

Réseaux 1

Standards Ethernet

Abdelkader OUALI
abdelkader.ouali@unicaen.fr

Université de Caen Normandie
Laboratoire GREYC

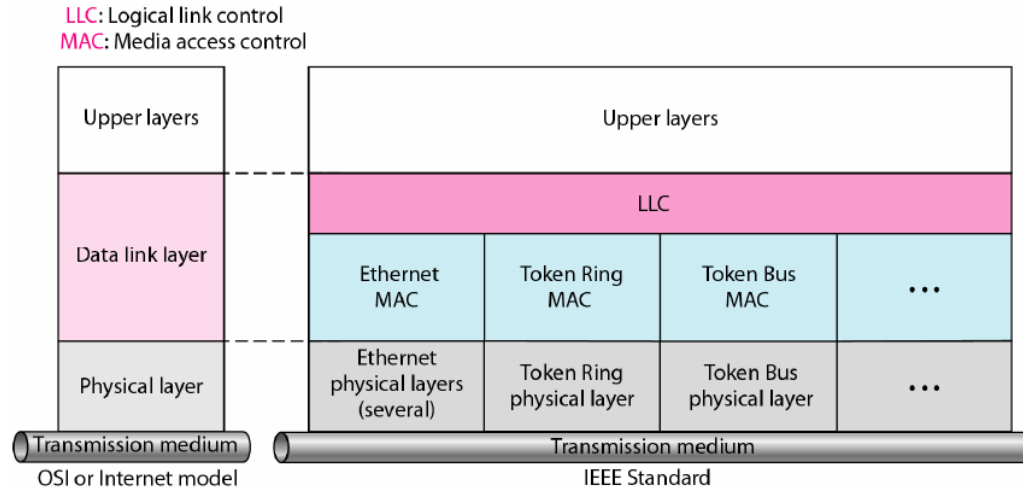
Plan

- ♦ **Réseaux filaires Ethernet 802.3**
 - Ethernet classique
 - Fast Ethernet
 - Gigabit Ethernet
- ♦ **Réseaux sans fils Ethernet 802.11**
 - Introduction
 - Gestion de collisions

Réseaux locaux filaires basés Ethernet 802.3

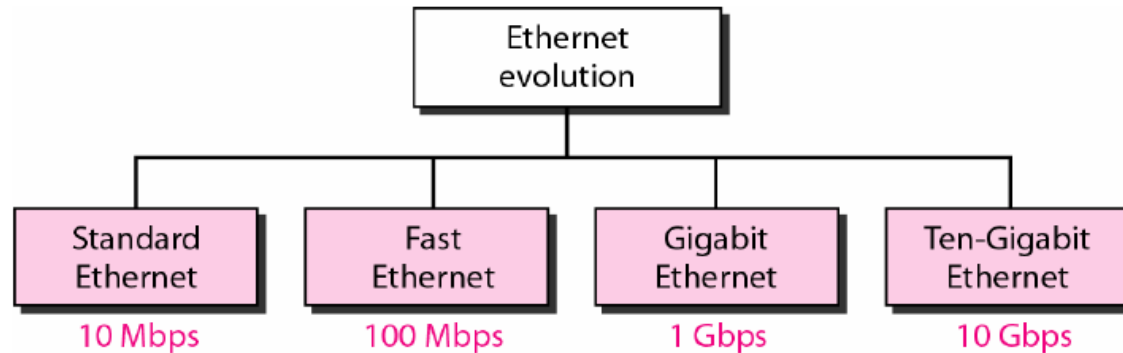
Standard IEEE

- En 1985, la Computer Society de l'IEEE a lancé un projet, appelé Projet **802**, visant à définir des **normes** permettant l'intercommunication entre les équipements de **nombreux fabricants**.
- Le projet **802** permet de spécifier les **fonctions** de la couche **physique** et de la couche **liaison de données** de la plupart des protocoles (**LAN**, Local Area Network)



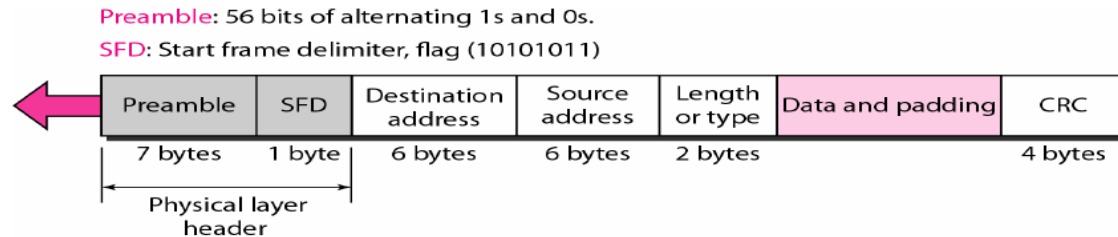
Ethernet classique

- ♦ L'Ethernet **classique** (le premier) a été créé en 1976 chez Xerox 's Palo Alto Research Center (PARC)
- ♦ Depuis lors, **quatre générations** ont été proposées
- ♦ Nous discutons brièvement de l'Ethernet classique



Trame MAC 802.3

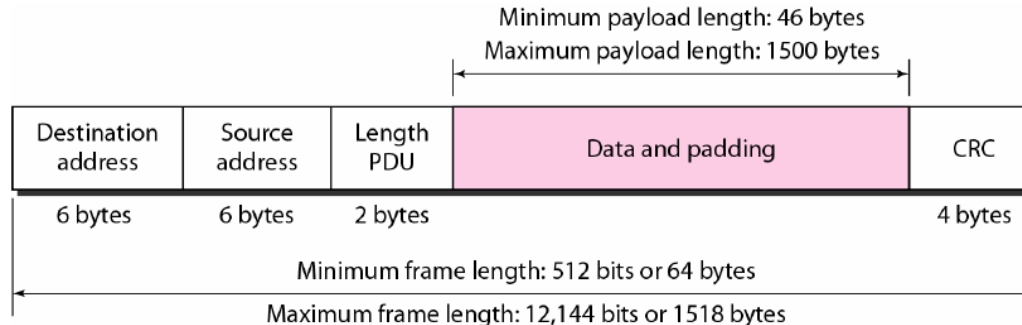
- Sous-couche MAC
 - **Méthode d'accès** : CSMA/CD
 - La trame contient les adresses physique **destination** puis **source**
- **Aucune** procédure d'identification
 - connue comme **non fiable**
- **Préambule** : alternance de 0 et de 1; utilisé pour la synchronisation; 7 octets (56 bits).
- **Délimiteur de trame de début** (SFD, Start Frame Delimiter) : 10101011 indique le début de la trame.
 - Dernier 2 bits indiquent que le champ suivant est l'adresse de destination
- **Longueur/Type** : si inférieur à 1518, il indique la longueur du champ de données. Si plus grand que 1536, il indique le type de **PDU**
- **Données** : 46 à 1500 octets; CRC-32



Ethernet

Taille maximale et minimale

- ♦ **Restriction de longueur minimale**, car :
 - La collision doit avoir lieu avant qu'une couche physique envoie une trame en dehors de la station
 - Si toute la trame est envoyée avant qu'une collision ne soit détectée, il est trop tard.
 - La couche MAC a déjà rejeté la trame, pensant que la trame a atteint la destination.
- ♦ La restriction de longueur maximale est historique



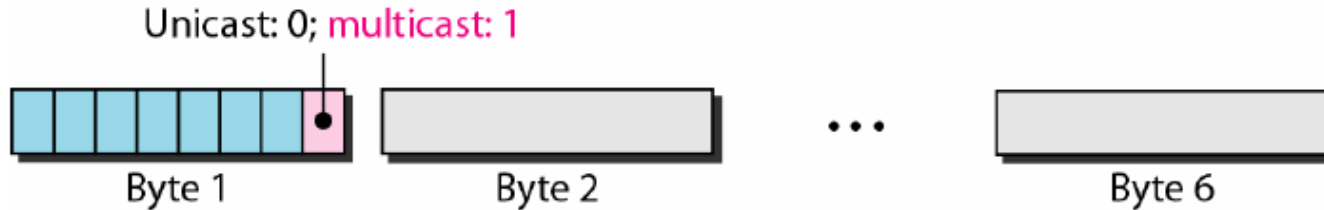
Exemple d'adresse Ethernet en notation hexadécimale

- Chaque station dispose d'une carte d'interface réseau (**NIC**, Network Interface Controller)
- Adresse physique : 6 octets (48 bits)
- Il est écrit en notation hexadécimale en utilisant ':' pour séparer les octets les uns des autres.

06 : 01 : 02 : 01 : 2C : 4B

└──┘
6 bytes = 12 hex digits = 48 bits

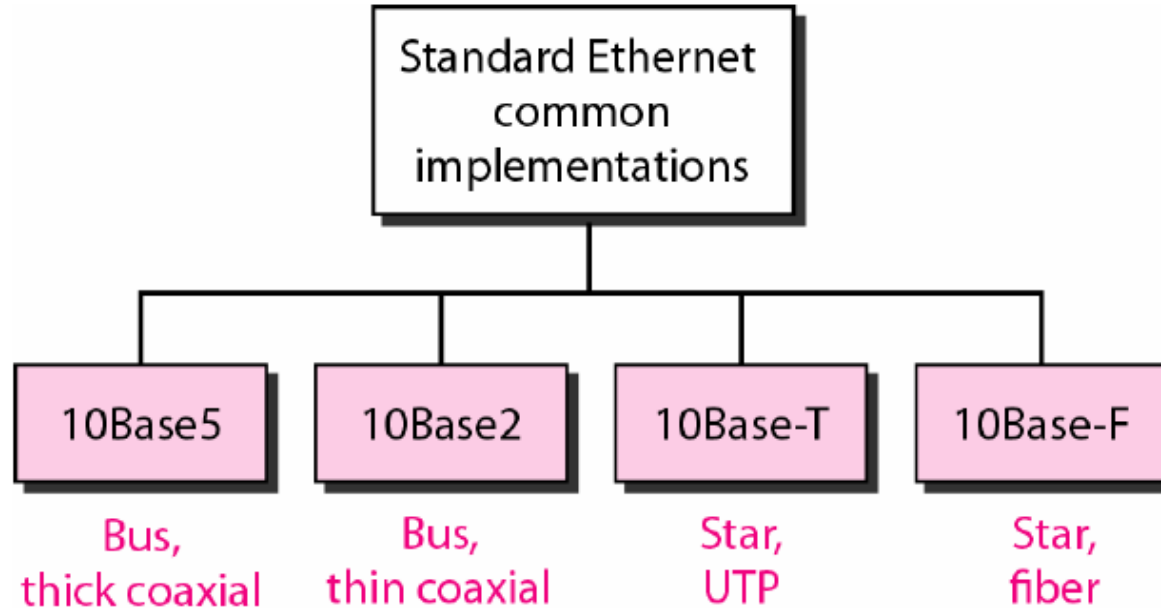
- L'adresse source est **toujours une adresse unicast** - une trame provenant toujours d'une station
- L'adresse de destination peut être **unicast** (un à un) ou **multicast** (un groupe de personnes) ou **broadcast** (tous les membres du réseau).



Adresses Ethernet

- Le bit le moins significatif du premier octet définit le type d'adresse
 - Si le bit est 0, l'adresse est unicast
 - sinon, c'est multicast
- L'adresse de destination de **diffusion** (Broadcast) est un cas particulier de l'adresse de multidiffusion dans laquelle tous les bits sont à 1
- **Exemples :**
 - a. 4A:30:10:21:10:1A ?
 - b. 47:20:1B:2E:08:EE ?
 - c. FF:FF:FF:FF:FF:FF ?

Catégories d'Ethernet classique (ou standard)

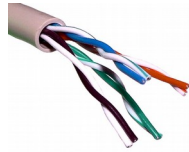


Types de support pour l'implémentation Ethernet

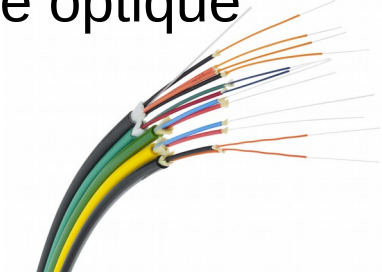
- ♦ Coaxial fin et épais



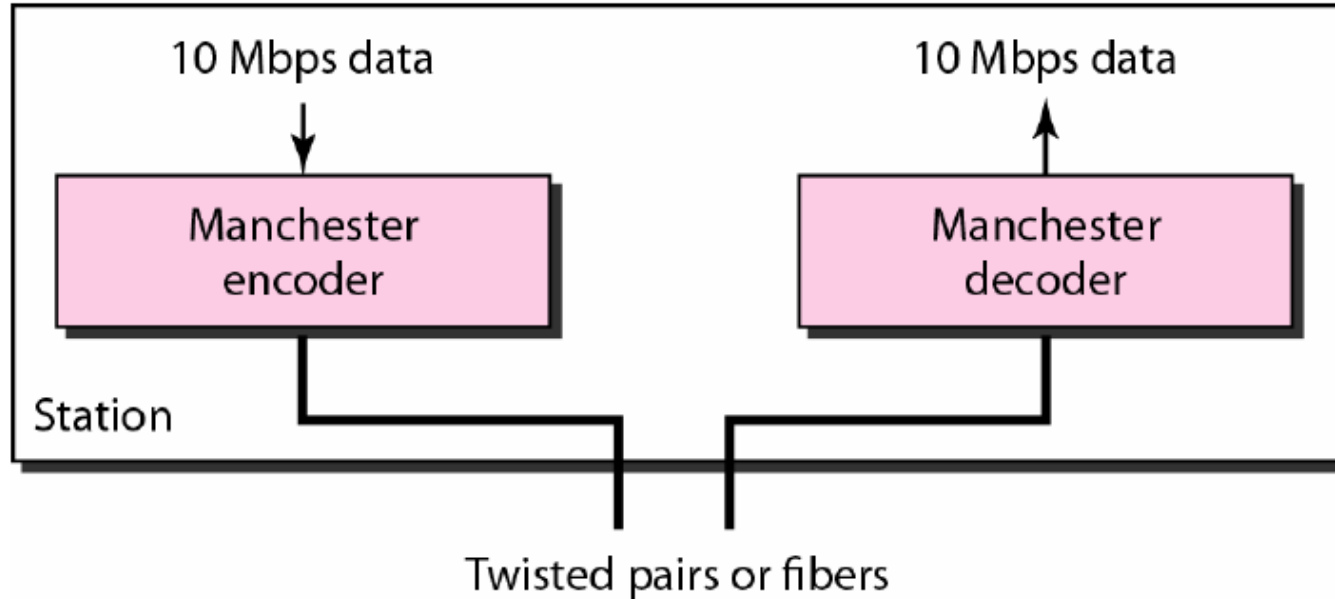
- ♦ Paire torsadée UTP, FTP, STP



- ♦ Fibre optique

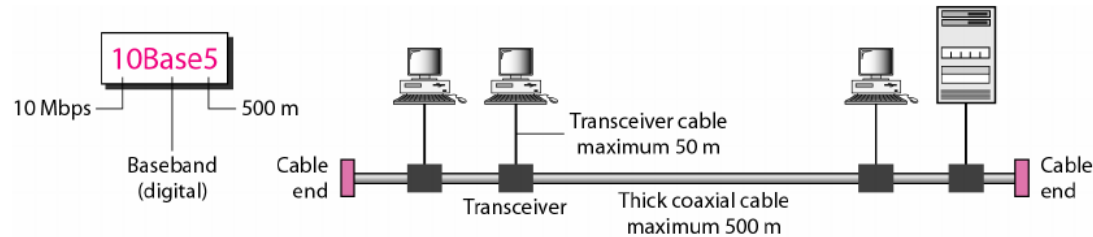


Encodage dans une implémentation Ethernet classique



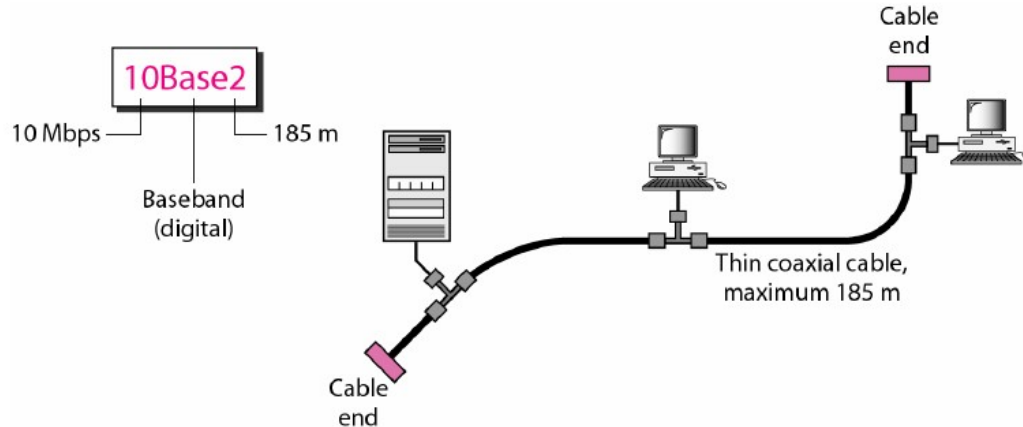
Implémentation 10Base5

- **Transceiver**, unité d'attachement au support appelé (**MAU**, Medium attachment Unit)
 - Indépendante du support
 - Crée le signal approprié pour chaque support particulier. Il y a un MAU pour chaque type de support utilisé en Ethernet 10 Mbps.
- Transceiver est un émetteur et un récepteur
 - transmet/reçoit des signaux sur le support
 - détecte également les **collisions**
- 10Base5 s'appelle Thick (épais) Ethernet ou **Thicknet**; Utilise un **câble coaxial épais**
- Utilise la topologie de bus
- Le câble Transceiver est appelé câble (**AUI**, Attachment Unit Interface)



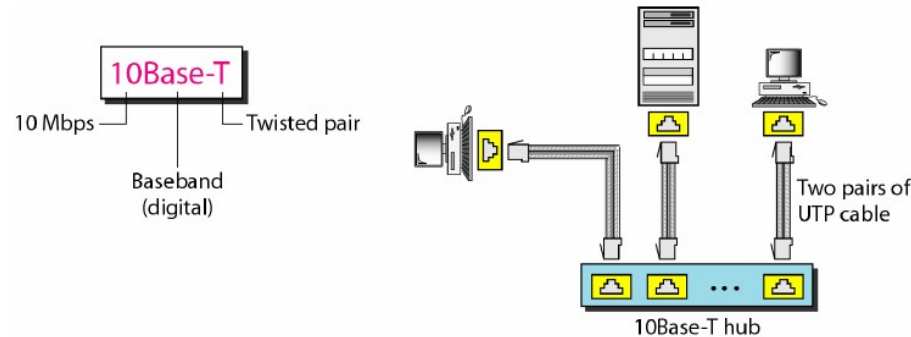
Implémentation 10Base2

- ♦ **Thin Ethernet** (câble coaxial fin) ou Cheapernet.
- ♦ Utilise la topologie de bus avec un **transceiver interne** ou une connexion point-à-point via un **transceiver externe**.
- ♦ transceiver interne n'a pas besoin de câble AUI.



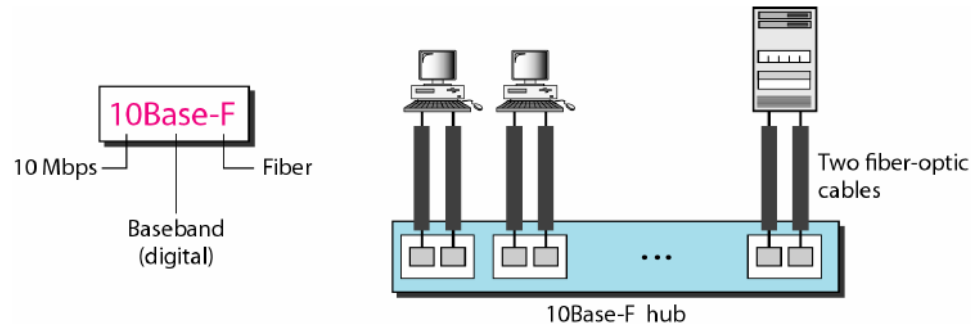
Implémentation 10BaseT

- ♦ Ethernet à paire torsadée
- ♦ Topologie physique en étoile
- ♦ Les stations sont connectées à un **concentrateur (hub)** avec un **transceiver interne** ou un **transceiver externe**



Implémentation 10BaseF

- Ethernet à lien en **fibre**
- Utilise la topologie en étoile pour connecter des stations à un concentrateur (hub)
- Généralement, un **transceiver externe**, appelé fiber-optic MAU, est utilisé
- Le transceiver est connecté au concentrateur à l'aide de deux paires de fibres optiques.



Résumé des implémentations Ethernet classique

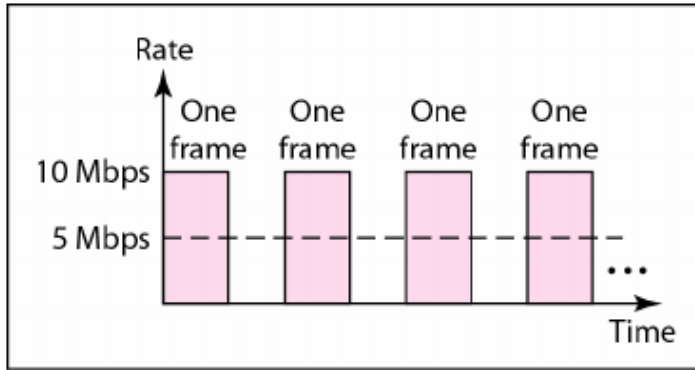
<i>Characteristics</i>	<i>10Base5</i>	<i>10Base2</i>	<i>10Base-T</i>	<i>10Base-F</i>
Media	Thick coaxial cable	Thin coaxial cable	2 UTP	2 Fiber
Maximum length	500 m	185 m	100 m	2000 m
Line encoding	Manchester	Manchester	Manchester	Manchester

Changement sur l'Ethernet classique

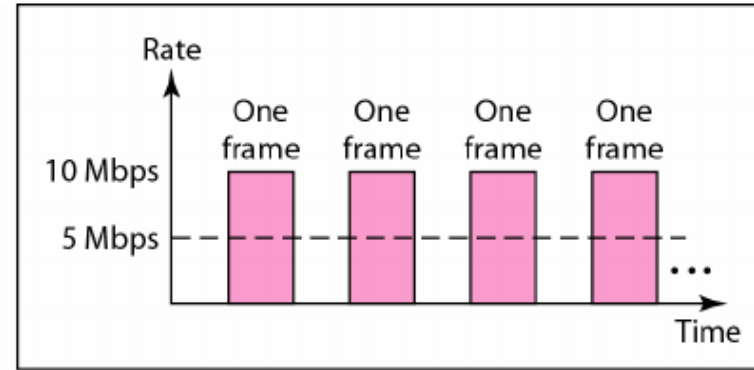
- ♦ L'Ethernet classique 10 Mbps a subi plusieurs modifications avant de passer à des **débits de données** plus **élevés**
- ♦ Ces changements ont en fait ouvert la voie à l'évolution de l'Ethernet pour devenir compatible avec d'autres réseaux locaux à haut débit
 - **Bridged Ethernet (ponté)**
 - **Switched Ethernet (Commuté)**
 - **Full-Duplex Ethernet**

Partage de la bande-passante

- **Sans ponts**, toutes les stations **partagent** la bande passante du réseau
- Les ponts **divisent** le réseau en deux.
- Chaque réseau est indépendant.



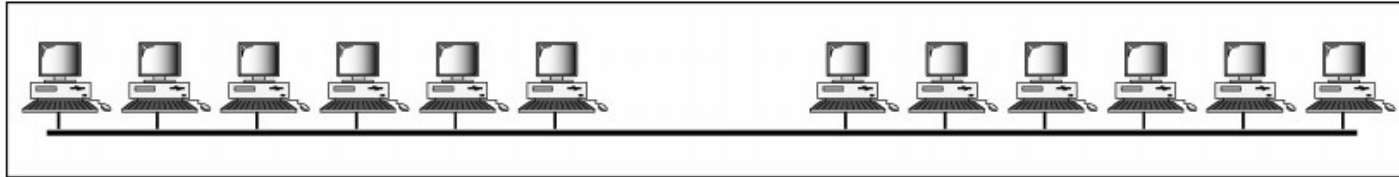
a. First station



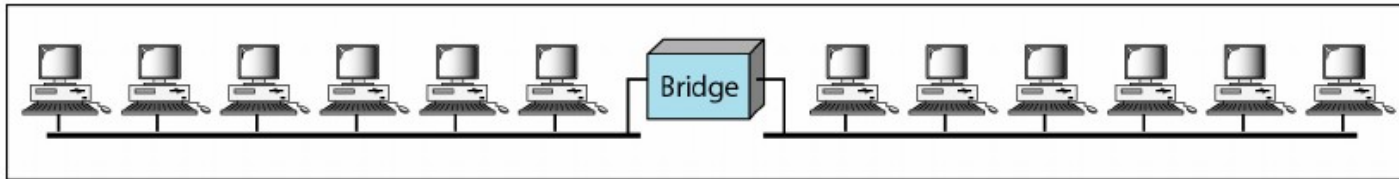
b. Second station

Réseaux avec et sans pont

- ♦ Avec les ponts, le réseau à 10 Mbps **n'est partagé que par 7 stations** (un pont et considéré comme station)



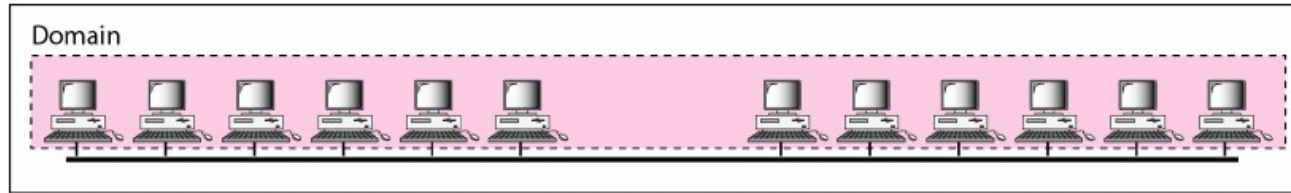
a. Without bridging



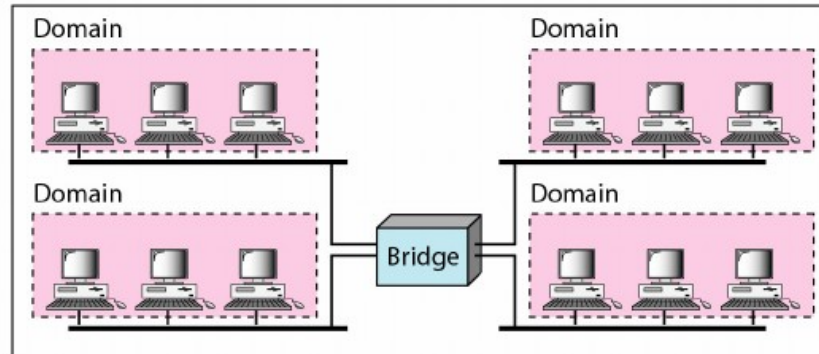
b. With bridging

Collision de domaines dans un réseau non ponté et un réseau ponté

- En utilisant des ponts, le domaine de collision devient beaucoup **plus petit** et la probabilité de collision est **considérablement réduite**



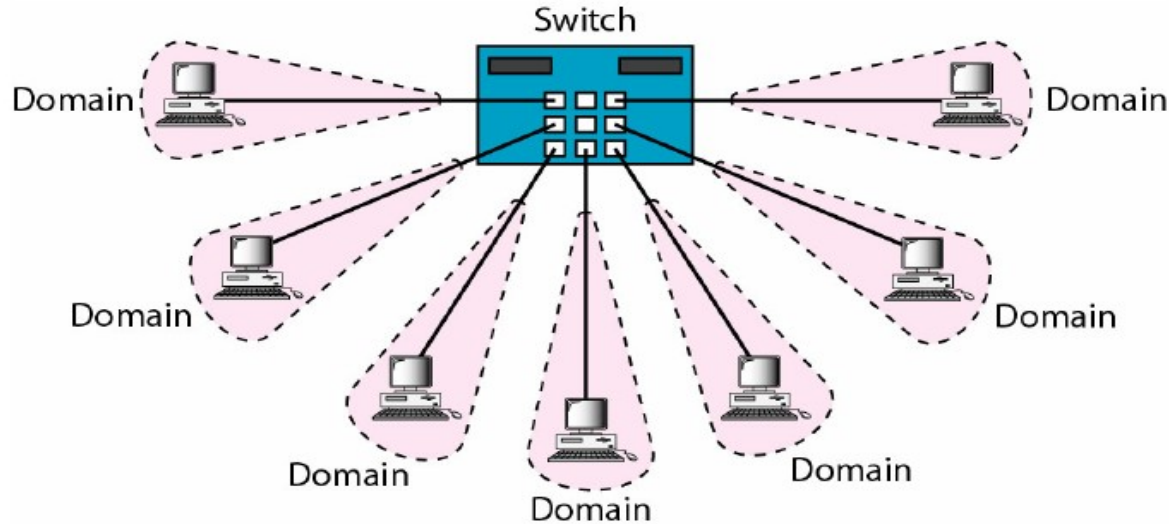
a. Without bridging



b. With bridging

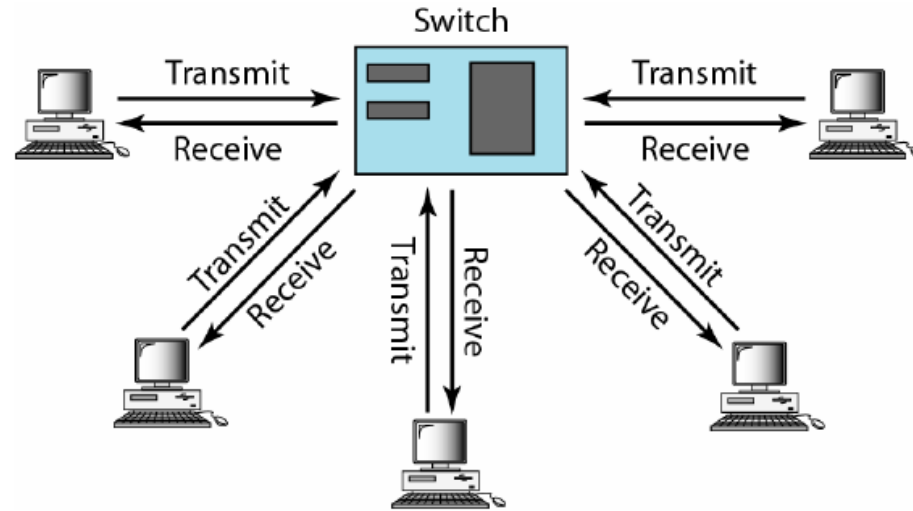
Ethernet Commuté (Switched)

- Un **commutateur de couche 2** est un **pont à port N** doté de **procédures supplémentaires** qui permettent une gestion plus rapide des paquets



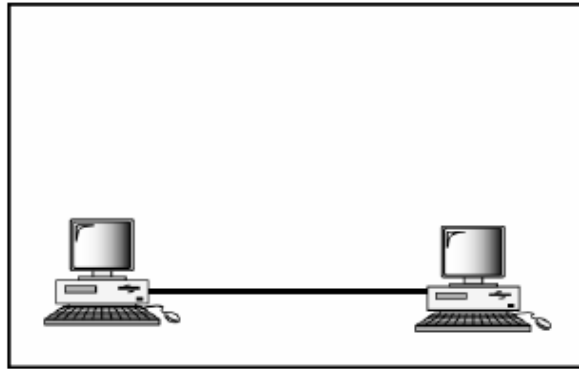
Ethernet commuté full-duplex

- Comme il existe deux liens, un pour l'envoi et un pour la réception
 - Pas besoin de **CSMA/CD** !
- Le contrôle des flux et des erreurs est fourni par une nouvelle sous-couche, appelée **MAC contrôle**, qui est ajoutée entre les sous-couches **LLC** et **MAC**

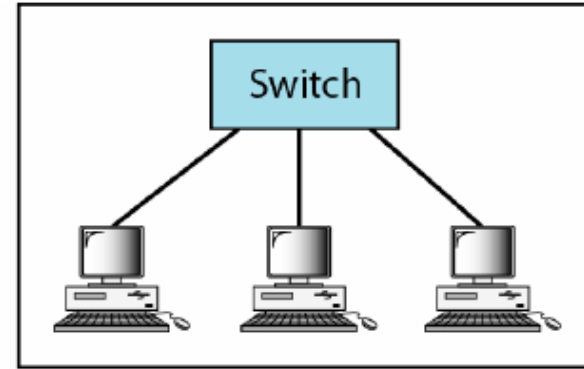


FAST ETHERNET

- Fast Ethernet a été conçu pour concurrencer les protocoles LAN tels que (**FDDI**, Fiber Distributed Data Interface) ou Fibre
- IEEE a créé Fast Ethernet sous le nom **802.3u**
- Il est rétrocompatible avec Ethernet classique, mais il peut transmettre des données 10 fois plus rapidement à un débit de **100 Mbps**
- Utilisé dans :



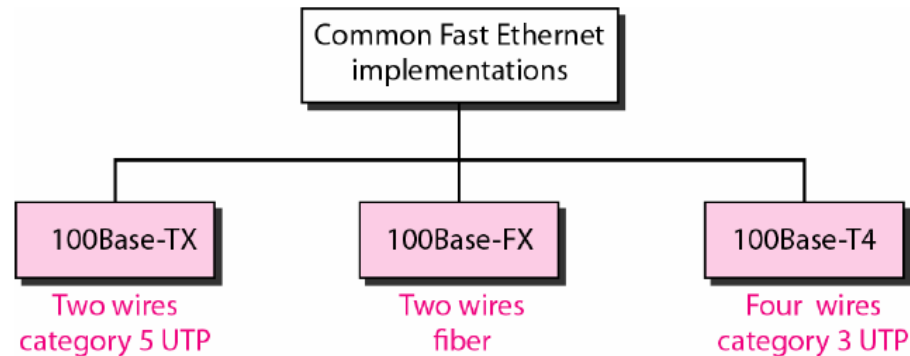
a. Point-to-point



b. Star

Implémentations Fast Ethernet

- Deux fils ou quatre fils.
 - Deux fils: **100Base-X**: Avec paire torsadée (**100Base-TX**) ou Fibre Optique (**100Base-FX**)
 - Quatre fils: paire torsadée (**100BaseT4**)

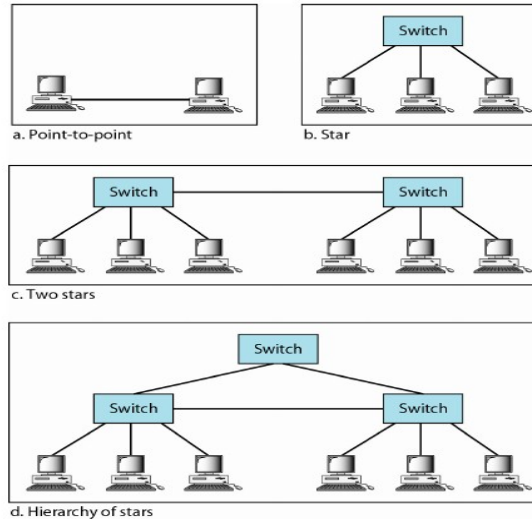


Résumé des implémentations Fast Ethernet

<i>Characteristics</i>	<i>100Base-TX</i>	<i>100Base-FX</i>	<i>100Base-T4</i>
Media	Cat 5 UTP or STP	Fiber	Cat 4 UTP
Number of wires	2	2	4
Maximum length	100 m	100 m	100 m
Block encoding	4B/5B	4B/5B	
Line encoding	MLT-3	NRZ-I	8B/6T

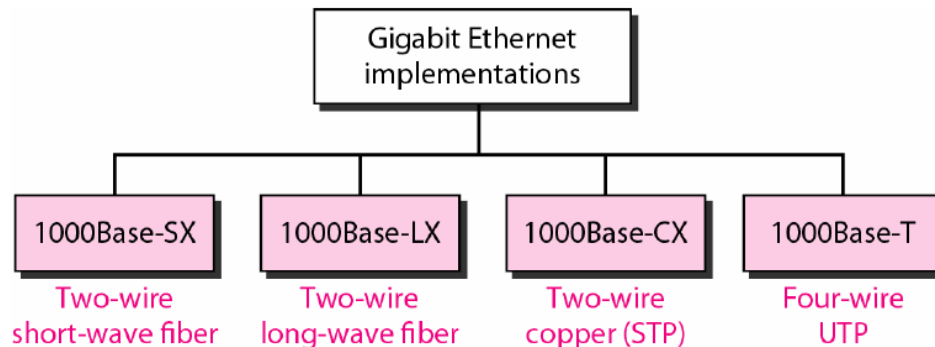
Gigabit Ethernet

- La nécessité d'un débit de données encore plus élevé a conduit à la conception du protocole Ethernet Gigabit (1000 Mbps).
- Le comité IEEE appelle la norme **802.3z**
- En mode **full-duplex** de Gigabit Ethernet, il n'y a pas de collision.
- la **longueur maximale** du câble est déterminée par **l'atténuation** du signal dans le câble
- Utilisé dans :



Implémentation de Gigabit Ethernet

- Accès :
 - Semi-duplex utilisant CSMA/CD
 - Full-duplex sans la nécessité d'utiliser CSMA/CD
- **1000Base-X**: implémentation à deux fils
 - Fibre optique à ondes **courtes** (**1000Base-SX**)
 - Fibre optique à ondes **longues** (**1000Base-LX**)
 - Copper jumpers courts (**1000Base-CX**) utilisant (STP, Shielded twisted pair)
- **1000Base-T** : version à quatre fils utilisant un câble à paire torsadée (UTP, Unshielded twisted pair)



Résumé des implémentations Gigabit Ethernet

<i>Characteristics</i>	<i>1000Base-SX</i>	<i>1000Base-LX</i>	<i>1000Base-CX</i>	<i>1000Base-T</i>
Media	Fiber short-wave	Fiber long-wave	STP	Cat 5 UTP
Number of wires	2	2	2	4
Maximum length	550 m	5000 m	25 m	100 m
Block encoding	8B/10B	8B/10B	8B/10B	
Line encoding	NRZ	NRZ	NRZ	4D-PAM5

Résumé des implémentations 10-Gigabit Ethernet

<i>Characteristics</i>	<i>10GBase-S</i>	<i>10GBase-L</i>	<i>10GBase-E</i>
Media	Short-wave 850-nm multimode	Long-wave 1310-nm single mode	Extended 1550-nm single mode
Maximum length	300 m	10 km	40 km

Réseaux locaux sans fils

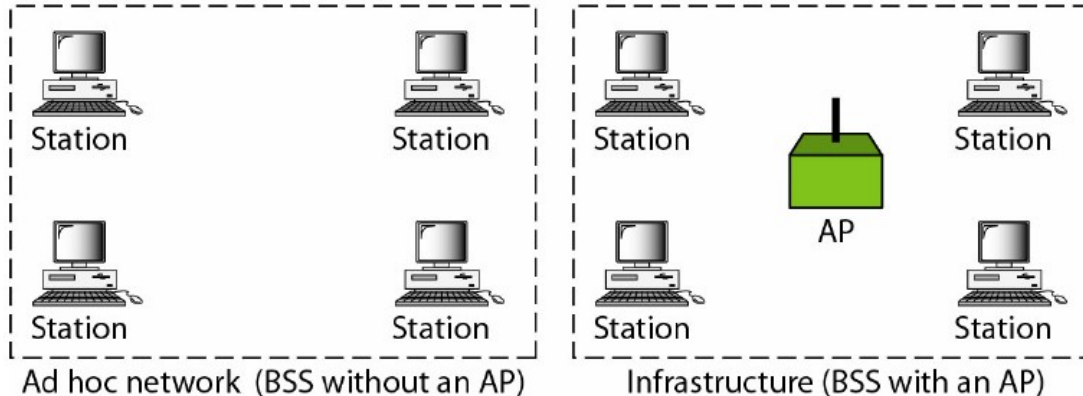
Ethernet 802.11

Ensemble des services de base BSS

- Spécification **IEEE** pour réseau local sans fil :
 - IEEE 802.11, couvre la couche physique et la couche liaison de données
- **Ensemble des services de base (BSS, Basic Service Set)** comprend des stations sans fil fixes ou mobiles, éventuellement une station de base centrale, appelée point d'accès (**AP, Access Point**)
 - **BSS** avec **AP** est appelé réseau infrastructure
- **BSS** sans **AP** est un réseau **autonome** et ne peut pas envoyer de données à d'autres **BSS**
 - C'est ce qu'on appelle l'architecture **adhoc**

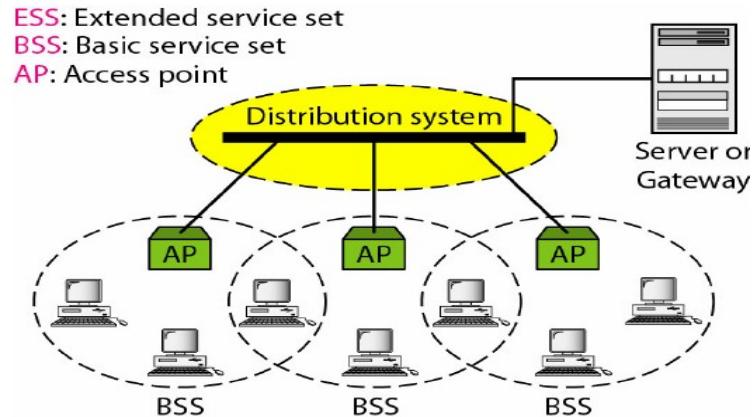
BSS: Basic service set

AP: Access point

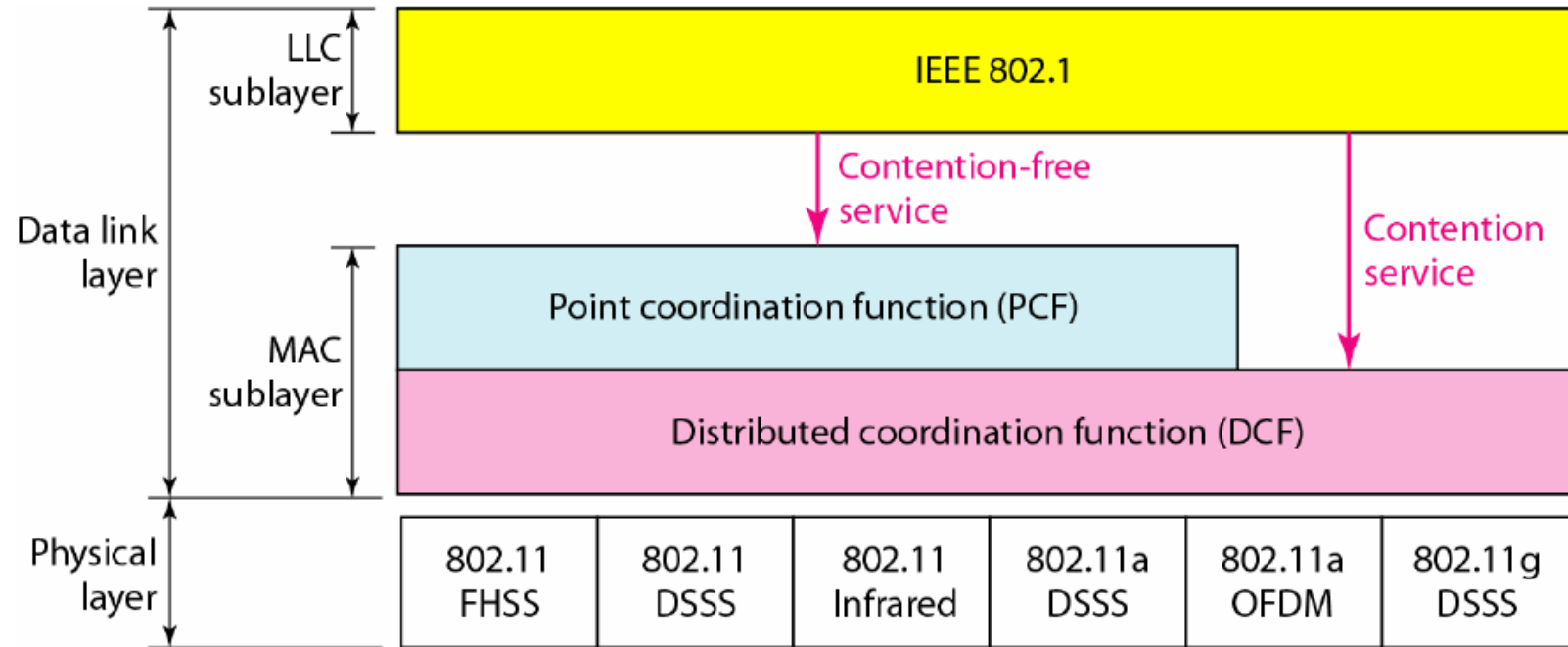


Ensembles de services étendus (ESSs)

- **(ESS, Extended Service Set)** est composé d'**au moins 2 BSS** avec **AP**
- Les **BSS** sont connectés via un **système distribué**, qui est généralement un réseau local **câblé**
- Les nœuds peuvent être **mobiles** ou **fixes**
- Un mobile peut appartenir à **plus** d'un **BSS** en même temps
- La communication entre les stations de **BSS** différentes se fait via des **AP**
- La communication entre les stations d'un même **BSS** peut être directe



Couches MAC en norme IEEE 802.11



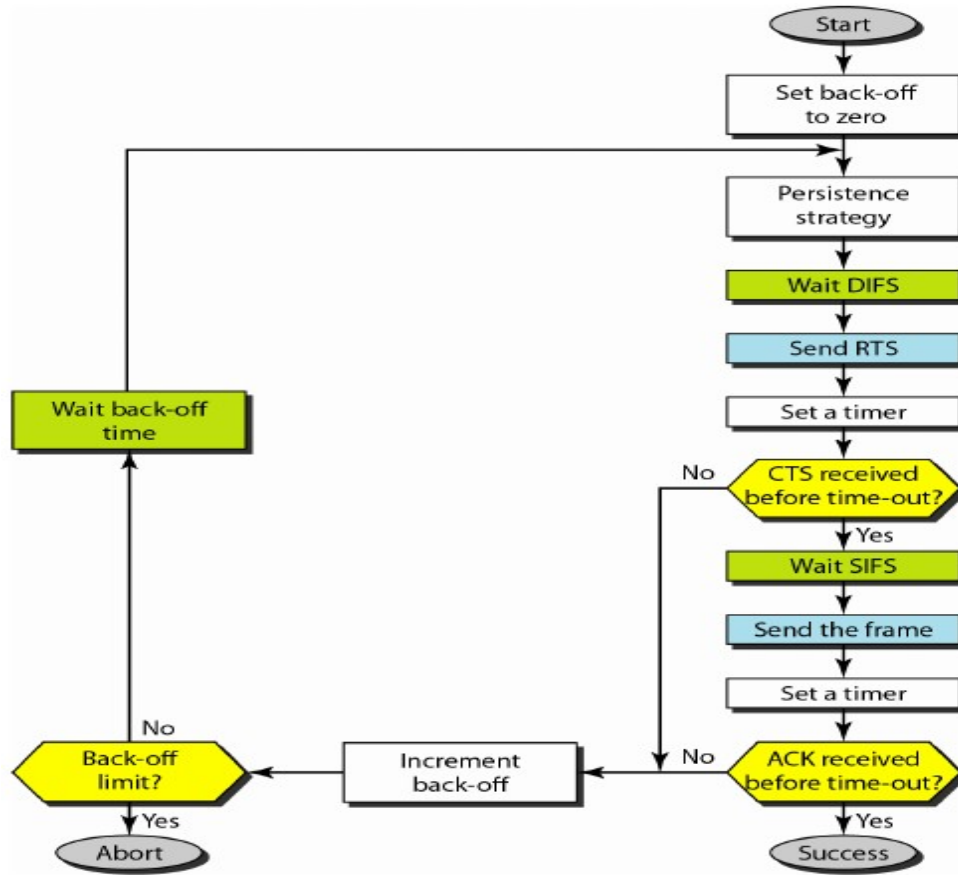
CSMA/CD

- ♦ Le réseau local sans fil ne peut pas implémenter CSMA/CD pour trois raisons :
 - La station **ne peut envoyer et recevoir** des données en même temps
 - La collision peut ne pas être détectée à cause du problème de **terminal caché**
 - La distance entre les stations dans les **LAN sans fil** peut être grande. L'atténuation du signal pourrait empêcher une station d'une extrémité d'entendre une collision à l'autre extrémité
- ♦ Avant d'envoyer une trame, la source détecte le support en vérifiant le niveau d'énergie à la fréquence porteuse
 - revenir en arrière jusqu'à ce que le canal soit inactif
 - une fois que le canal est trouvé inactif, la station attend pendant une période appelée **espace intertrame distribué (DIFS, Distributed interframe space)**
 - la station envoie ensuite une trame de contrôle appelée **demande d'envoi (RTS, Request To Send)**.

CSMA/CD

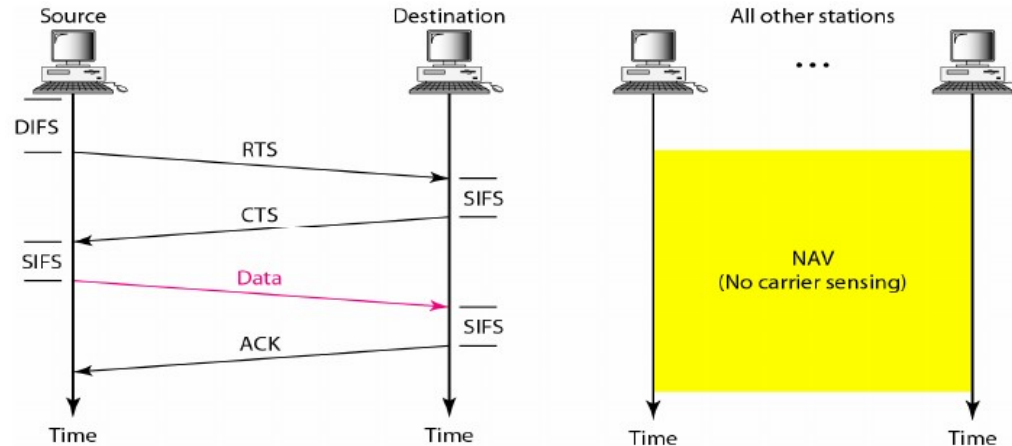
- Après avoir reçu le signal **RTS** par la station de destination, elle attend une période appelée **espace intertrame court (SIFS, Short Interframe Space)**, la station de destination envoie une trame de contrôle appelée **prêt à envoyer (CTS, Clear to Send)** à la source.
- Cette **trame de contrôle** indique que la station de destination est **prête** à recevoir des données
- La source envoie des données après avoir attendu **SIFS**
- La destination envoie un accusé de réception après avoir attendu **SIFS**.

Organigramme CSMA/CD



CSMA/CA et NAV

- **RTS** indique la durée pendant laquelle la source doit **occuper** le canal
- Les stations **affectées** par cette transmission créent un timer appelé vecteur d'allocation de réseau (**NAV**, Network Allocation Vector) qui indique le temps qui doit s'écouler avant que ces stations ne soient autorisées à vérifier si le canal est inactive.
- Chaque fois qu'une station accède au système et envoie une trame RTS, les autres stations démarrent leur **NAV**.
 - chaque station, avant de détecter le support physique pour voir si elle est inactive, vérifie d'abord sa NAV pour voir si elle a expiré



Fin

- ♦ Prochain CM
 - Continuer Ethernet sans fils
 - Introduction à la couche réseau