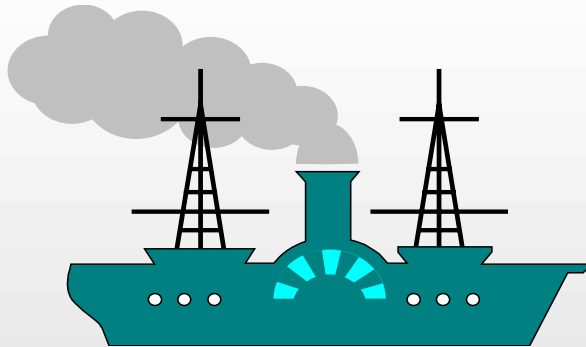


Ethernet : Norme IEEE802.3



cours@urec.cnrs.fr

Ethernet : Norme IEEE802.3

- **1991 Jean-Luc ARCHIMBAUD**
- **modifications**
 - **1993, 1994 Jean-Paul GAUTIER**
 - **1998 Bernard TUY**

PLAN (1)

- La norme IEEE802.3
 - *Introduction*
 - *Principes*
 - *Modèle OSI*
 - *Format d'une trame*
 - *Adresses IEEE802.3 ou Ethernet*
 - *Couche liaison (MAC)*
 - *Couche physique*
 - *Collision*
 - *Différences avec les standards Ethernet*
- Conclusion

INTRODUCTION (1)

- Uniquement la norme 85 dans ce chapitre
- Norme 85 : uniquement **10Base5** : Câble coaxial (épais)
- Ethernet = Réseau local
- Développé par Digital, Intel et Xerox (DIX)
 - *Ethernet 1980 ---> IEEE 802.3*
- Basé sur la méthode d'accès **CSMA-CD**
 - *CSMA: Accès multiples et écoute de la porteuse*
 - *CD: Détection de collision*

INTRODUCTION (2)

- Buts énoncés dans le document DIX
 - *Simple - Faible coût*
 - *Peu de fonctions optionnelles*
 - *Pas de priorité*
 - *On ne peut pas faire taire son voisin*
 - *Débit : 10 Mb/s*
 - *Performances peu dépendantes de la charge*

INTRODUCTION (3)

- "Non Buts"
 - *Full duplex*
 - *Contrôle d'erreur*
 - *Sécurité et confidentialité*
 - *Vitesse variable*
 - *Priorité*
 - *Protection contre un utilisateur malveillant*

PRINCIPES (1)

- Support de transmission
 - *segment = bus = câble coaxial*
 - *pas de boucle*, pas de sens de circulation
 - *diffusion*
 - *passif*
 - *bande de base*
- Un équipement informatique est raccordé sur ce câble par un *transceiver*
 - *transmitter + receiver = transceiver*
- Un équipement Ethernet a une *adresse unique* au monde

PRINCIPES (2)

- Sur le câble circulent des *trames* :
 - *suites d'éléments binaires (trains de bits)*
- A un instant donné, une seule trame circule sur le câble
 - *pas de multiplexage en fréquence*
 - *pas de full duplex*
- Une trame émise par un équipement est reçue par tous les *transceivers du segment Ethernet*
- Une trame contient l'adresse de l'émetteur et l'adresse du destinataire

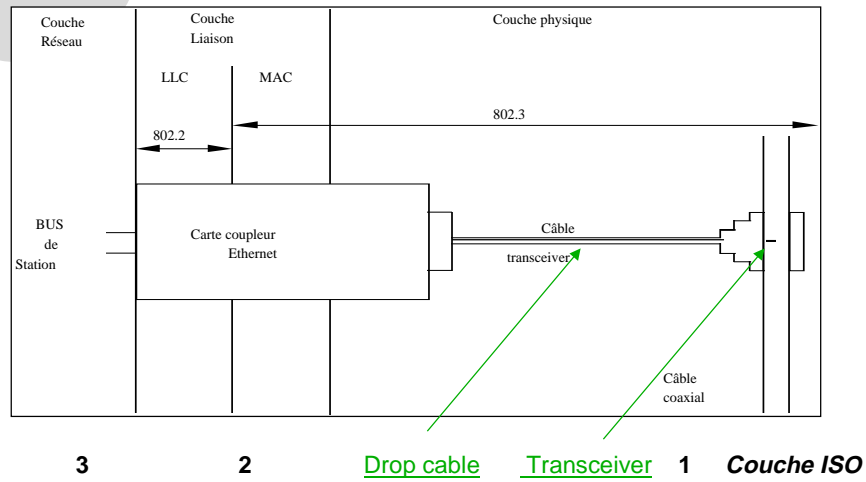
PRINCIPES (3)

- Un coupleur est à l'écoute des trames qui circulent sur le câble
 - *Si une trame lui est destinée, (@_DEST = mon_@)*
il la prend, la traite et la délivre à la couche supérieure
 - *Si non, il n'en fait rien*
- Une station qui veut émettre
 - *Regarde si le câble est libre*
 - *Si oui, elle envoie sa trame*
 - *Si non elle attend que le câble soit libre*
- Si 2 stations émettent ensemble, il y a **collision**
 - *Les 2 trames sont inexploitables*
 - *Les 2 stations détectent la collision, elles réémettront leur trame ultérieurement*

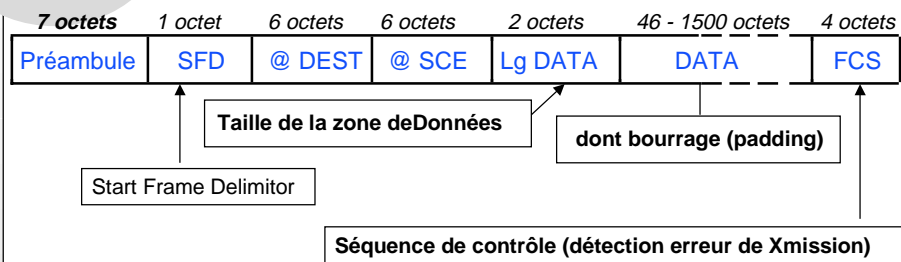
PRINCIPES (4)

- Ethernet est un réseau
 - *probabiliste*
 - *sans chef d'orchestre*
 - *égalitaire*
- Comparaison avec une réunion sans animateur entre gens polis

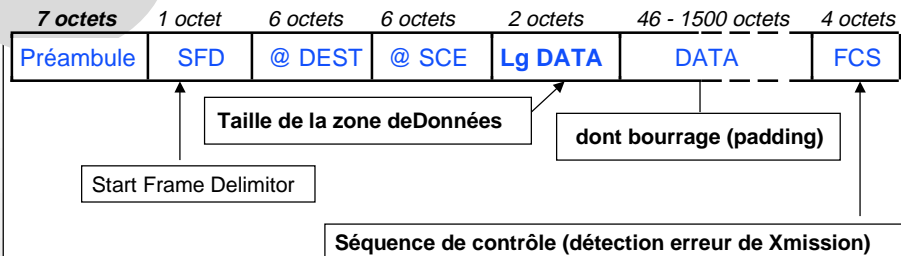
MODELE OSI et ETHERNET



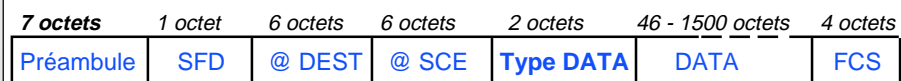
FORMAT D'UNE TRAME IEEE 802.3



FORMAT D'UNE TRAME IEEE 802.3



FORMAT D'UNE TRAME ETHERNET



Format d'une trame (2)

- Débit d'émission / réception : 10 Mb/s
 - 10 bits / $\mu\sigma$
- Longueur des trames (avec préambules) :
 - 26 octets réservés au protocole
 - longueur minimale : 72 octets (46 octets de DATA)
 - longueur maximale : 1526 octets

FORMAT D'UNE TRAME (3)

- Sens de circulation des octets
 - *premier: premier octet du préambule*
 - *dernier : dernier octet de la séquence de contrôle*
- Sens de circulation des bits pour un octet
 - *premier: bit de poids faible (bit 0)*
 - *dernier : bit de poids fort (bit 7)*
- Espace inter-frames : 9.6 μ s minimum
 - *10 Mbits/s = 10 bits / μ s*
 - *espace inter-frames 9.6 μ s --> 9.6 x 10 = 96 bits time (12 octets)*

DIFFERENTS CHAMPS (1)

- Préambule
 - *7 octets: synchronisation*
 - *7 * (10101010)*
- SFD (Start Frame Delimiter)
 - *1 octet: 10101011*
 - *indique le début de trame*

DIFFERENTS CHAMPS (2)

- Adresse destinataire
 - *premier bit (transmis)*
 - = 0 adresse d'une station unique
 - = 1 adresse d'un groupe de stations (multicast)
 - *second bit (transmis)*
 - = 1 adresse administrée localement
 - = 0 adresse administrée globalement (universelle)
 - *Tous les bits à 1 : adresse d'e "broadcast" ---> toutes les adresses du réseau sont concernées*
- Adresse source : adresse physique de la station émettrice
 - *premier bit (transmis) = 0 (adresse d'une station)*

ADRESSES IEEE802.3 (ou ETHERNET (1))

- Adresses = 6 octets (48 bits)
- Notation hexadécimal (0B hexa = 11 décimal) :
 - 8:00:20:06:D4:E8
 - 8:0:20:6:d4:e8
 - 08-00-20-06-D4-E8
 - 08002006D4E8
- Broadcast = diffusion = FF:FF:FF:FF:FF:FF
 - *Toutes les stations d'un réseau (de tous les segments)*

ADRESSES IEEE802.3 (ou ETHERNET (2))

○ Station :

- **1er bit (transmis) = 0**

--> 1er octet d'@ est pair :

- 08:00:20:06:D4:E8
- 0:0:C:0:5B:37

- **2nd bit (transmis) = 0**

désigne une adresse dite universelle (attribuée par IEEE)

- 1er octet = 00, 01, 04, 05, 08, 09, 0C, 0D ...

○ Multicast :

- 1er bit (transmis) à 1 --> 1er octet d'@ est impair
- Désigne un groupe de stations :
 - 09-00-2B-00-00-0F protocole LAT de DEC
 - 09-00-2B-01-00-00 LANbridge (pont) de DEC

ADRESSES IEEE802.3 (ou ETHERNET (3))

○ IEEE a attribué des tranches d'adresses aux constructeurs:

- Les 3 premiers octets indiquent ainsi l'origine du matériel

- 00:00:0C:XX:XX:XX : Cisco
- 08:00:20:XX:XX:XX : Sun
- 08:00:09:XX:XX:XX : HP
- 08:00:14:XX:XX:XX : Excelan

- Mais il y a des adresses "non IEEE" :

AA:00:04:XX:XX:XX: DEC

○ Les adresses Ethernet et IEEE802.3 sont donc uniques

- Elles ne sont pas programmables (sauf certains coupleurs pour PC)
- attention à DECNET

DIFFERENTS CHAMPS (3)

- Taille de la zone données
 - entre 1 et 1500 octets
 - la norme dit : "si la valeur du champ taille est supérieur à 1500 alors la trame peut être ignorée, détruite ou utilisée à d'autres fins que IEEE802.3" ---> permet la compatibilité avec Ethernet
- Données + padding
 - taille \leq 1500 octets
 - taille 46 octets
 - padding (octets sans signification)
 - pour envoyer moins de 46 octets de données

DIFFERENTS CHAMPS (4)

- FCS : Frame Control Sequence
 - 4 octets de contrôle : CRC
(Cyclic Redundancy Check)
 - Polynôme de degré 32, s'applique aux champs :
 - adresses (destination et source)
 - taille de la zone de données
 - données + padding

COUCHE MAC (1)

- **MAC: Media Access Control**
- **Interface entre MAC et LLC : services qu'offrent la couche MAC à la couche LLC : modélisés par des fonctions**
- **Transmet-trame : requête LLC ----> MAC**
 - *paramètres d'appel*
 - @ destinataire
 - @ origine
 - taille des données
 - données
 - *paramètre de retour*
 - status transmission = OK ou trop de collision (>16 essais)

COUCHE MAC (2)

- **Reçoit-trame : requête LLC ----> MAC**
 - *paramètres de retour*
 - @ destinataire (= propre adresse physique ou adresse multi-destinations)
 - @ source
 - taille des données
 - données
 - status:
 - OK
 - Erreur de FCS
 - Erreur d'alignement (pas nb entier d'octets)
 - Erreur de longueur (champ taille inconsistent)

FONCTION DE LA COUCHE MAC

- D'après la norme, la couche MAC est indépendante du media de communication, il suffit que ce dernier supporte l'accès CSMA / CD
- 2 fonctions :
 - *gestion des données*
 - mise en forme de la trame : champs, gestion FCS,
 - "conversion" octets ----> éléments binaires
 - *gestion de la liaison*
 - allocation du canal et gestion des collisions en écoutant les signaux "carrier sense" et "collision detection" générés par la couche physique.

TRANSMISSION D'UNE TRAME

- La sous-couche LLC a fait un appel "transmet-trame".
- La couche MAC :
 - *Ajoute préambule et SFD à la trame*
 - *Ajoute le padding si nécessaire*
 - *Assemble les champs: @ origine, @ destinataire, taille, données et padding*
 - *Calcule le FCS et l'ajoute à la trame*
 - *Transmet la trame à la couche physique :*
 - Si "carrier sense" faux depuis 9,6 μ s au moins, la transmission s'effectue (suite de bits).
 - Sinon, elle attend que "carrier sense" devienne faux, elle attend 9,6 μ s et commence la transmission (suite de bits).

RECEPTION D'UNE TRAME (1)

- La sous-couche LLC a fait un appel " reçoit-trame".
- La couche MAC est à l'écoute du signal "carrier sense", elle reçoit tous les trains de bits qui circulent sur le câble :
 - Les limites des trames sont indiquées par le signal "carrier sense"
 - Ote le préambule, le SFD et l'éventuel padding
 - Analyse l'adresse du destinataire dans la trame
 - Si l'adresse destination de la trame est différente de l'adresse de la station ----> poubelle

RECEPTION D'UNE TRAME (1)

- Si l'adresse inclut la station :
 - Elle découpe la suite de bits reçus en octet, puis en champs
 - Transmet à la sous-couche LLC les champs :
 - @ destination , @ source, taille, données
 - Calcule le FCS et indique une erreur à la couche LLC si :
 - FCS incorrect
 - trame trop grande: >1526 octets (avec préambule)
 - longueur de la trame n'est pas un nombre entier d'octets (erreur d'alignement)
 - trame trop petite: < 64 octets (trame avec collision)

COUCHE PHYSIQUE

- **Fonctions de la couche physique**
 - *Permet de recevoir et d'émettre des suites d'éléments binaires*
 - *Détecte la transmission par une autre station,*
 - pendant que la station n'émet pas: carrier sense
 - pendant que la station émet: collision detection
- **Interface entre la couche MAC et la couche physique :**
services qu'offrent la couche physique à la couche MAC :
 - *3 requêtes et 3 booléens*

Requêtes

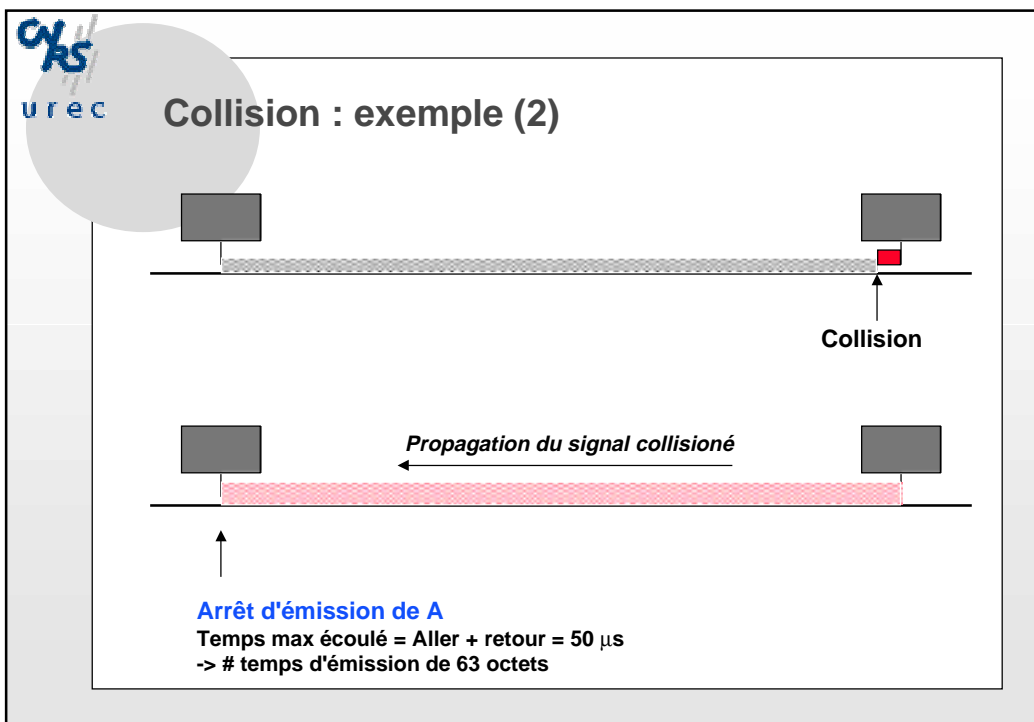
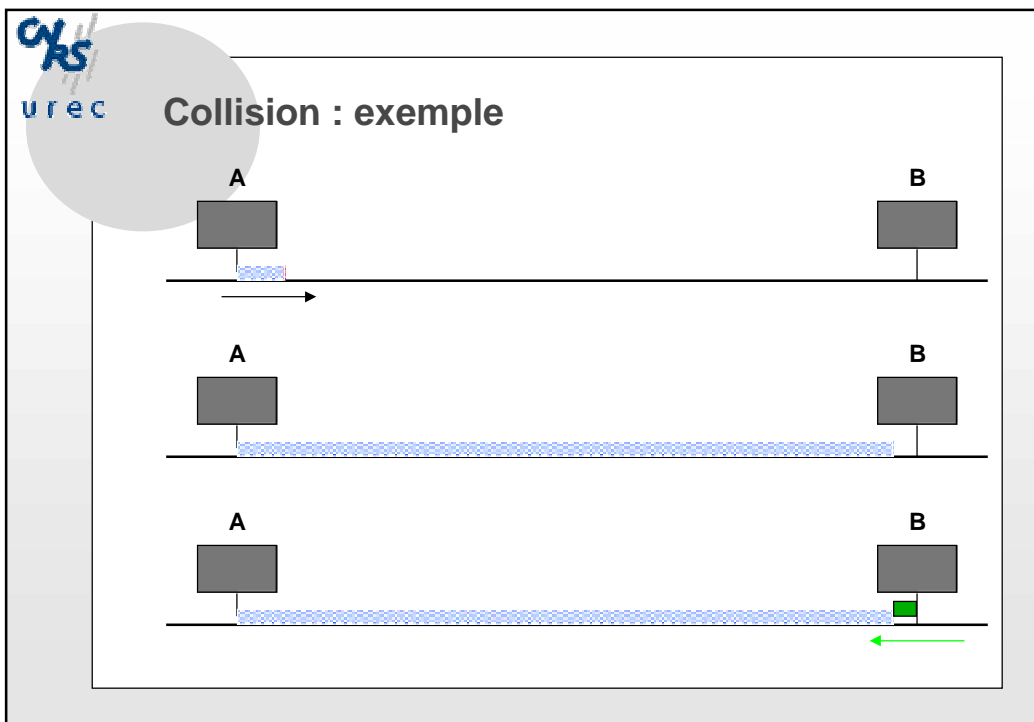
- **Transmettre un bit :**
 - *requête MAC ---> couche physique*
paramètre d'appel : 1 bit
- **Recevoir un bit:**
 - *requête MAC ---> couche physique*
paramètre de retour : le bit
- **Attendre :**
 - *requête MAC ---> couche physique*
paramètre d'appel : nombre de bits à attendre

Booléens

- **Carrier sense :**
 - *MAC <--- couche physique : Il y a du trafic sur le câble.*
- **Transmitting :**
 - *MAC ---> couche physique. Il y a des bits à transmettre.*
- **Collision detection :**
 - *MAC <--- couche physique. Il y a une collision sur le câble (uniquement générée quand la station transmet une trame)*

COLLISIONS : Problème

- Une station regarde si le câble est libre avant d'émettre (carrier sense)
- Mais le délai de propagation d'une trame sur le réseau n'est pas nul : une station peut émettre alors qu'une autre a déjà commencé à émettre
- Quand ces 2 trames émises presque simultanément se "rencontrent", il y a **collision**
- Avec un réseau **très grand** (et donc un temps de propagation d'une trame très long), ceci est **inefficace**



COLLISIONS : Solution

- Minimiser le temps pendant lequel une collision peut se produire :
 - le temps maximum de propagation d'une trame, *temps aller et retour de la trame* : le **round trip delay** = 50 μ s
 50 μ s # 63 octets ---> une collision ne peut se produire qu'en début d'émission d'une trame (*collision window*).
 - On fixe un **Slot time** = 51.2 μ s (-> 64 octets) : le temps d'acquisition du canal : une collision ne peut se produire que durant ce temps
 - la station émettrice ne peut se déconnecter avant la fin du slot time (pour avoir la certitude que la transmission se soit passée sans collision)
- Pour tenir ce temps maximum (RTD), on impose des limitations :
 - Longueur et nombre de segments, nombre de boîtiers traversés par une trame, ...

COLLISIONS : Détection

- Emetteur :
 - écoute le signal "**collision detection**" pendant 51.2 μ s (64 octets) à partir du début d'émission
 - S'arrête d'émettre quand il détecte une collision en comparant le signal émis avec le signal reçu par exemple
- Récepteur :
 - si reçoit une trame de taille inférieure à 72 octets
 => collision

COLLISIONS : En envoi de trame

- La couche LLC transmet une trame (suite de bits) à la couche physique.
- Pendant le début de la transmission (slot time = 512 bits), elle teste le signal "Collision detection" que lui fournit la couche physique
- S'il y a collision, la station commence par renforcer cette collision en envoyant un flot de 4 octets (jam)

COLLISIONS : En réception de trame

- La couche LLC n'a pas besoin de tester le signal "Collision detection"
- Longueur minimale d'une trame correcte : 72 octets
- Longueur maximale d'une trame "accidentée" : 64 + 4 octets
- Donc toute trame reçue de longueur < 72 octets est rejetée

COLLISIONS : Réémission

- La station attend $r \times 51,2 \mu s$ ($r \times$ "slot time")
- r entier, au hasard: $0 \leq r < (2^{**} k)$
 $k = \min(n, 10)$, n = nb de ré-émissions déjà faites
- Elle émet à nouveau. Au maximum, 15 réémissions.
- Si la 15 ième ré-émission échoue, la couche physique retourne le status "Trop d'erreurs de collision" à la couche LLC

DIFFERENCES IEEE802.3 ETHERNET (1)

- Ethernet Version 1: DIX (Blue Book) 1980
 - 10 Mbps
 - 1024 stations
 - segment coaxial : 500 m
 - câble de transceiver : 3 paires
 - champ "type" dans la trame
 - entre 2 stations : 2 répéteurs max , 1500 mètres max
 - pas de SQE test (Heart Beat), ni de jabber function, ni de mode moniteur
- Ethernet Version 2 : 1982
 - SQE test
 - câble de transceiver : 4 paires

DIFFERENCES IEEE802.3 ETHERNET (2)

- IEEE 802.3-1985
 - câbles de transceiver: 4 ou 5 paires
 - champ "longueur de données" à la place de "type"
 - possibilité de définir des adresses locales
 - entre 2 stations: 4 répéteurs max, 2500 mètres max
 - SQE test, jabber function, mode moniteur
- Plus de problème pour utiliser IEEE802.3 et Ethernet :
 - Les stations parlent entre elles.
 - Si problème, regarder le Heart Beat qui peut être enlevé sur certains transceivers.

DIFFERENCES IEEE802.3 ETHERNET (3)

- Champ "type" des trames Ethernet
 - 2 octets représentés en hexadécimal sous la forme XX-YY ou XYY
 - Champs types connus
 - 0800 IP
 - 0806 ARP
 - 6000 à 6009 DEC (6004 LAT)
 - 8019 DOMAIN (Apollo)
 - 8038 DEC LANBridge management
- Champ "taille" dans la trame IEEE802.3
 - Problème de compatibilité
 - Mais tous les numéros de protocole sont supérieurs à la longueur maximale de la zone de données d'une trame (1500)
 - Une station reconnaît les trames Ethernet et IEEE802.3

Conclusion

- **Ethernet :**
 - *fonctionne très bien*
 - *c'est le réseau local le plus répandu*
- **Il y a tous les éléments nécessaires (mécano)**
- **Les problèmes qui restent sont connus**
 - *Sécurité et confidentialité*
 - *Vitesse variable (impossible d'aller plus vite que 10 Mb/s)*
 - *Priorité*
- **Ethernet est un protocole de réseau local**
 - Le travail n'est plus sur Ethernet mais sur les protocoles et les applications des couches supérieures
- **Ethernet commuté**