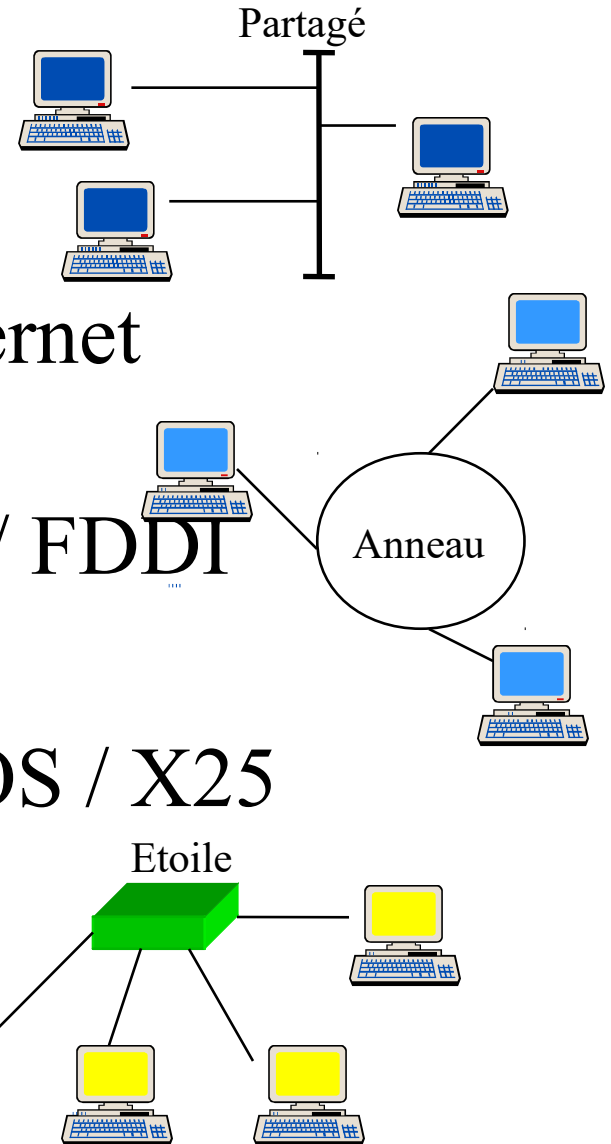


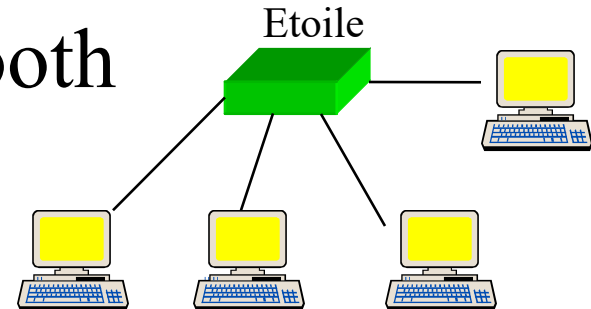
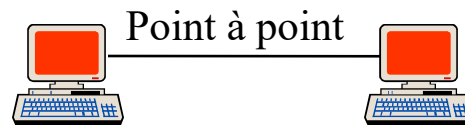
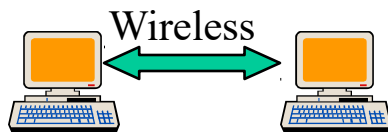
Niveau 2

Topologies – STP

Topologies

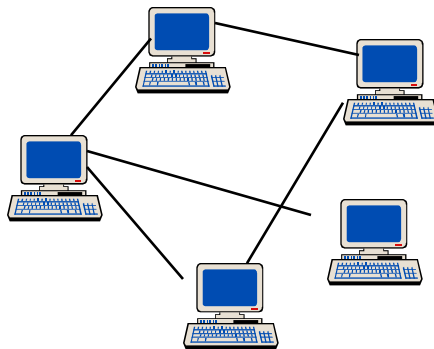


- Shared media (partagé) – Ethernet (CSMA/CD)
- Anneau (Ring) – Token Ring / FDDI
- Etoile – Ethernet / Satellite
- Point à point – ATM / FR / POS / X25
- Wireless – 802.11 / Bluetooth

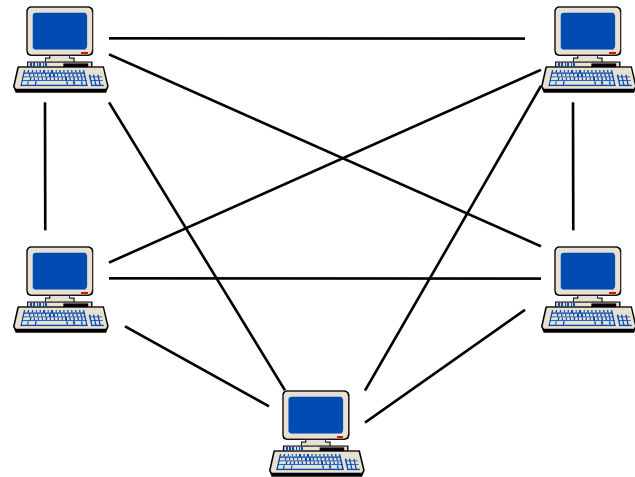


Topologies point à point

Partial mesh



Full mesh
(problème en n^2 : $n(n-1)/2$)
 $5 \rightarrow 10$, $10 \rightarrow 45$,
 $100 \rightarrow 4950$



Trame Ethernet – Format

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32		
Destination Address						Source Address						Ether Type	Data (Variable length: 46 to 1500)														PAD	CRC					

- Longueurs en Bytes !
- Adresses de niveau 2: MAC
- Ethertype: détermine le type de protocole utilisé pour les datas
- PAD: padding (éventuel, si la trame est trop courte)
- CRC: Cyclic Redundancy Check
- Taille: entre 64 et ... (dû à l'augmentation de la vitesse des interfaces)
 - 1518 B dans le standard de base
 - 9000 B pour les Jumbo Frames
 - 64000 B pour les Super Jumbo Frames (SJF)

Ethertype (Ethernet v2) – Référence

- 0x0000 – 0x05DC (1500): 802.3
- 0x0800: IP Packet (Ethernet v2), le plus courant
- 0x0806: ARP
- 0x8035: RARP
- 0x8100: 802.1Q VLAN
- (0x8137: Novell IPX)
- (0x809B: AppleTalk)
- (0x0BAD: Banyan Vines)
- 0x86DD: IPv6
- 0x8847: MPLS unicast
- 0x8848: MPLS multicast

Niveau 2 – Types d'adresses

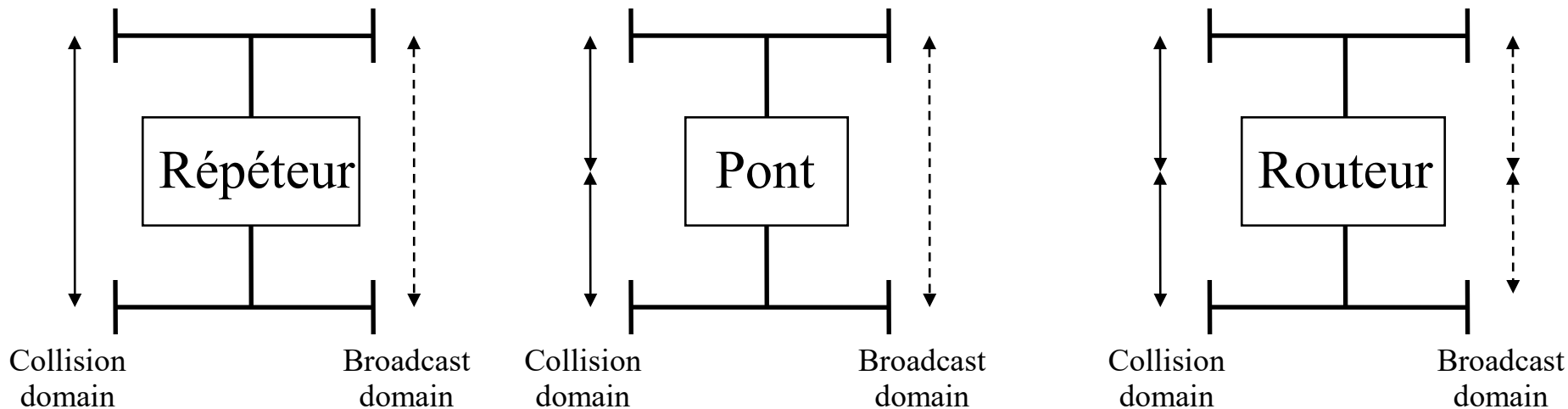
- Unicast: envoyé à une adresse en particulier.
Exemple: 00-dd-01-12-34-56
- Broadcast: envoyé à toutes les machines du broadcast domain.
Exemple (unique): ff-ff-ff-ff-ff-ff
- Multicast: envoyé à un ensemble de machines du broadcast domain (mais pas toutes).
Exemple: 01-00-5E-00-00-05

Wi-Fi Standards

- 802.11... Début de standardisation en 1997 (presque toutes les lettres de l'alphabet et même plus).
- 802.11a – 1998 – +- 30 m – 54 Mbps – Obsolete
- 802.11b – 1998 – +- 90 m – 11 Mbps – Common
- 802.11g – 2003 – +- 90 m – 54 Mbps – Common
- 802.11n – 2009 – +- 250 m – 600 Mbps – Récent
- Distance maximum exprimées à l'extérieur, sans obstacles...
- Toujours en plein déploiement, en pleine évolution.
- Gros avantage: plus de câbles et mobilité des utilisateurs !!!

Répéteur – Pont – Routeur

- Collision domain (où il peut y avoir une collision entre 2 paquets)
- Broadcast domain (l'ensemble du réseau sur lequel un broadcast va être forwardé)



Répéteurs – Les deux classes

... Presque plus vendus ...

- Les répéteurs peuvent être classés en deux catégories:
 - Classe 1: convertissent le signal entrant (analogique) en signal digital, puis retransmettent le signal (analogique) sur les autres portes.
 - Classe 2: plus simple: pas de conversion (le signal interne est aussi analogique)

Ponts – Les deux types

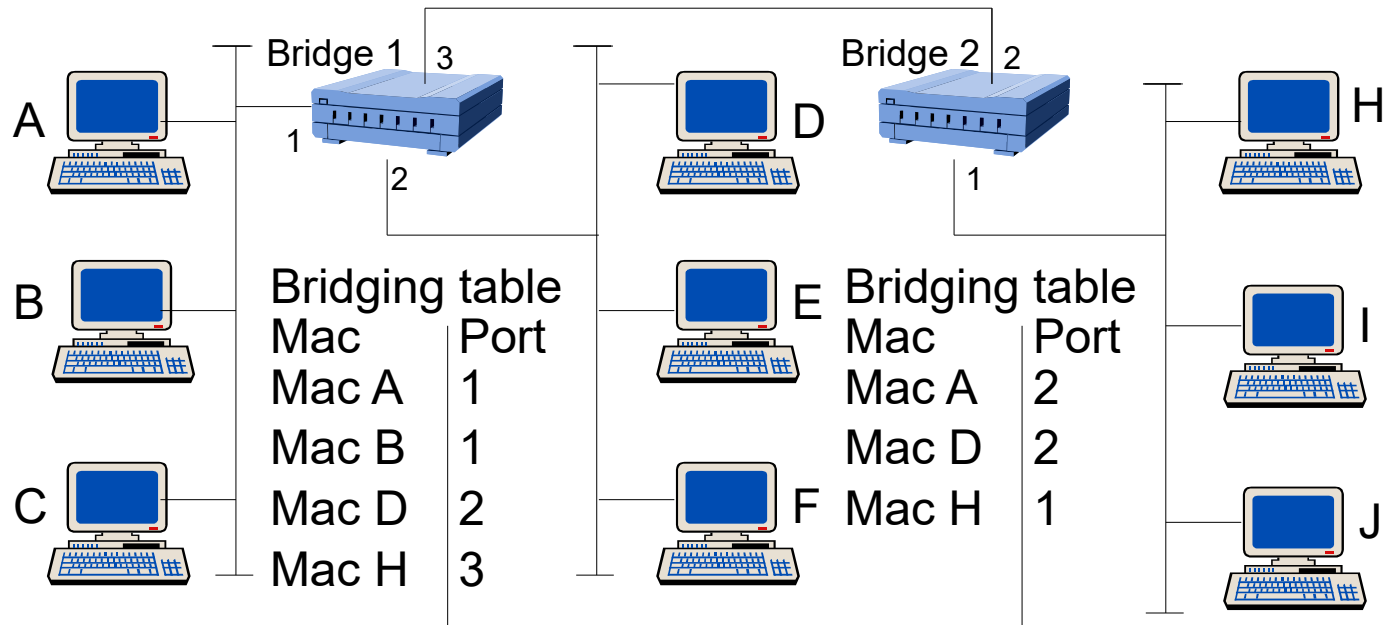
- Source – route bridge (disparu avec TR)
 - Développé par IBM
 - Utilisé en TR
 - La liste des ponts à parcourir est dans la trame
 - Une source peut envoyer une trame spéciale, d'exploration, pour trouver où est le destinataire
 - Connection-oriented
- Transparent bridge (tous les ponts actuels)
 - Développé par DEC
 - Utilisé en Ethernet
 - Basé sur des tables
 - Connectionless
 - STP

Transparent bridging – Etats

5 modes de fonctionnement possibles (en fonction de l'adresse MAC source et destination):

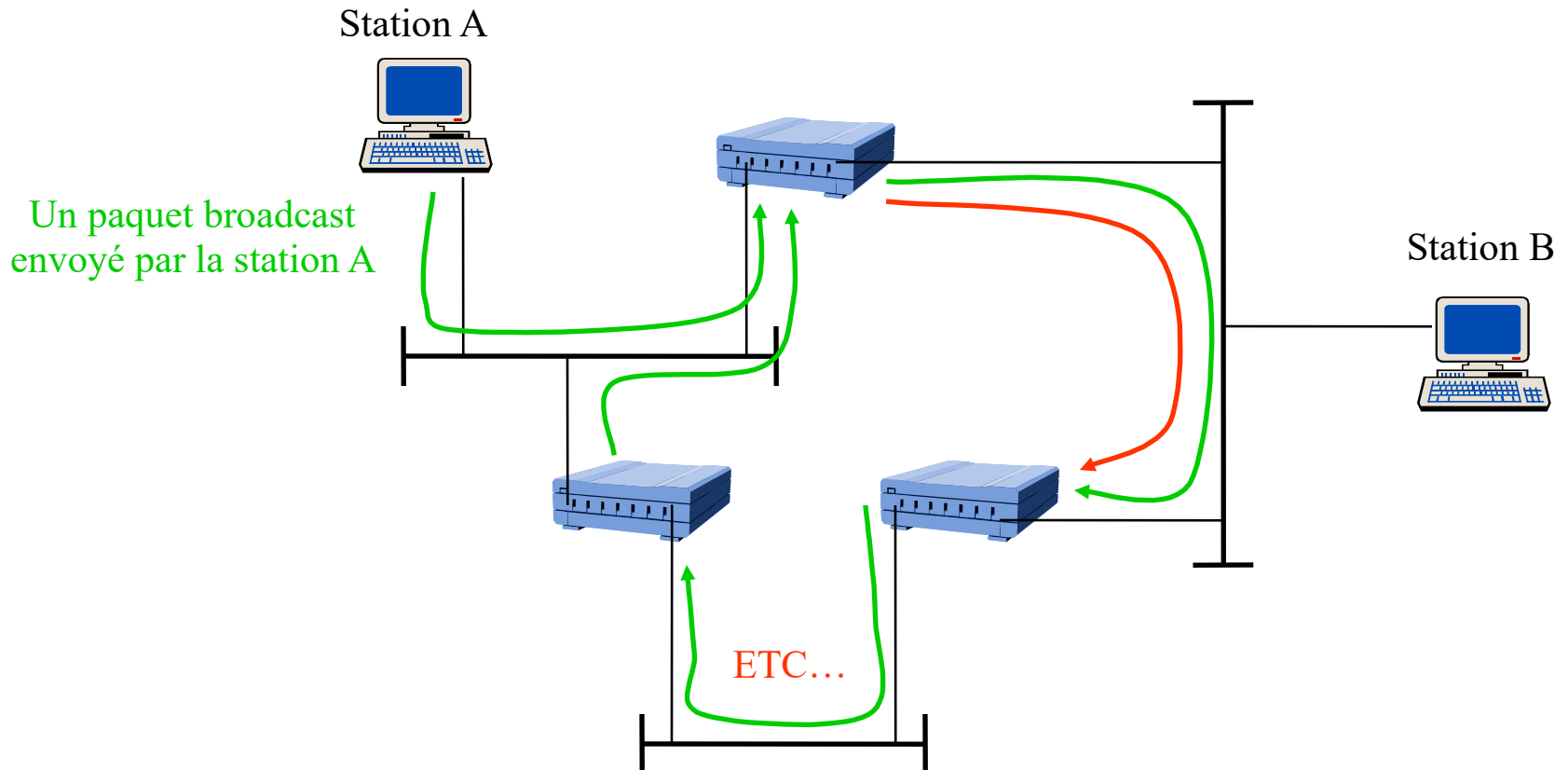
1. Learning: création de la « Bridging table »
2. Flooding: en cas d'adresse inconnue ou de broadcast, envoi sur toutes les portes (à l'inverse des routeurs), sauf sur celle sur laquelle on l'a reçu
3. Filtering: si la source et la destination sont sur la même porte, ne rien faire (jeter le paquet)
4. Forwarding: envoi du paquet sur la bonne interface, déterminée par la table
5. Aging (après X secondes, suppression de la table)

Transparent bridge – Comment ça marche ?



- 1 – A is sending to B, bridge 1 floods, bridge 2 floods
- 2 – B is sending to A, bridge 1 filters
- 3 – A is sending to B, bridge 1 filters
- 4 – D is sending to H, bridge 1 floods, bridge 2 floods
- 5 – H is sending to D, bridge 1 forwards, bridge 2 forwards
- 6 – D is sending to B, bridge 1 forwards
- 7 – Etc...

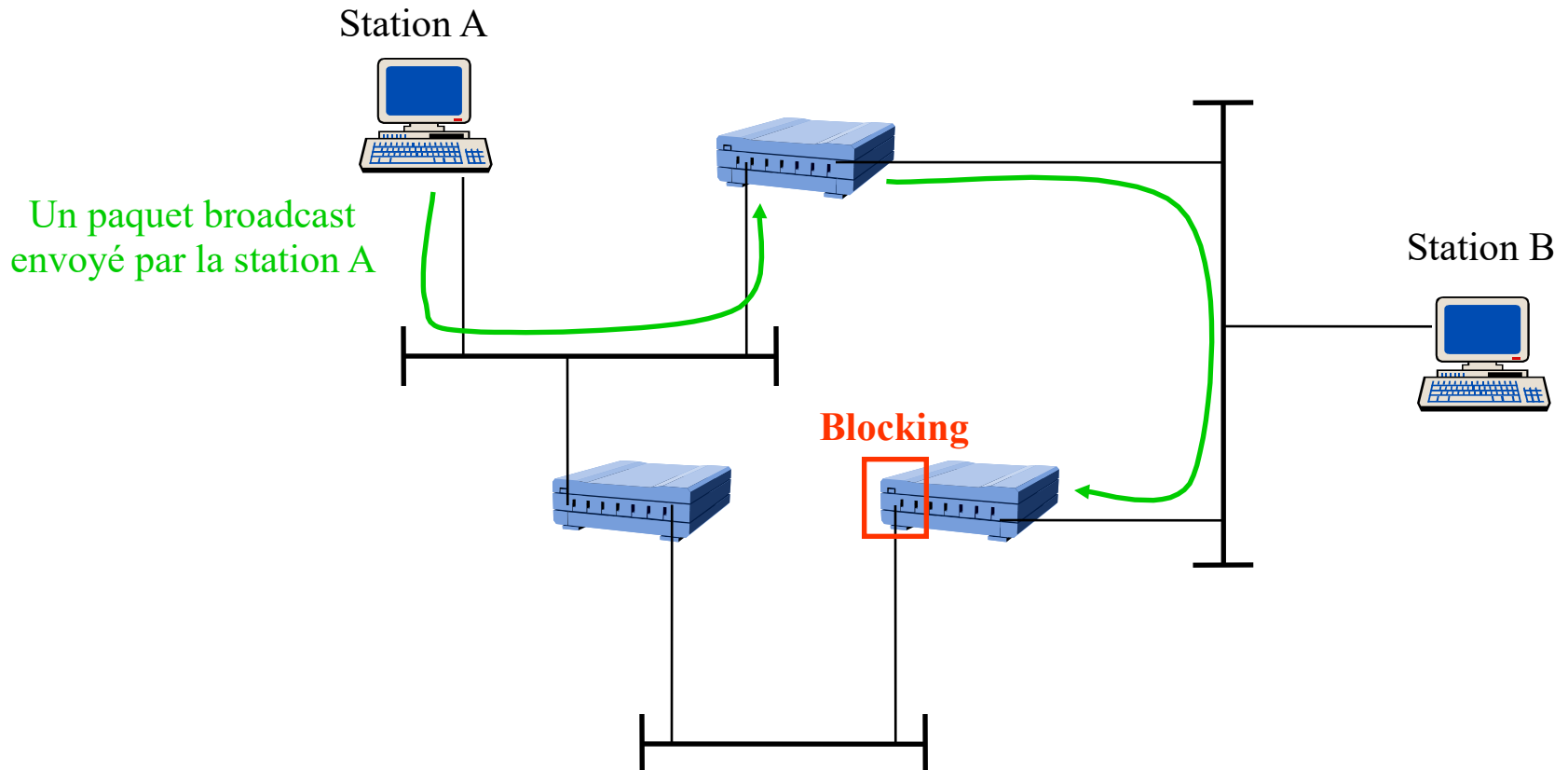
Ponts – STP – Le problème



Ponts – STP – La solution

- Spanning Tree Protocol
- Cinq états possibles pour une porte:
 - Blocking
 - Listening
 - Learning
 - Forwarding
 - Disabled
- Election d'un root bridge, basé sur la priorité (la plus basse) ou sur la plus petite MAC

Ponts – STP – Un exemple



Switch = Bridge ?

- Switch = Bridge +
 - Plusieurs portes
 - Débit plus important
 - ...
- Parfois, on dit qu'un switch peut être vu comme un bridge dont toutes les portes ont LA MEME TOPOLOGIE (switch Ethernet par exemple), alors qu'un bridge peut 'bridger' entre plusieurs topologies (bridge Ethernet – Token Ring par exemple)...

Store and forward / Cut – through

- Store and forward: le device stocke la trame jusqu'à ce qu'il l'ait entièrement reçu, puis le renvoie.
- Cut – through: le device commence à renvoyer la trame dès qu'il sait (après les 6 premiers bytes) quelle est l'adresse (MAC) de destination.
- Adaptative cut – through: le device fait du cut – through, puis bascule en mode store and forward si un nombre trop grand d'erreurs est constaté.
- Intermédiaire: Fragment Free: on attend les 64 premiers bytes (le header) et on vérifie sur ceux – là seulement. C'est donc un intermédiaire entre ST & CT qui évite les collisions.

Comparaison: St & F vs C T

	Store and forward	Cut through
Avantage	On est sûr de ne pas propager d'erreurs	Plus rapide
Désavantage	Plus lent, nécessite plus de buffers	On risque d'envoyer des trames corrompues, et donc de gaspiller de la bande passante

D'autres standards de niveau 2 (référence)

- 802.2: LLC
- 802.3: CSMA/CD
- 802.3ae: 10Gig Ethernet
- (802.4: Token Bus)
- (802.5: Token Ring)
- (802.6: MAN)
- 802.11x: Wireless Networks

IEEE Standards (référence)

- 801.1ab: 1000BaseT
- 802.1p: Priority on Gig E
- 802.1q: Bridged VLAN
- 802.2: LLC - Logical Link Control.
- 802.2ad: Link aggregation
- 802.3ae: 10 Gig E
- 802.3: CSMA-CD: Carrier Sense Multiple Access - Carrier Detection.
- 802.3u: Fast Ethernet interface.
- 802.3x: Full duplex.
- 802.3z: Gigabit Ethernet.
- 802.4: Token Bus
- 802.5: Token Ring
- 802.6: DQDB: Distributed Queue Dual Bus (MAN)
- 802.11: Wireless Local Area Networks (WLAN)
- 802.12: Voice Grade Any LAN (VG-AnyLAN)
- 802.1r - GARP Proprietary Attribute Registration Protocol (GPRP)
- 802.1s - Multiple Spanning Trees
- 802.1v - VLAN Classification by Protocol and Port
- 802.1w - Rapid Reconfiguration of Spanning Tree
- 802.1x - Port Based Network Access Control
- 802.1D - MAC bridges
- 802.1G - Remote MAC Bridging

802.1q VLAN

- Virtual LAN
- Défini dans 802.1q
- Divise un broadcast domain en plusieurs (cf routeur)
- Voir plus loin le chapitre sur les VPNs
- Basé sur un Ethertype particulier (0x8100) et ajoute une en-tête 802.1q au paquet

802.1q VLAN – référence

- Frame 8 (64 bytes on wire, 64 bytes captured)
- Ethernet II, Src: 00:0c:ce:05:de:ca, Dst: ff:ff:ff:ff:ff:ff
 - Destination: ff:ff:ff:ff:ff:ff (Broadcast)
 - Source: 00:0c:ce:05:de:ca (10.10.10.254)
 - Type: 802.1Q Virtual LAN (**0x8100**)
- **802.1q Virtual LAN**
 - **000. = Priority: 0**
 - **...0 = CFI: 0**
 - **.... 0000 0110 0100 = ID: **100****
 - **Type: ARP (**0x0806**)**
 - **Trailer: 00000000000000000000000000000000...**
- Address Resolution Protocol (request)
 - Hardware type: Ethernet (0x0001)
 - Protocol type: IP (0x0800)
 - Hardware size: 6
 - Protocol size: 4
 - Opcode: request (0x0001)
 - Sender MAC address: 00:0c:ce:05:de:ca (10.10.10.254)
 - Sender IP address: 10.10.10.254 (10.10.10.254)
 - Target MAC address: 00:00:00:00:00:00 (00:00:00_00:00:00)
 - Target IP address: 10.10.10.131 (10.10.10.131)

Suite de protocoles

• OSI	Théorie
• TCP / IP	Pratique
• IPX / SPX	Novell - en voie d'extinction
• AppleTalk	Apple - mourrant
• Decnet	Digital - mort
• SNA / SMB	IBM - spécialisé
• Banyan Vines	Banyan - mort