

Semestre : 6

Unité d'enseignement : UEF 3.2.2

**LES RESEAUX
INFORMATIQUES LOCAUX**

Dr Mahmoud Hadeif

Contenu de Cours

Chapitre 3: Réseau Ethernet

- Présentation (adressage et trame Ethernet).
- Méthodes d'accès **CSMA / CD**
- Règles et Lois Pour le Réseau Ethernet
- Les Formats des Trames Ethernet
- Les Topologies
- Câbles et Connecteurs

Introduction

- L'Ethernet est l'une des technologies des réseaux locaux la plus réussie.
- Elle était développée en mi 1970 by les chercheurs de **Xeros Palo Alto Research Centre** (PARC).
- Ethernet est un exemple du technologie CSMA/CD.
- Dans l'Ethernet les nœuds transmettent et recoivent les trames sur un support partage, donc on peut concevoir l'Ethernet comme un bus, en lequel multiples stations sont attachées.

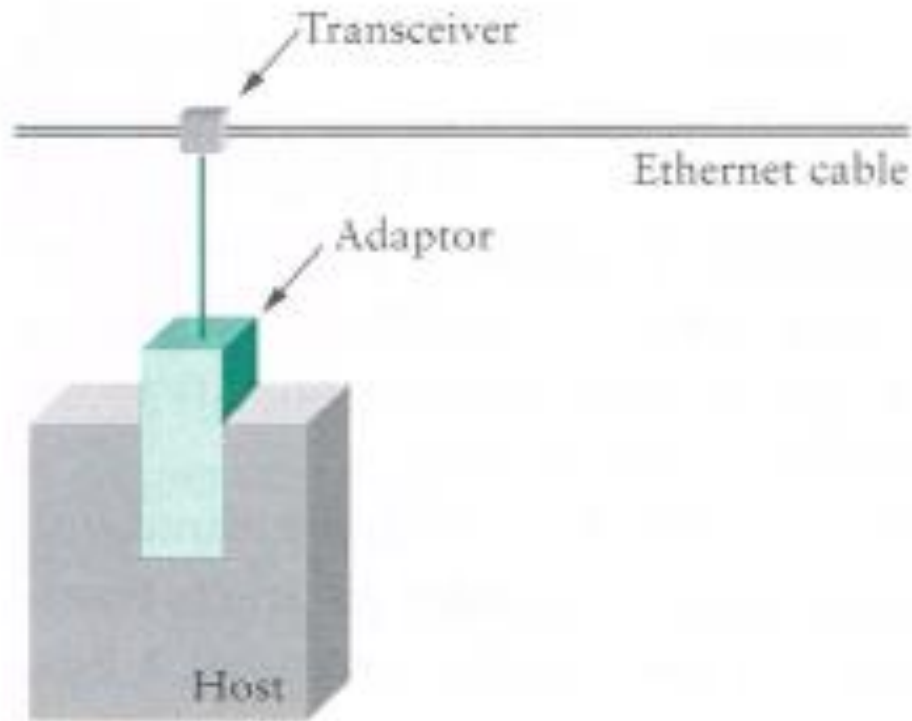
Introduction

- **Carrier Sense:**→ Tous les nœuds peuvent distinguer entre un lien active ou inactif.
- **Collision Detect** → Chaque nœuds a la capacité d'entendre (détecter) tout en transmettant de sorte que, quand il transmet une trame, il peut détecter si cette trame interfère une autre trame (collision) avec une autre trame transmise par un autre nœud.
- ***Digital Equipment Corporation*** et ***Intel Corporation*** joint Xerox pour définir un standard d'Ethernet de 10Mbs en 1978. Ce standard a forme la base du standard **IEEE 802.3**.

Introduction

- Donc il convient de considérer l'Ethernet du 1978 comme une partie du **standard 802.3**. Ce dernier inclut aussi une collection vaste des autres supports sur lesquels l'Ethernet opérer et plus récemment il a été modifié pour inclure le 100 Mbs version, aussi appelée le **Fast Ethernet**, aussi bien que le **1000 Mbs** aussi connu par le **Gigabit Ethernet**.
- Le reste de ce chapitre étudie le **10Mbs** Ethernet, car nous sommes intéressés à apprendre plus sur la façon avec laquelle les machines accèdent à un lien partagée.

Propriétés Physiques



Propriétés Physiques

- Un segment d'Ethernet est implémenté sur un câble coaxial de 500 mètres, avec une impédance de 50ohms.
- Les machines connectent a ce câble avec une distance minimale de 2.5 mètres entre chaque deux machines. Un Emetteur - Récepteur (*Transceiver*) est attache au point de connexion entre la machine et le câble, cet équipement détecte quand la ligne est inoccupée, et modifie le signal quand la machine avec laquelle il est attachée transmet des trames. Il reçoit les signaux provenant des autres machines.

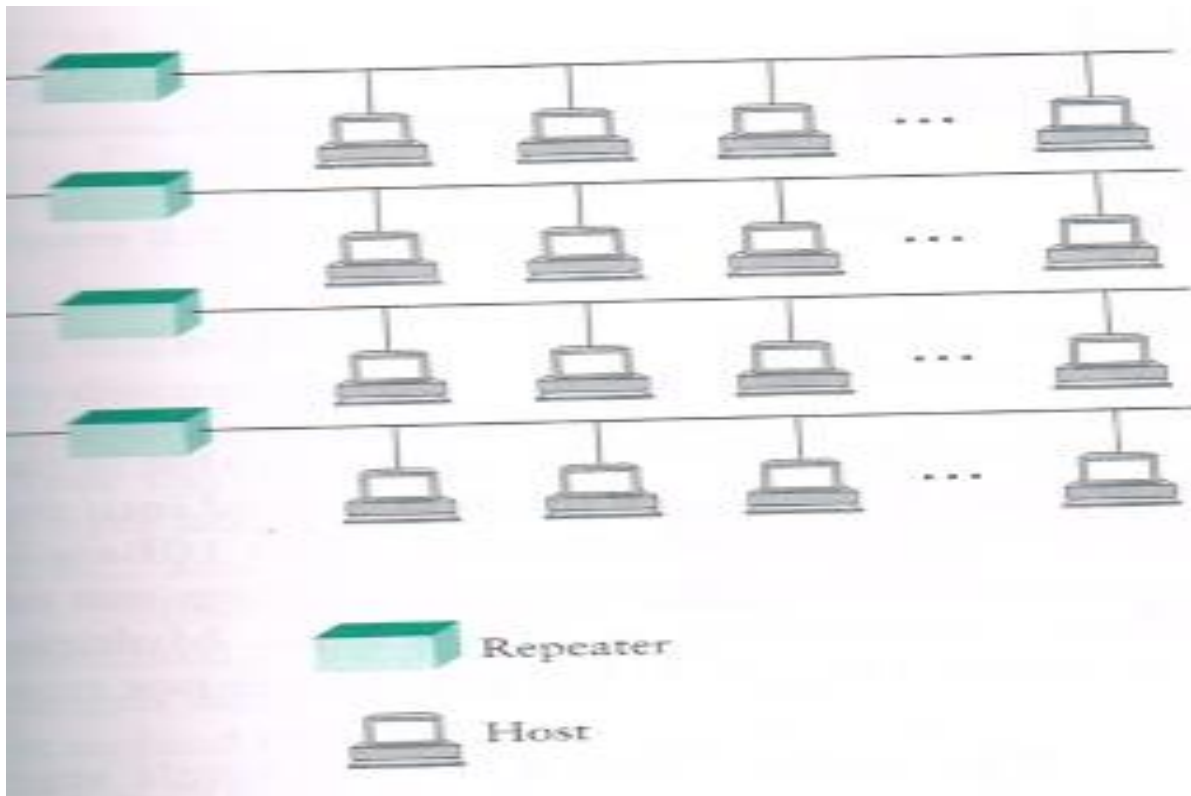
Propriétés Physiques

- Cet équipement est aussi attaché à un adaptateur d'Ethernet qui est attaché à la machine, comme par la figure en diapo 6.
- Toute la logique qui implémente le Protocol d'Ethernet se situe dans cet adaptateur et pas l'Emetteur – Récepteur.
- De multiples segments d'Ethernet peuvent être attachés l'un à l'autre en utilisant les répéteurs.
- Une répéteur est un équipement qui peut transmettre (*forward*) des signaux digitaux, tout comme l'amplificateur peut amplifier les signaux analogues.

Propriétés Physiques

- Mais il existe une condition: Pas plus de quatre répéteurs peuvent être placés, entre n'importe quelle paire de machines.
- Cela veut dire, que l'Ethernet peut s'étendre sur une longueur de 2500 mètres (500m*5).
- Constatez l'exemple suivant: On utilise un segment descendant en un immeuble par exemple, avec un segment en chaque étage, nous positionnons deux répéteurs entre chaque pair de machines.
- L'Ethernet support 1024 machines.

Propriétés Physiques



Propriétés Physiques

- Tout message placé sur l'Ethernet par une machine, est **broadcast** a travers tout le réseau, et donc ce signal se propage en deux directions, et les **répéteurs** transmettent ce signal en tous les segments. Des **Terminateurs** attachés a chaque extrémité du segment empêchent le signal de retourner sur la ligne et interférer avec les nouveaux signaux.
- L'Ethernet utilise le codage de Manchester.

Propriétés Physiques

- Autres technologies existent par exemple, l'utilisation du câble fin **10Base2** (*thin net technology*):
 - «**10**» réfère au **10Mbs**,
 - «**Base**» réfère au «**baseband system**»
 - «**2**» réfère au 200 mètres de longueur.
 - Autres technologie **10Base5** (*thick net technology*):
 - Autre technologie est **10Base5**: 500 mètres de longueur.

Propriétés Physiques

- Une autre technologie est la **10BaseT**:
 - **T** pour «*Twisted Pair*».
 - Généralement la 5ème catégorie du 10BasesT est utilisée.
 - Ce câble est souvent limité a 100m e longueur.
 - L'Ethernet 100Mbs et 1000Mbs opèrent sur la Catégorie 5 du *Twisted Pair*.
- Les câbles **10Base2** et **10BaseT** sont tellement fins que l'on peut pas connecter les machines de la même façon qu'avec **10Base5**.

Propriétés Physiques

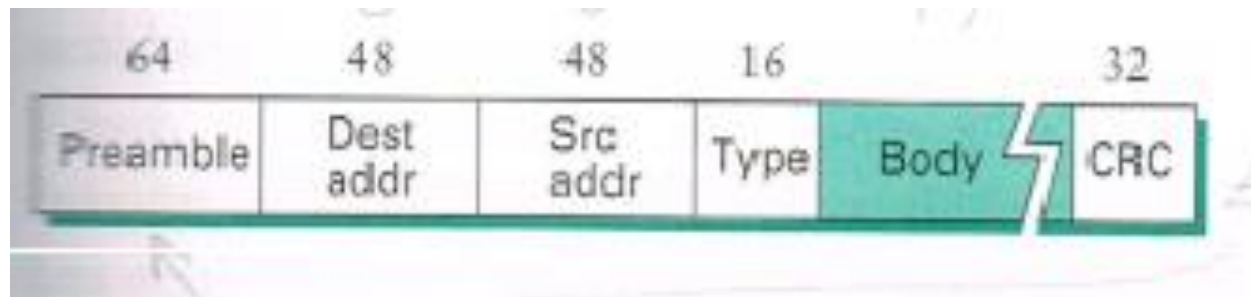
- Donc, nous utilisons une jonction T avec **10Base 2**.
- Avec **10BaseT** , nous connectons plusieurs segments aux différentes machines et nous connectons ces segments avec un *multi-répéteurs* , ce qu'on appelle le «**Hub**».
- Image 114.

Propriétés Physiques

- Très important de comprendre que quelque soit la topologie du Ethernet
 - Un seul segment.
 - Séquence linéaire de segments reliées par des répéteurs.
 - La configuration Etoile grâce a des hubs.
- Dans tous ces cas, les données transmises par une machine sur un seul Ethernet doivent atteindre toutes les autres machines.
- Le problème est que toutes ces machines sont en compétition pour accéder le support.

Trame de L'Ethernet

- **Solution:** Protocol d'accès: Media Access Control (MAC). Ce Protocol est généralement implémenté en hardware sur l'adaptateur. Nous allons étudier l'algorithme et pas le hardware.
- Mais avant d'entamer ce sujet, nous devons d'abord explorer le format du trame et les adresses en Ethernet.



Trame de L'Ethernet

- **Préambule (Preamble):** 64 bits permet le récepteur de synchroniser avec le signal: c'est une séquence de 0 et de 1.
- **«Dest addr» «Src addr»** La Source et la Destination sont identifiées par une adresse de 48 bits.
- **«Type»:** ce champ sert comme démultiplexeur, pour déterminer a quel haut-niveau Protocol cette trame doit être délivrer.
- Chaque trame doit au minimum contenir 1500 bytes de données.

Trame de L'Ethernet

- Au minimum la trame doit contenir **46 bytes** de données, même si la machine doit remplir le message avant de le transmettre. La raison pour ce minimum est que la trame doit être suffisamment longue pour détecter une collision.
- Finalement, chaque trame doit contenir 32 bits de **CRC (*Cyclic Redundancy Checking*)**.
- Il faut noter qu'à la source forme une trame de 14 bytes (2 octets **d'adresse** et 2 octets **Type**). Alors c'est l'adaptateur du récepteur qui insère la **préambule** et CRC and **postambule**, et celui du récepteur qui les enlève.

Trame d'Ethernet

- Ce format qu'on vient de décrire est celui du Digital Intel Xerox. Le standard du 802.3 est exactement le même format, seulement on substitue le champs « **Longueur** » avec le champ « **Type** ».
- Le champ « Type » dans 802.3 fait partie du champ donnée (body), et donc vient directement après l'entête du trame dans le 802.3.
- Chaque machine dans l'Ethernet a une adresse Ethernet unique. Cette adresse techniquement appartient a l'adaptateur (et pas au machine), elle est souvent partie du ROM.

Protocol d'Access: Récepteur

- Chaque machine dans l'Ethernet a une adresse Ethernet unique. Cette adresse techniquement appartient a l'adaptateur (et pas au machine), elle est souvent partie du ROM.
- Les adresses d'Ethernet sont souvent imprimés en une séquence de 6 numéros séparés par des colons.
- Chaque numéro correspond a l'un des six octets de l'adresse et il est représenté par deux digits hexadécimaux (chaque digit représente 4 bits), les 0 au début sont ignorés.

Protocol d'Access: Récepteur

Exemple:

8:0:2b:e4:b1:2

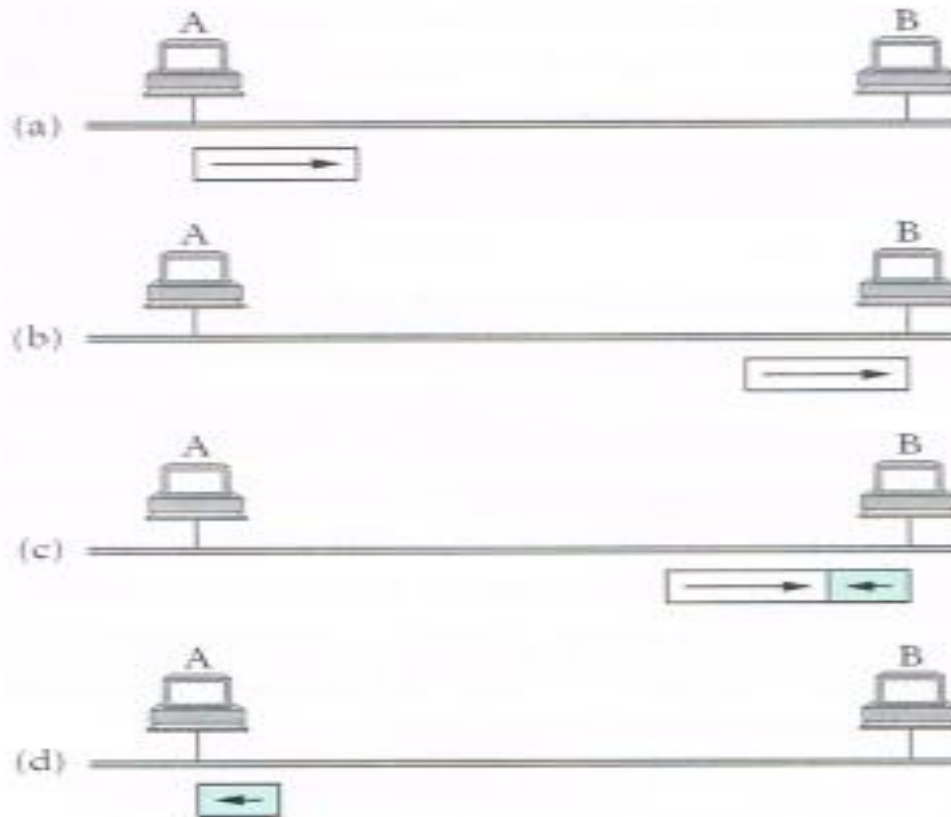
représente l'adresse Ethernet:

**00001000 00000000 00101011
11100100 10110001 00000010**

Protocol d'Access: Récepteur

- Pour s'assurer que chaque adaptateur ait une adresse unique, chaque fabricant des équipements d'Ethernet est alloué une préfix qui est ajoutée a chaque adaptateur qu'il fabrique.
- Par exemple: **Advanced Micro Devices** est alloué le préfix de 24 bits: x080020 (8:0:20).
- Puisque chaque trame transmise dans l'Ethernet est reçue par chaque adaptateur, ce dernier peut reconnaître les trames qui sont adressées a son adresse et passe ces trames seulement a la machine avec laquelle il est connecté.

Protocol d'Access: Récepteur



Protocol d'Access: Récepteur

- Nous avons parlé des adresses **unicast**.
- Une adresse Ethernet avec consistant de 1 seulement est une adresse **broadcast**.
- Tout les adaptateurs passent les trames avec cette adresse broadcast a leur machines.
- Les adresses qui commencent par 1 mais qui n'est pas broadcast (ne consiste pas seulement de 1) est une adresse **multicast**: c'est-à-dire elle s'adresse a un groupe de machines. Les adaptateurs doivent être programmés pour écouter une adresse multicast.

Protocol d'Access: Transmetteur

L'algorithme du Transmetteur est comme suivant:

- Quand un adaptateur a une trame a transmettre et la ligne est **inoccupée**, il transmet la trame immédiatement, il n'y'a pas de négociations avec les autres adaptateurs.
- La limite maximale de la trame de 1500 octets empêche l'adaptateur d'accaparer la ligne pour une longue durée de temps.
- Quand un adaptateur a une trame a transmettre et la ligne est **occupée**, il attend pour que la ligne devienne libre et il transmet après ce temps il transmet immédiatement.

Protocol d'Access: Transmetteur

L'algorithme du Transmetteur est comme suivant:

- Puisque il n'existe pas de control centralisé, il est possible pour deux adaptateurs de commencer a transmettre en même temps, ou bien car les deux adaptateurs ont trouvé la ligne inoccupée ou bien car les deux adaptateurs attendaient pour la ligne de se libérer. Quand ce scenario arrive, on dit que les deux trames sont en **collision**.
- Chaque transmetteur a la capabilité de détecter les collisions. Le moment ou l'adaptateur détecte que sa trame est en collision, il transmet une séquence de 32 bits et puis il arrête la transmission.

Protocol d'Access: Transmetteur

- Donc au minimum le Transmetteur envoie 96 bits en cas de collision, 64 bit de préambule et après 32 bits **jamming sequence**. Ceci arrive quand les deux machines (qui causent la collision) sont proches l'une a l'autre.
- Pour s'assurer si la trame transmise a causé une collision (ou pas)le transmetteur doit envoyer au moins 512 bits.
- Et donc ce n'est pas surprenant que la longueur minimale de la trame de l'Ethernet est **512** bits (14 octets entête, 46 octets données, et 4 octets CRC).

Protocol d'Access: Transmetteur

- Supposons que A et B sont au deux extrémités du réseau.
- A commence a transmettre une trame en temps t comme par étape (a).
- Ça prend une latence de lien, dénotons la par d , pour que la trame de A atteigne la machine B.
- Donc le premier bit de A arrive la machine B en $t + d$
- Supposons qu'un instant avant que le bit de A arrive et donc B toujours pense que le lien est inoccupé, la machine B commence a transmettre sa trame.

Protocol d'Access: Transmetteur

- Et donc une collision immédiate se passe entre la trame de A et de B.
- Donc la machine B commence a transmettre 32 *jamming sequence*,
- Mais la machine A ne saura qu'une collision s'est passee jusqu'à ce que la trame de B lui arrive, cela arrive a une latence d'un lien et donc *$t+2xd$* , comme par l'image d. Et donc la machine A continue a transmettre jusqu'à ce moment de *$t+2xd$* .
- Donc Machine A doit continuer transmettre pour $2xd$ pour s'assurer qu'il n'y'a pas eu de collisions.

Protocol d'Access: Transmetteur

- Si nous considérons que la longueur maximale est de 2500 mètres, et qu'il y'a 4 répéteurs, a chemin allée et retour (round trip) a été estimé de durer 51.2us. Avec un Ethernet de 10Mbs ce temps correspond au 512 bits.
- Une fois l'adaptateur a détecté une collision, il arrête de transmettre, attend pour un moment et essaie une autre fois. Chaque fois qu'il essaie de transmettre et échoue, il double le temps d'attente avant d'essayer une autre fois, cette³⁰ méthode est connue pas «**exponential back-off**».

Protocol d'Access: Transmetteur

- Donc plus précisément:
- Le temps de la première attente de l'adaptateur est de 51.2us ou 0 (choisi aléatoirement).
- Si cet effort de transmission échoue, il attend, 0, 51.2us, 102.4, ou 153.6us (choisi aléatoirement).
- Donc c'est $k \times 51.2\text{us}$ ou $k = 0 \dots 3$.
- Après la troisièmes collision, il attend $k \times 51.2$ ou $k = 0 \dots 2^3 - 1$ (choisi aléatoirement).
- Donc généralement, l'algorithme selecte une k entre 0 et $2^n - 1$ et attend $k \times 51.2\text{us}$ ou n est le nombre de collisions jusqu'à ce moment.