Mbit/s
1000BaseSx	Fibre optique	Plusieurs km	1000Mbit/s

- Le B (Base) définit un mode de transmission 'en bande de base' (brut, sans modulation)

► Les **CARACTERISTIQUES PHYSIQUES** générales d'un réseau **ETHERNET** sont les suivantes :

_topologies : en BUS, en **ETOILE** (étoiles en cascade, sur concentrateurs et/ou commutateurs)

_méthode d'accès au support partagé : **CSMA/CD** (et ses évolutions)

_vitesses de transmission: 10Mb/s, **100Mb/s**, 1Gb/s, (10Gb/s)

_médias (câblages) : coaxial, **paire torsadée** et fibre optique

_longueur maximale d'un segment de câble : exemple 100 m en paire torsadée,

_nombre maximal d'hôtes sur un réseau Ethernet : 1024

- On parle parfois de **topologie en bus logique**, l'équipement intermédiaire (concentrateur ou commutateur) assurant une forme de continuité du connecteur vers les postes suivants.
- Un **pont** : équipement nécessaire au passage d'une technologie de réseau physique-liaison à une autre (d'Ethernet à TokenRing, par exemple) ; pour passer d'un réseau en 10BaseT à 1000BaseT, il faut donc disposer d'un pont;
- Un **répéteur** : équipement permettant de lever certaines contraintes techniques (la longueur des segments de câbles Ethernet) ; il agit comme un amplificateur des signaux qu'il reçoit (les bons, ... comme les mauvais...)
- Les paires torsadées : le fait de torsader les paires de fils permet une augmentation de fréquence d'utilisation (notion de **catégories** de câbles)

B. Concentrateur ou HUB

Le **concentrateur** (ou **hub**, ou **répéteur multiport**) est l'équipement de base pour constituer des réseaux Ethernet en topologie étoile : il constitue l'élément central qui rassemble les câbles en provenance de chaque hôte.

Ce boîtier comporte un certain nombre de ports (4, 8, 12, 16, 24) qui permettent l'enfichage de prises RJ45.

Le rôle du concentrateur est de répéter en sortie sur tous les ports le signal qu'il reçoit en entrée sur l'un des ports, sans aucune modification des données mais après avoir régénéré le signal.

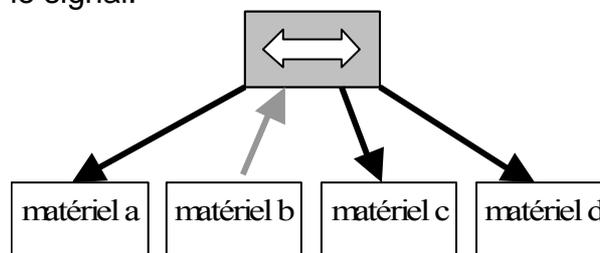


Figure 2 : le HUB diffuse les trames à tous les segments

► Le **CONCENTRATEUR** ou **HUB** est un dispositif qui permet de connecter plusieurs ordinateurs au moyen de câbles.

► Le **CONCENTRATEUR** ou **HUB** **DIFFUSE** les **TRAMES** reçues d'un port **VERS TOUS** les **AUTRES PORTS** (sauf celui sur lequel la trame lui est parvenue)

► Le **CONCENTRATEUR** permet d'**AUGMENTER LE NOMBRE** de stations hôtes d'un réseau et la distance entre les stations (dans certaines limites)

► Le **CONCENTRATEUR** travaille au niveau **PHYSIQUE** (1) du modèle OSI

- Les concentrateurs (ou hub ou répéteurs multiports) peuvent être reliés en cascade (on parle parfois de *daisy chaine*): un port ou plusieurs ports (port up-link) sont dédiés (ou commutables par un bouton) à cette fonction

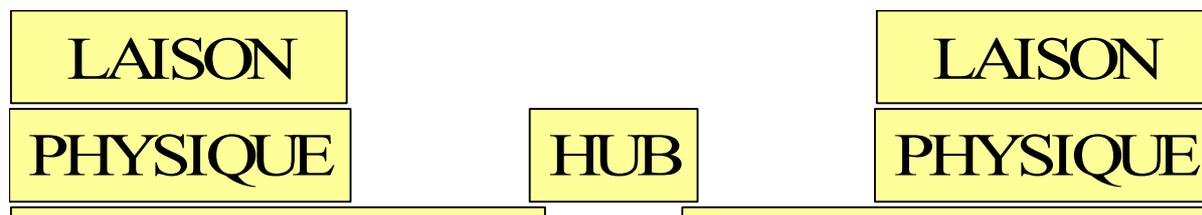


Figure 3 : le répéteur, ou hub, ou concentrateur fonctionne au niveau physique du modèle OSI

C. La carte réseau, point de connexion

Sur un réseau local, la carte réseau est le point de connexion du poste au réseau. Elle assure l'émission et la réception des messages qui circulent sur le média de communication.

La carte réseau est généralement enfichée sur un connecteur PCI et assure la fonction de Contrôleur d'E/S sur le réseau. Elle comporte des ressources propres : processeur de traitement, mémoire, etc.

La carte réseau communique avec le microprocesseur en utilisant les mécanismes habituels de plages d'entrées/Sorties et d'interruptions.

Une prise permet l'enfichage d'un connecteur de type RJ45, par exemple (ou BNC pour une connexion à un câble coaxial dans le cadre d'un réseau Ethernet en bus). Certaines cartes comportent plusieurs connecteurs (RJ45 et BNC, par exemple), donnant la possibilité d'utiliser différentes topologies (mais pas en même temps).

Le dialogue avec la carte réseau va être piloté par un driver : c'est ce programme qui va permettre au système d'exploitation d'adresser des requêtes. Ce programme est capable de réaliser le lien entre un besoin de communication de l'ordinateur et l'envoi des octets en entrée de la carte (ou inversement en réception), en utilisant une interruption et les plages d'Entrées-sorties qui lui sont réservées en mémoire.

Les cartes Ethernet du marché supportent les débits suivants : 10BT (10Mb/s), 100BT (100Mb/s ou Fast Ethernet) ou 1000BT (1000Mb/s ou Gigabit Ethernet). Certaines cartes sont capables de détecter et d'ajuster automatiquement leur débit : 10/100 permet de passer de 10Mb/s et 100Mb/s en fonction des cartes connectées sur son port.

► La **CARTE RESEAU**, ou **coupleur**, ou interface réseau (*anglais NIC, Network Interface Card, ou Adapter*), est le **POINT DE CONNEXION** d'un hôte au réseau

► La **CARTE RESEAU**, est adaptée à un certain **DEBIT**, ou bien est capable de s'adapter automatiquement à 2 débits (un en entrée et un en sortie, ex. 10/100)

► Le **PILOTE** de la **CARTE RESEAU** (*anglais DRIVER*), permet au système d'exploitation de dialoguer avec la carte

II. Méthode d'accès au câble Ethernet : CSMA/CD

La méthode d'accès au câble dans un réseau Ethernet repose sur le principe suivant : **chaque hôte gère de manière autonome son droit d'accès au média** (=au support), il n'a aucune connaissance à priori (à l'avance) des autres hôte reliés au réseau.

A. Les collisions

Les réseaux dont les hôtes se partagent le support de communication sont confrontés aux problèmes de collisions.

Les collisions, ou contentions, sont des conflits d'accès au support (le câble) provoqué par au moins 2 nœuds se trouvant simultanément en état d'émission de trame. La collision va occasionner une perturbation des signaux et donc une perte d'information. Il est donc indispensable de prendre en compte ces collisions afin de ne pas perdre d'informations.

► Une **COLLISION**, ou **CONTENTION**, est un **CONFLIT D'ACCES AU SUPPORT DE COMMUNICATION**.

► Un **NOMBRE** trop **IMPORTANT** de **COLLISIONS** peut **SATURER LE RESEAU**.

B. Détection des collisions

Acronyme de **Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection**, soit accès multiple avec écoute de porteuse et détection de collisions.

La technologie Ethernet utilise un support de transmission partagé par tous les postes. La définition du protocole **CSMA/CD** va permettre de gérer l'accès à ce support.

Les méthodes CSMA mettent en œuvre un mécanisme permettant de détecter si un support de communication est utilisé ou non. La présence ou l'absence d'un signal électrique permet de savoir si le câble est en cours d'utilisation.

Un poste voulant émettre va donc d'abord « écouter » le câble et devra attendre que le câble soit disponible pour envoyer ses signaux.

Si 2 postes, après avoir écouté le câble décident de transmettre leurs signaux en même temps, une collision risque de se produire.

La détection de collision permet de savoir si une collision a eu lieu. Après détection, au lieu de relancer la trame immédiatement, ce qui risquerait de provoquer à nouveau une collision, les cartes en cause attendent un temps aléatoire pour faire une nouvelle tentative.

Le délai de propagation des signaux sur le support correspond au temps nécessaire à un poste pour détecter un signal d'émission lancé par l'appareil le plus éloigné (cela fait l'objet d'un élément de la norme IEEE).

► **Méthode de GESTION DES COLLISIONS sur un réseau Ethernet : CSMA/CD, CARRIER SENSE MULTIPLE ACCESS / COLLISION DETECTION**, accès multiple avec écoute de porteuse et détection de collisions

► **ECOUTER SI LIBRE** : la carte réseau attend la disponibilité du câble pour émettre

► **EMETTRE** : si aucune carte n'est en train d'émettre, elle émet la trame

► **ECOUTER SI COLLISION** : la carte écoute à nouveau pour savoir si une collision s'est produite

► **EN CAS DE COLLISION, RETRANSMETTRE** après un **DELAI ALEATOIRE**: les cartes à l'origine de la collision retransmettront leur trame

► La méthode **CSMA/CD** est dite **PROBABILISTE** car on ne sait à l'avance quelle station va émettre

- Toute augmentation du trafic sur un réseau va multiplier les risques de collisions.
- La porteuse correspond au signal qui « porte » les données à transmettre
- D'autres méthodes d'accès au support physique sont utilisées :
 - Le jeton : trame circulant sur le réseau donnant la possibilité au coupleur (la carte réseau) de prendre la trame pour émettre ; le jeton est utilisé dans le réseau Token Ring (topologie en anneau) et Token Bus (topologie en bus). La **méthode du jeton** est dite **DETERMINISTE** : l'hôte qui émet est déterminé.
 - La méthode CSMA/CA, accès multiple avec écoute de porteuse, la CA signifiant *Collision Avoidance*, soit évitement des collisions, utilisant une procédure d'acquiescement avant l'émission d'une trame (la carte « prévient » qu'elle va envoyer une trame).
- Après détection d'une collision, la carte va faire au mieux (principe du 'Best Effort') pour répéter la tentative d'émission du paquet qu'elle a reçu de la couche supérieure, mais avec un nombre maximal de tentatives de 16

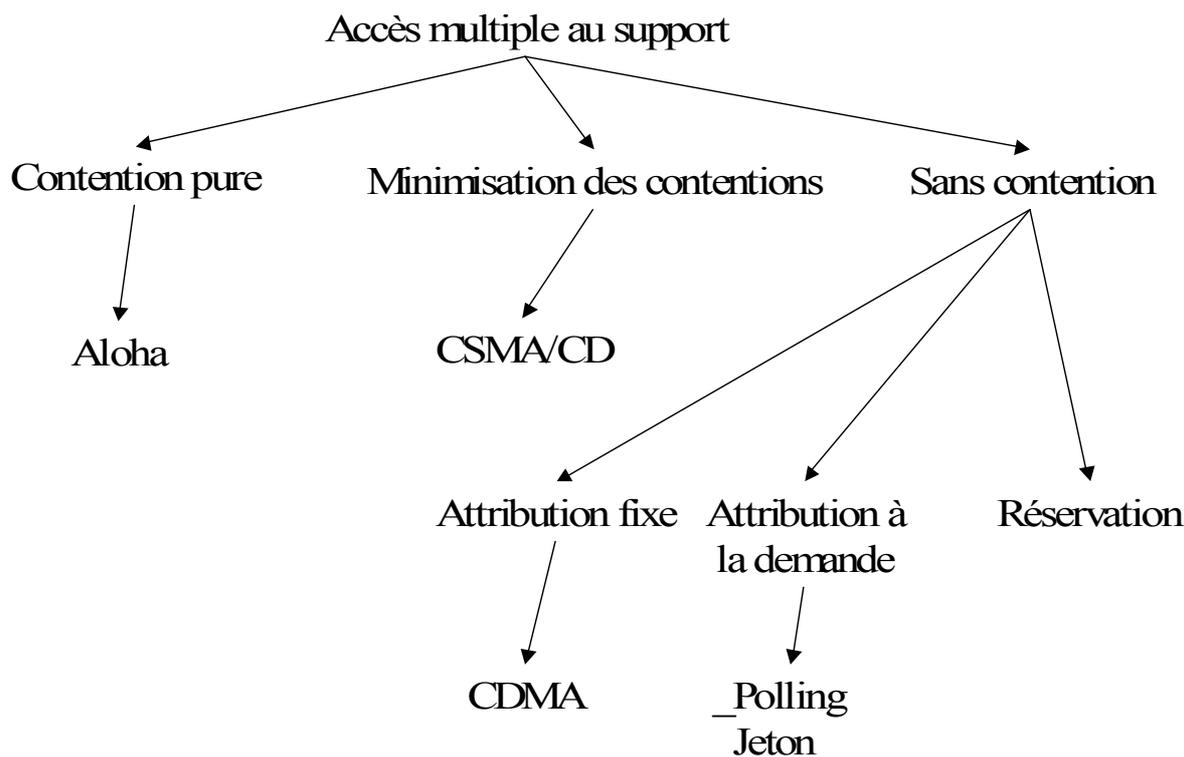


Figure 4 : les méthodes de gestion collision

III. Adressage

A. Identification d'un poste : adresse MAC

Dans un réseau à support partagé, comme Ethernet, les cartes réseaux « voient » les trames qui passent sur le support physique. Il est donc indispensable de mettre en place un système d'identification permettant de savoir si une trame reçue doit être exploitée et transmise à la couche supérieure pour être traitée.

Sur un LAN, tous les postes, par l'intermédiaire de la carte réseau, disposent donc d'une adresse physique : l'adresse MAC (pour Medium Access Control).

Après réception d'une trame (couche physique), celle-ci est transmise à une partie de la couche liaison qui va exploiter cette trame (cette trame aura été construite par la couche liaison de l'émetteur) et vérifier la partie adresse destinataire. Si celle-ci correspond à l'adresse de la carte réseau, la trame est passée à la couche supérieure.

L'adresse physique est souvent statique : elle est attribuée une fois pour toute par le fabricant de la carte (des plages de numéros leur sont attribués) ; elle est enregistrées dans une ROM placée sur la carte réseau. Parfois, cependant, il est possible de modifier cette adresse.

THEME 5 – RESEAUX INFORMATIQUES

Une @MAC est stockée sur 6 octets ; elle est présentée sous forme de 12 caractères hexadécimaux, par exemple sous la forme : 00-0E-35-73-12-22 ou bien 00:0E:35:73:12:22.

Les 3 premiers caractères de l'@MAC correspondent au code fabricant (OUI, Organizationally Unique Identifier, attribué par l'IEEE), les 3 suivants à un numéro de série unique pour la carte attribué par le fabricant.

Si 2 adresses physiques identiques étaient détectées sur le réseau, aucun des 2 équipements ne pourrait communiquer.

Evidemment, lorsqu'un ordinateur change de carte réseau, « son adresse MAC » change. L'adresse MAC « suit » la carte réseau.

► **L'ADRESSE MAC** d'une carte réseau **IDENTIFIE** de manière **UNIQUE** cette **CARTE** (donc le poste sur lequel elle est installée)

► **L'ADRESSE MAC** est une référence de 6 octets représentés sous forme de **12 caractères hexadécimaux** : 3 octets pour le code constructeur et 3 octets pour le numéro de carte

- Précision : les 2 premiers bits du code fabricant indiquent si c'est une adresse de groupe ou non, et si c'est une adresse universelle ou locale

B. Lecture des adresses MAC

L'adresse MAC ne permet pas de localiser un poste sur le réseau : aucun moyen n'est fourni pour adresser directement un poste comme on pourrait adresser un courrier par un service postal.

On n'imagine pas le facteur demandant à chaque habitation : « ce courrier est-il pour vous ? ». C'est pourtant le principe de base utilisé ici : la diffusion à tous les postes pour trouver le bon destinataire.

Le principe de diffusion permet à un poste d'envoyer un message à tous les postes par l'intermédiaire du concentrateur (répéteur multi-ports), seul le destinataire réel acceptant de la traiter. C'est la lecture de l'adresse MAC au sein de la trame reçue qui va déterminer si oui ou non, cette trame est à traiter et à passer à la couche supérieure.

Certaines adresses MAC sont particulières : c'est le cas de

- l'adresse de **broadcast** (0x FF-FF-FF-FF-FF-FF) qui propage les signaux à tous les ports, que l'on soit en commutateur et concentrateur. Dans ce cas, toutes les cartes qui vont lire la trame et décoder cette adresse savent qu'elles doivent la traiter et la passer à la couche supérieure.
- L'adresse **multicast** : elle débute par (0x 01:00:5E), le reste représentant le numéro de groupe multicast destinataire du message ; identique au broadcast, mais pour un groupe de postes identifiés par un numéro de groupe ;

- ▶ Une **TRAME UNICAST** est **A L'ATTENTION D'UN SEUL DESTINATAIRE** : elle précise l'**@MAC UNIQUE** du **DESTINATAIRE**)
- ▶ Une **TRAME de BROADCAST** est **A L'ATTENTION DE TOUS LES POSTES** qui vont la recevoir (elle précise une **@MAC** destination particulière **0xFF-FF-FF-FF-FF-FF**)
- ▶ Une **TRAME MULTICAST** est **A L'ATTENTION DE TOUS LES POSTES APPARTENANT AU GROUPE PRECISE** (elle précise une **@MAC** destination particulière **0x01-00-5E** suivi du numéro de groupe)

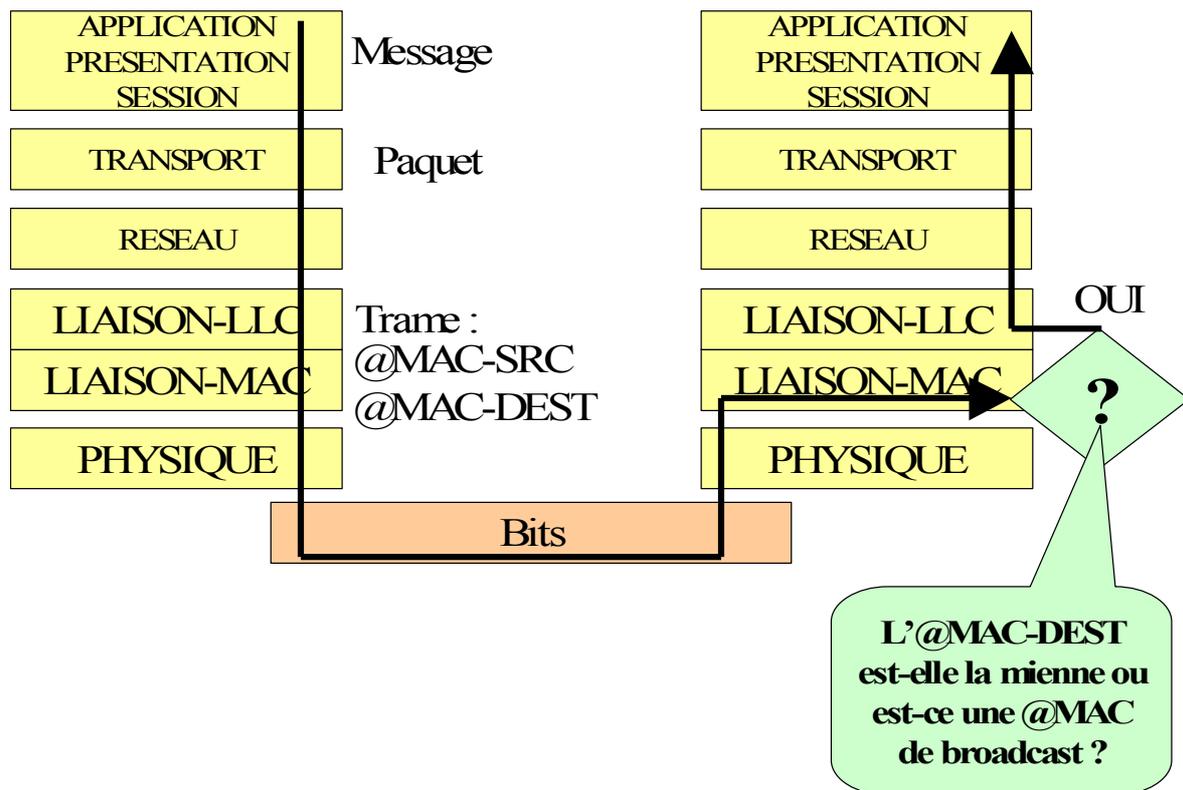


Figure 5 : la couche MAC vérifie si la trame lui est bien destinée

IV. Répartition des charges sur un réseau

A. Le commutateur, ou SWITCH

Le nombre de postes d'un réseau local d'entreprise (RLE) peut être important. La technique de diffusion des trames par les concentrateurs va provoquer un nombre important de collisions. En effet, les concentrateurs diffusent les trames à tous les postes connectés.

Le principe de **commutation** apporte une réponse à ce problème et créant un « circuit virtuel » entre 2 ports en fonction des adresses MAC source et destination.

Le **commutateur** ou **switch** (on parle aussi de hub switché) met en œuvre ce principe de commutation. Cet équipement dispose d'un nombre de ports de

connexion identique au concentrateur, mais il utilise une autre technique de distribution des trames.

Au lieu de diffuser la trame à tous les postes, il va être capable d'analyser le contenu de la trame Ethernet, de lire l'adresse physique du destinataire et réaliser un lien entre le port émetteur et le port destinataire (on appelle ce lien **circuit virtuel**).

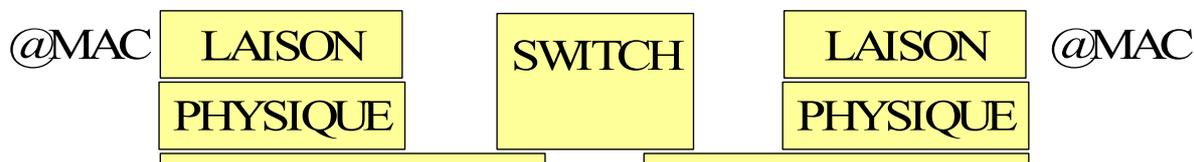


Figure 6 : un switch lit l'@ MAC : il peut donc choisir le port de destination

Pour réaliser ce lien, il devra posséder dans sa mémoire, les adresses MAC associées à chaque port. Il inspectera cette table de correspondance (adresse MAC / Port) pour connaître le port destinataire d'un message. Un switch peut mémoriser environ 1000 adresses MAC par port.

A l'intérieur du switch, un bus rapide (le bus dit de fond de panier) permet l'orientation des trames vers le port de sortie avec un débit très élevé.

Ce mécanisme, la commutation, permet de répartir les charges sur le réseau.

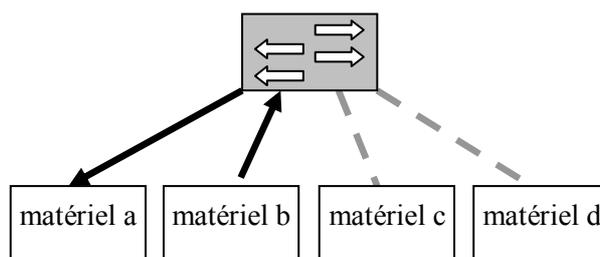


Figure 7 : le SWITCH (commutateur) choisi le segment vers lequel la trame reçue sera renvoyée

La commutation peut être réalisée de 2 manières :

- La commutation à la volée (anglais : on the fly ou cut through) : la trames reçues sont renvoyées aussitôt, dès l'adresse destination décodée (performances élevées, mais risque de collisions)
- La **commutation avec stockage** (anglais : **store and forward**) : la trame est stockée dans le switch, puis envoyée sur le port destinataire lorsqu'il est disponible (pas de collision)

►.Le principe de la **COMMUTATION** permet la création d'un **CIRCUIT VIRTUEL ENTRE 2 PORTS**.

►.Le **COMMUTATEUR** ou **SWITCH** utilise généralement la commutation **STORE AND FORWARD** qui permet de propager les trames après stockage et ainsi supprime les collisions.

►.Le **COMMUTATEUR** ou **SWITCH** permet de **DELIMITER LES DOMAINES DE COLLISIONS**.

B. La bande passante d'un réseau (débit)

La **bande passante**, ou **débit**, représente le volume de données pouvant circuler sur le réseau. Elle est exprimée en **Mb/s** (ou Mbps), soit Méga bits par seconde.

► la **BANDE PASSANTE**, ou **DEBIT**, définit le **VOLUME DE DONNEES** pouvant circuler sur un réseau pendant une période de temps.

On trouve 3 débits sur les réseaux Ethernet à paire torsadée :

- 10 Mb/s
- 100 Mb/s
- 1000 Mb/s, ou 1Gb/s

Les éléments d'un réseau doivent être en harmonie : si le câble réseau ne peut absorber plus de 10Mb/s, il ne faut pas que la carte délivre un débit plus élevé. Il faut donc que les éléments de réseau fonctionnent au même débit :

- Carte à 10Mb/s
- Câble à 10Mb/s
- Et concentrateur à 10Mb/s

Les entreprises se sont équipées sur plusieurs années, différents équipements doivent donc cohabiter. Certains équipements pourront assurer la **commutation de débit** (passage d'un débit à l'autre), comme des concentrateurs bi-mode 10/100, des commutateurs 10/100 ou des cartes réseau 10/100.

Le coût de ces équipements est très proche des équipements mono-débit : il est donc souhaitable d'investir dans ce genre d'équipements.

Remarque : la notion de « bande passante » était surtout utilisée pour définir la plage de fréquence à laquelle fonctionnent des équipements. Cette notion est usuellement assimilée au « débit » d'une liaison.

C. Gestion de la bande passante (débit)

Un concentrateur renvoie la trame à tous ses ports. Si le débit est de 10Mb/s, l'ensemble des postes connectés (en activité) vont se partager ce débit.

►.Un **CONCENTRATEUR** ou **HUB PARTAGE LA BANDE PASSANTE** entre tous les postes actifs

Par contre un commutateur garantit la bande passante de chacun des éléments connectés à ses ports. Si un commutateur 10/100 réuni 2 concentrateurs un de 100 et l'autre de 10, chacun des postes reliés au commutateur 100 disposera de 100Mb/s, les postes du concentrateurs 10 se partageant 10Mb/s.

►.Un **COMMUTATEUR** ou **SWITCH GARANTIT LA BANDE PASSANTE**, chaque port bénéficie de la totalité de la bande passante supportée.

D. Domaines de collision

Un domaine de collision est un segment du réseau susceptible de supporter des collisions.

Les segments gérés par un concentrateur (ou répéteur multiport ou hub) ne limite pas le domaine de collision : il le propage à tous les segments. Si le concentrateur est relié par son port Up-link à une autre concentrateur, les trames et collisions sont propagées à tous les ports, donc au concentrateur connecté (et ainsi de suite).

Un commutateur délimite un domaine de collision : en effet, il ne propage pas les signaux à tous les segments et son mécanisme « store and forward » limite les collisions.

►.Tous les éléments reliés à un **CONCENTRATEUR** ou **HUB** partagent le **MEME DOMAINE DE COLLISION**

►.Les **CONCENTRATEURS** ne segmentent pas le domaine de collision.

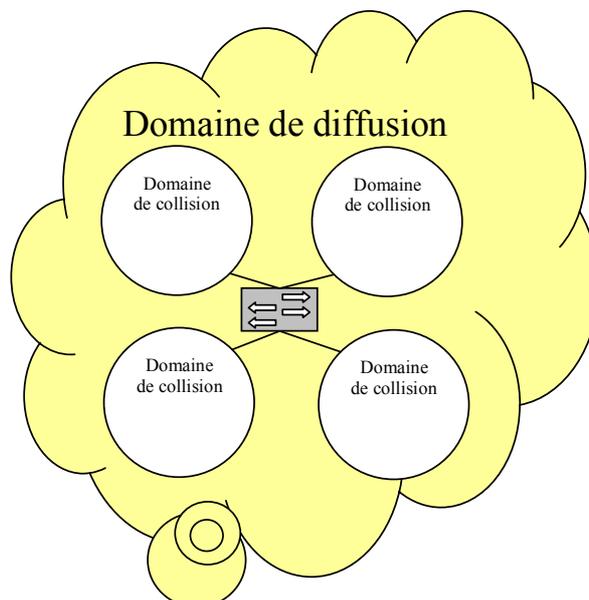
Le switch ne propage pas les collisions qu'il reçoit : il délimite un domaine de collision. Par contre, il propage les trames de broadcast : les switches délimitent des domaines de collisions.

►.Un **COMMUTATEUR** ou **SWITCH DELIMITE LES DOMAINES DE COLLISION.**

E. Domaines de diffusion, ou domaines de Broadcast

Un domaine de diffusion regroupe l'ensemble des segments de réseau susceptibles de recevoir une trame de diffusion.

►.Tous les éléments reliés à un **COMMUTATEUR** ou **SWITCH** partagent le **MEME DOMAINE DE DIFFUSION**



V. La trame Ethernet

Un poste qui transmet des informations ne les transmet pas d'un seul bloc. Le message initial est passé dans les différentes couches de protocoles, et a été découpé en paquets, ces derniers étant encapsulé dans une trame Ethernet.

Le fait de **découper les messages** permet de **ne pas monopoliser la bande passante** : en effet si on transférait un gros volume d'information, toute la bande passante serait monopolisée pendant le temps de transfert, créant ainsi de longs délais d'attente.

La taille d'une trame d'un réseau Ethernet est comprise entre 64 et 1518 octets. La taille minimale de 64 octets va dépendre du débit : pour le Gigabit Ethernet, la longueur minimale est de 512 octets (afin de permettre la détection d'éventuelles collisions).

Différents champs constituent la trame Ethernet (qui « **encapsule** » le paquet reçu de la couche supérieure) ; on y trouve par exemple :

- Un préambule servant à la synchronisation
- Adresse MAC de destination (6 octets)
- Adresse MAC source (6 octets)
- Longueur de la trame ou la famille de protocole de la couche supérieure, c'est-à-dire la couche réseau adressée (IP, NetWare, etc.) : (= le paquet à émettre à été constitué par quel protocole ? = permettra au récepteur de désassembler la trame)
- Les **DONNEES** à transporter (un paquet à ce niveau)
- Une valeur de contrôle permettant d'assurer un premier contrôle d'intégrité à ce niveau (CRC, en français : Contrôle de Redondance Cyclique)

La réception d'une trame peut être présentée avec l'algorithme suivant :

```
TantQue (l'interface coupleur est en fonction)
```

```

// Attente de réception sur la ligne
Attendre Reception

// début de Réception et Mémoire des bits reçus (buffer)
TantQue ( reception non terminée )
    Recevoir
Fin TantQue
// fin de reception

```

```

// Contrôles
Si (Trame Trop Courte) Alors
    Envoyer Message Erreur
    Sortir
FinSi
Si (Trame Trop Longue) Alors
    Envoyer Message Erreur
    Sortir
FinSi
Si (Adresse Destination Inconnue) Alors
    Sortir

```

```

FinSi
Calculer CRC (FCS)
Si (CRC_calculé Différent CRT_reçu) Alors
    Envoyer Message Erreur
    Sortir
FinSi

// Traitement
Désassembler la trame
Passer les données à la couche concernée
    
```

Fin TantQue

Terminer

- ▶ L'UNITE DE TRANSFERT du protocole Ethernet est la **TRAME** :
- ▶ Sa **LONGUEUR** est comprise entre 64 et 1518 octets.
- ▶ Sa **STRUCTURE** est la suivante (selon les versions d'Ethernet) :
 - _un préambule, l'**@MAC de destination** et l'**@MAC émettrice**
 - _le code du protocole encapsulé
 - _la longueur de la trame
 - _les **données** = le paquet reçu de la couche supérieure.
 - _un code de contrôle de la trame (**CRC**)

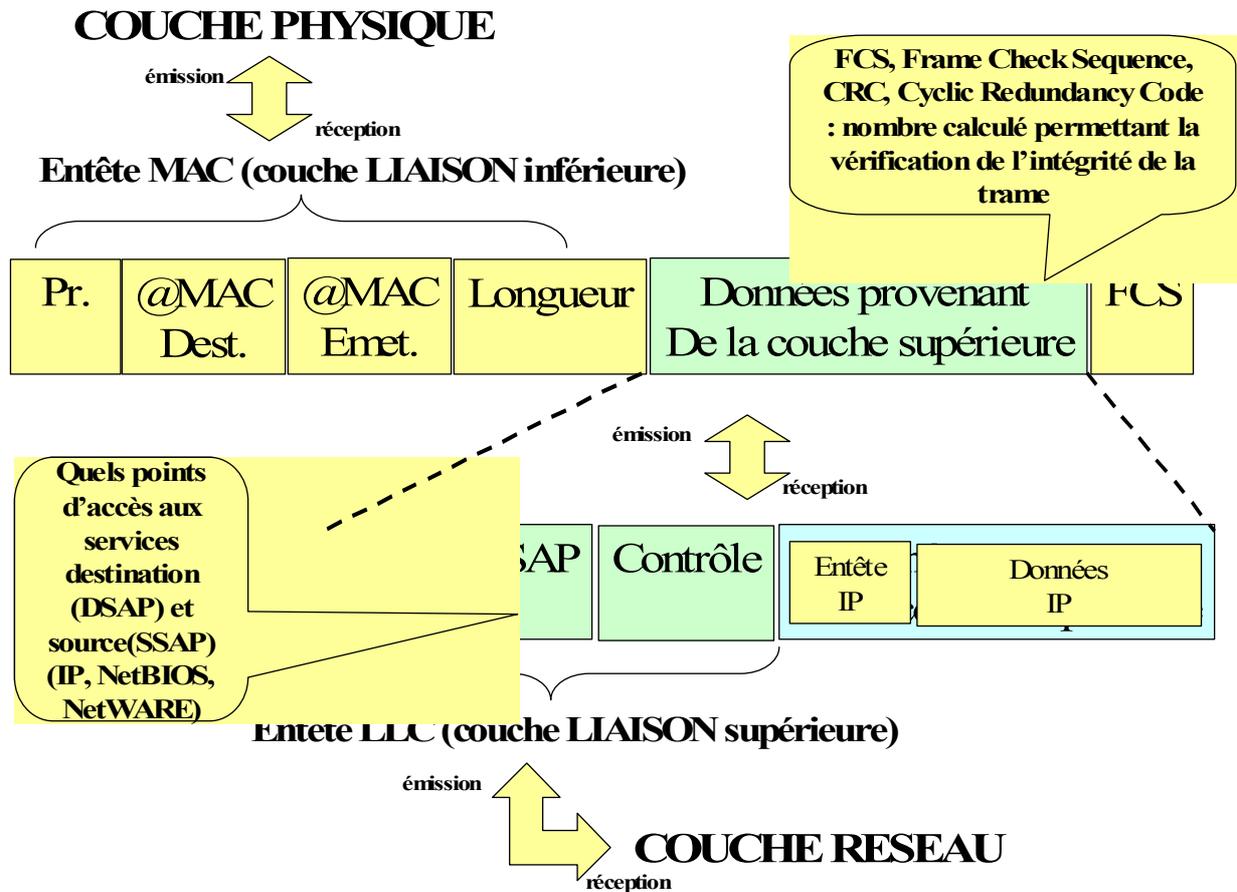


Figure 8 : trame Ethernet IEEE802.3(MAC) + 802.2 (coucheLLC)

VI. Limites du réseau local Ethernet

A. Réseau basé sur des concentrateurs : règle des 5-4-3

Les limites imposées à la construction d'un réseau Ethernet basé sur des concentrateurs sont définies par la règle des 5-4-3, qui spécifie qu'un réseau de ce type sera constitué au maximum de :

- 5 segments de câbles
- 4 répéteurs (ou **concentrateurs** ou **HUB**)
- 3 segments porteurs de stations.

Ces limites sont dues à la nécessité d'écoute des collisions et liées au temps maximal de parcours du réseau par une trame.

► La **REGLE DES 5-4-3** détermine la **limite physique d'un réseau Ethernet à base de REPETEURS** : **5 SEGMENTS** de câbles, **4 REPETEURS**, **3 SEGMENTS PORTEURS** de stations

B. Réseau basé sur des commutateurs

Le réseau à base de commutateurs permet de lever cette limite. En effet, il ne propage pas les collisions. Ainsi on pourra avoir des réseaux étendus basés sur des commutateurs. Les longueurs de câbles seront limités entre 2 nœuds (atténuation du signal) et nécessiteront l'ajout de répéteurs. Ces commutateurs, lors de l'émission de trames de broadcast, vont solliciter la totalité du réseau.

Cependant la limite devient, pour les grands réseaux locaux, au nombre d'adresses MAC que doivent mémoriser les nœuds de type commutateurs.

La mise en œuvre d'interconnexion de réseaux LAN à grande échelle va nécessiter un système d'adressage différent et des équipements capables de traiter des adresses réseau de manière différente.

C. Exemple basé sur Ethernet

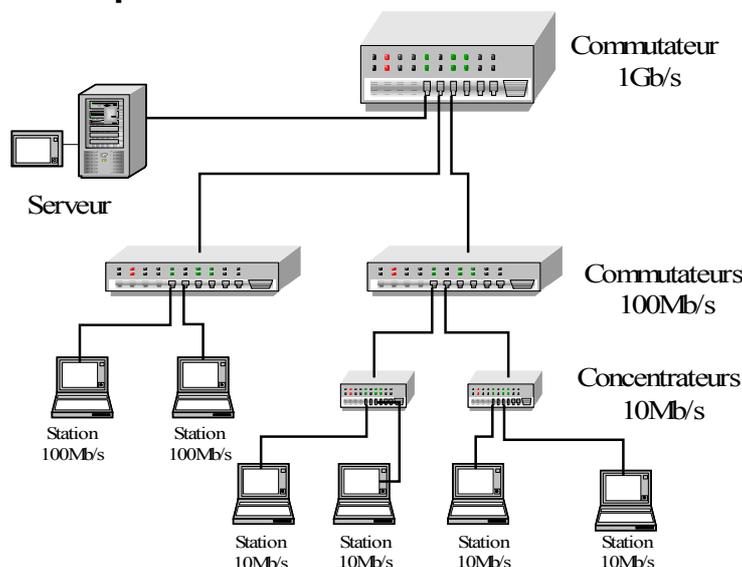


Figure 9 : réseau Ethernet avec serveur