

# NE 320 – Ethernet Protocol (2/2)

Quentin Giorgi

***“Si vous pensez que l’aventure est  
dangereuse, Essayez la routine... Elle  
est mortelle !”***

***- Paulo Coelho***

# Technologies: Ethernet 100Mbits/s

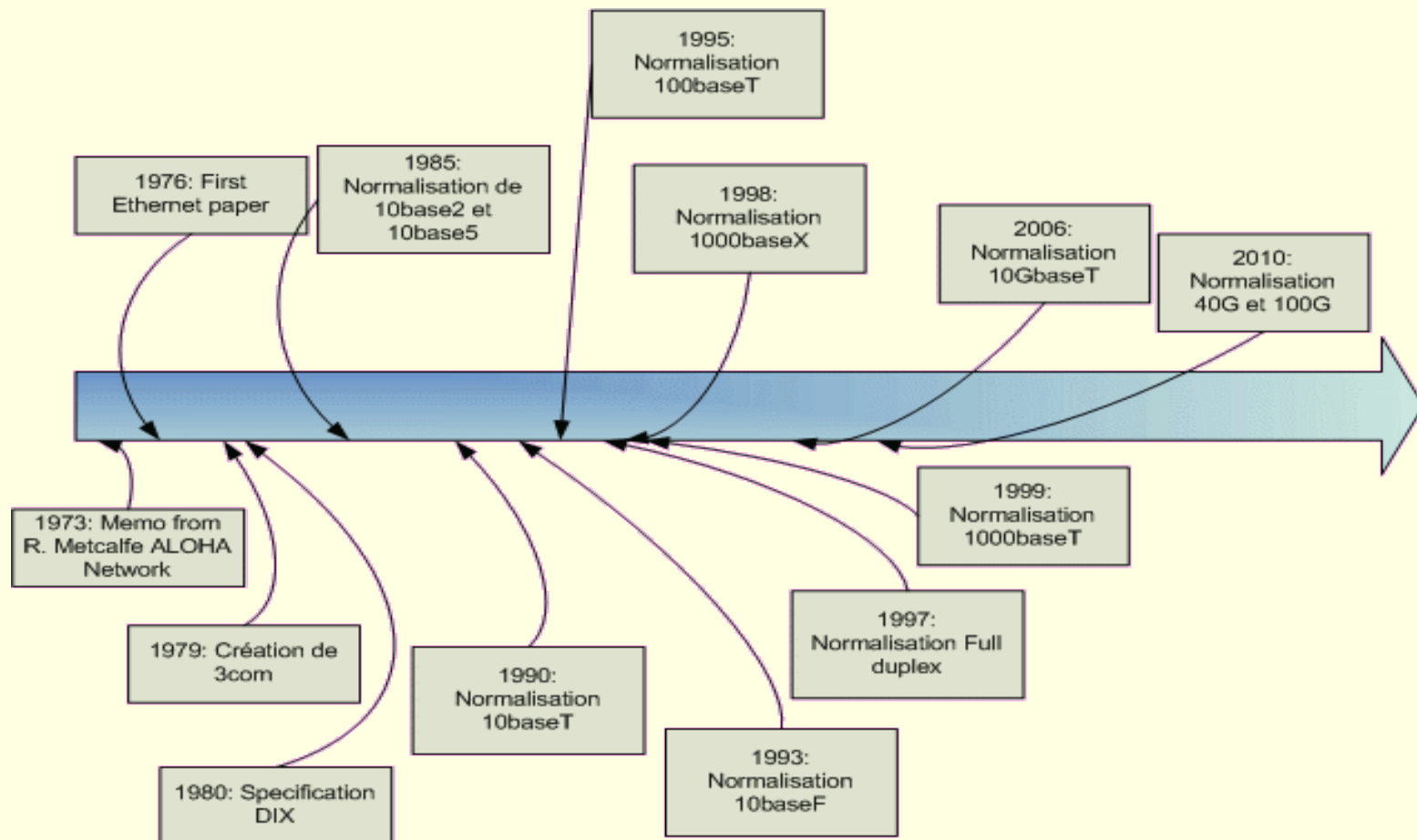
---

- Motivations:

- Bande passante limitée à 10Mbits/s pouvait être suffisante dans les années fin 1980. Vers le début des années 1990, avec l'augmentation des performances de l'électronique, des technologies, le débit de 10Mbits/s devient limitatif pour les usages.
- Généralisation de l'utilisation de la paire torsadée.
- Généralisation du mode full-duplex (on verra plus tard).
- Sans modification du format de la trame Ethernet.

# Technologies: Ethernet

## ■ Historique:



# Technologies: Ethernet 100Mbits/s

---

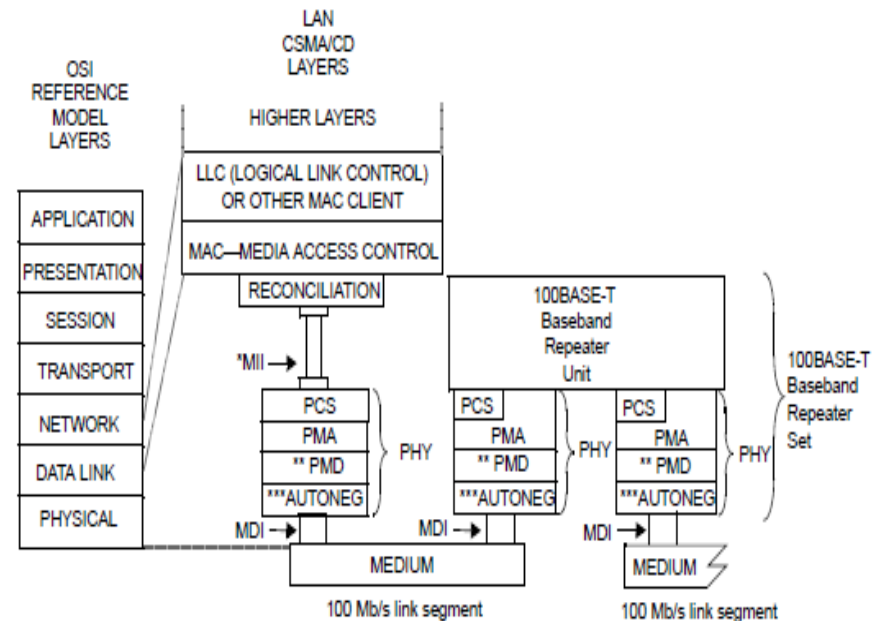
- Normalisation:

- 1995: Normalisation de l'Ethernet 100Mbits/s (groupe de travail 802.3u)
  - 100 baseX
    - 100baseTx (paire torsadée cat5)
    - 100baseFx (fibre optique multimode)
  - 100 baseT4 (paire torsadée cat3, half duplex)
  - 100 baseT2 (paire torsadée cat3, full duplex, non commercialisé)
- Pas de modification de la trame, le diamètre maximal du réseau (domaine de collision) est réduit d'un facteur 10.

# Technologies: Ethernet 100Mbits/s

- Positionnement architectural:
  - Interface MII
    - Capable de débits 10 et 100 Mbits/s
    - Full duplex
    - Utilisation de signaux de niveaux TTL + CLK
    - Data sur 4 signaux parallèles (in/out)
    - Interface de management améliorée.

Source IEEE 802.3



MDI = MEDIUM DEPENDENT INTERFACE  
MII = MEDIA INDEPENDENT INTERFACE

PCS = PHYSICAL CODING SUBLAYER  
PMA = PHYSICAL MEDIUM ATTACHMENT  
PHY = PHYSICAL LAYER DEVICE  
PMD = PHYSICAL MEDIUM DEPENDENT

\* MII is optional for 10 Mb/s DTEs and for 100 Mb/s systems and is not specified for 1 Mb/s systems.

\*\* PMD is specified for 100BASE-X only; 100BASE-T4 does not use this layer.

Use of MII between PCS and Baseband Repeater Unit is optional.

\*\*\* AUTONEG is optional.

# Technologies: Ethernet 100Mbps/s

- L'interface de management
  - MDIO et MDC
    - 2 registres de base (control et status)
    - Exemple - le registre de contrôle:

Bit(s)	Name	Description	R/W <sup>a</sup>
0.15	Reset	1 = PHY reset 0 = normal operation	R/W SC
0.14	Loopback	1 = enable loopback mode 0 = disable loopback mode	R/W
0.13	Speed Selection (LSB)	0.6 0.13 1 1 = Reserved 1 0 = 1000 Mb/s 0 1 = 100 Mb/s 0 0 = 10 Mb/s	R/W
0.12	Auto-Negotiation Enable	1 = enable Auto-Negotiation process 0 = disable Auto-Negotiation process	R/W
0.11	Power Down	1 = power down 0 = normal operation <sup>b</sup>	R/W
0.10	Isolate	1 = electrically Isolate PHY from MII or GMII 0 = normal operation <sup>b</sup>	R/W
0.9	Restart Auto-Negotiation	1 = restart Auto-Negotiation process 0 = normal operation	R/W SC
0.8	Duplex Mode	1 = full duplex 0 = half duplex	R/W
0.7	Collision Test	1 = enable COL signal test 0 = disable COL signal test	R/W
0.6	Speed Selection (MSB)	0.6 0.13 1 1 = Reserved 1 0 = 1000 Mb/s 0 1 = 100 Mb/s 0 0 = 10 Mb/s	R/W
0.5	Unidirectional enable	When bit 0.12 is one or bit 0.8 is zero, this bit is ignored. When bit 0.12 is zero and bit 0.8 is one: 1 = Enable transmit from media independent interface regardless of whether the PHY has determined that a valid link has been established 0 = Enable transmit from media independent interface only when the PHY has determined that a valid link has been established	R/W
0.4:0	Reserved	Write as 0, ignore on read	R/W

Source IEEE 802.3

<sup>a</sup>R/W = Read/Write, SC = Self-clearing.

<sup>b</sup>For normal operation, both 0.10 and 0.11 must be cleared to zero; see 22.2.4.1.5.

# Technologies: Ethernet 100Mbps/s

## ■ Interface mécanique

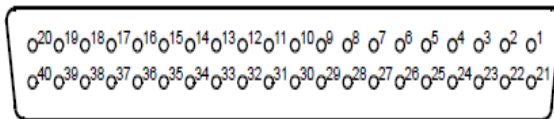


Figure 22-18—MII connector pin numbering

## ■ Interface fonctionnelle

### ■ data:

- TxD, TX\_ER, TX\_EN, TX\_CLK
- RxD, RX\_ER, RX\_DV, RX\_CLK

### ■ Management :

- MDC, MDIO
- COL, CRS

Table 22-15—MII connector contact assignments

Contact	Signal name	Contact	Signal name
1	+5 V	21	+5 V
2	MDIO	22	COMMON
3	MDC	23	COMMON
4	RXD<3>	24	COMMON
5	RXD<2>	25	COMMON
6	RXD<1>	26	COMMON
7	RXD<0>	27	COMMON
8	RX_DV	28	COMMON
9	RX_CLK	29	COMMON
10	RX_ER	30	COMMON
11	TX_ER	31	COMMON
12	TX_CLK	32	COMMON
13	TX_EN	33	COMMON
14	TXD<0>	34	COMMON
15	TXD<1>	35	COMMON
16	TXD<2>	36	COMMON
17	TXD<3>	37	COMMON
18	COL	38	COMMON
19	CRS	39	COMMON
20	+5 V	40	+5 V

# Technologies: Ethernet 100Mbits/s

## ■ Interface MII:

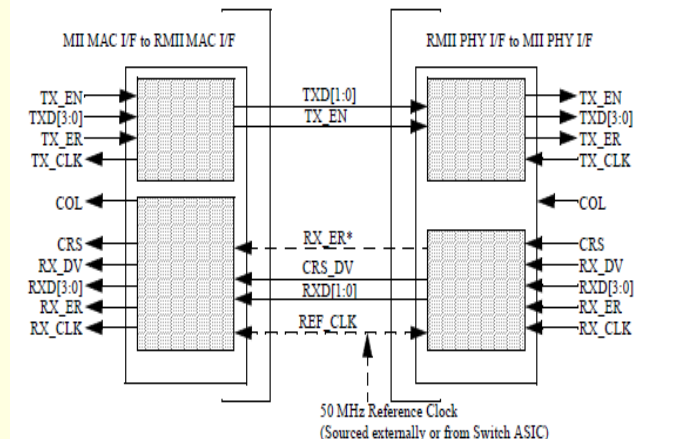
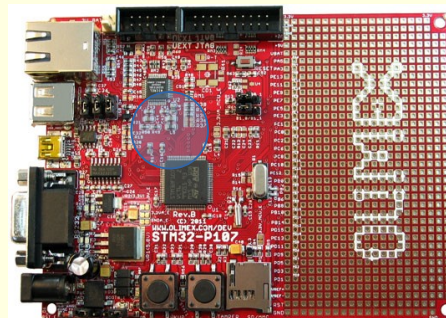
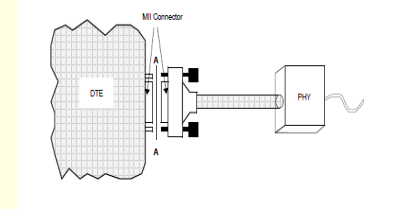
### ■ Connexions

- DTE – PHY à travers un câble MII
- Une interface carte à carte
- Une interface chip à chip.
  - → RMII (reduced MII)

[http://www.national.com/appinfo/networks/files/rmii\\_1\\_2.pdf](http://www.national.com/appinfo/networks/files/rmii_1_2.pdf)

- Permet une liaison chip à chip utilisant moins de connecteurs

Source IEEE 802.3



\*Note: RX\_ER is a required output of the PHY. The switch ASIC may choose to use this input.



# Technologies: Ethernet 100Mbits/s

---

- Les technologies:
  - Les fonctions du PHY
    - Réception
    - Transmission
    - Supervision du lien (indique la disponibilité du média, remonté par la couche PMD)
    - Détection de porteuse
    - Far-end fault (vérification de l'état du PHY partenaire)

# Technologies: Ethernet 100Mbits/s

---

- Les technologies:
  - 100baseX (100baseTx et 100baseFx)
    - 100baseX spécifie les couches PCS et PMA commune pour 100baseTx et 100baseFx
    - Seule la couche PMD est spécifique selon le média.
    - Codage 4B/5B dans la couche PCS pour éviter les longues séries de bits sans transitions physiques (pb synchronisation)
    - Détection des collisions par détection simultanée de porteuse et envoi de bits.

# Technologies: Ethernet 100Mbits/s

- Les technologies:
  - 100baseX (100baseTx et 100baseFx)

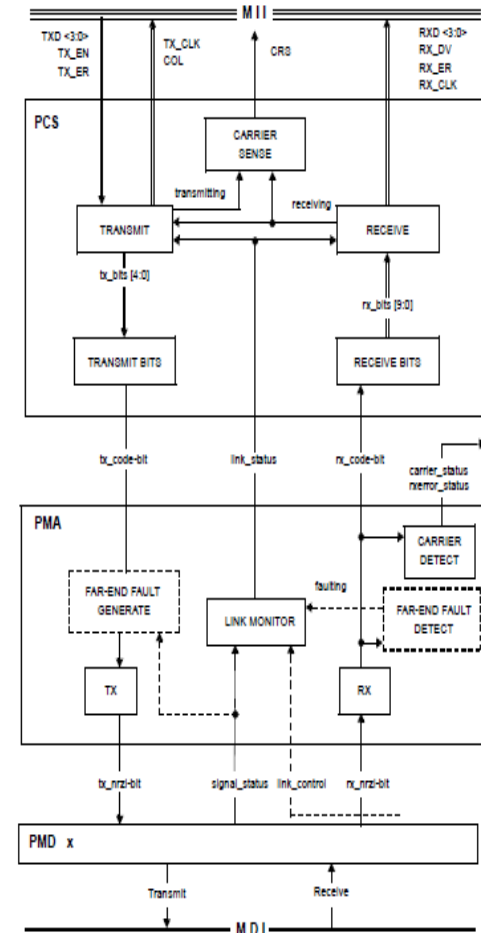


Figure 24-4—Functional block diagram

# Technologies: Ethernet 100Mbits/s

---

- Les technologies:

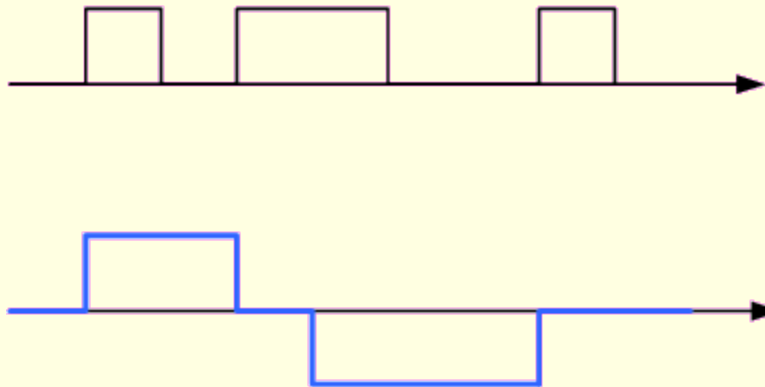
- 100baseTx

- 2 Paires torsadées UTP ou STP catégorie 5, les 2 autres sont inutilisées.
    - 100 m maximum par segment (affaiblissement et diamètre max)
    - 2 PHY par segment de réseau (hub ou switch + station)
    - Connecteur MDI: RJ45.
    - MDI-X interne ou câble croisé identique au 10baseT

# Technologies: Ethernet 100Mbits/s

- Les technologies:
  - 100baseTx
    - Codage MLT-3 (rappel codage 4B/5B dans PCS)

Données



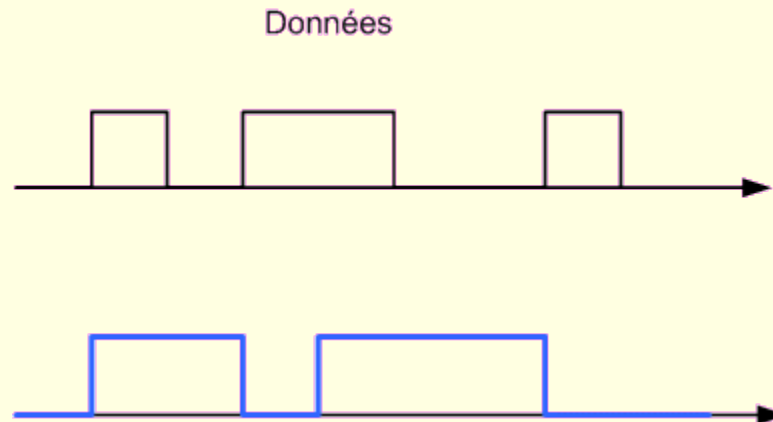
# Technologies: Ethernet 100Mbits/s

---

- Les technologies:
  - 100baseFx
    - 2 Fibres optiques multimodes (Rx et Tx)
      - Longueur d'ondes 1300nm
      - Distance max DTE à DTE
        - 412 m en half duplex
        - 2000m en full duplex
      - Connecteur MDI: SC, (ST ou MIC)
      - MDI-X:
        - RX  $\leftrightarrow$  TX
        - TX  $\leftrightarrow$  RX

# Technologies: Ethernet 100Mbits/s

- Les technologies:
  - 100baseFx
    - Codage NRZi (rappel codage 4B/5B dans PCS)



# Technologies: Ethernet 100Mbits/s

- Les technologies:

- 100baseT4

- 100baseT4 spécifie les couches PCS et PMA (pas de couche PMD)
    - Codage 8B/6T dans la couche PCS
    - Utilisation de 3 paires pour l'émission (ne peut être que half-duplex)
    - Utilisation de paires torsadées de catégorie 3 ou plus

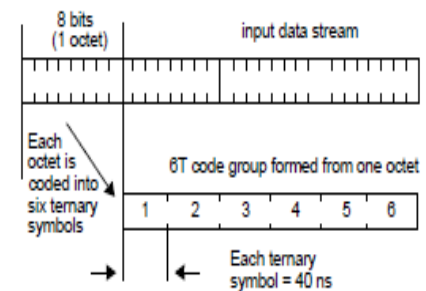


Figure 23-4—8B6T coding



# Technologies: Ethernet 100Mbps/s

- Les technologies:
  - 100baseT4
    - Rôle des PMA et PCS

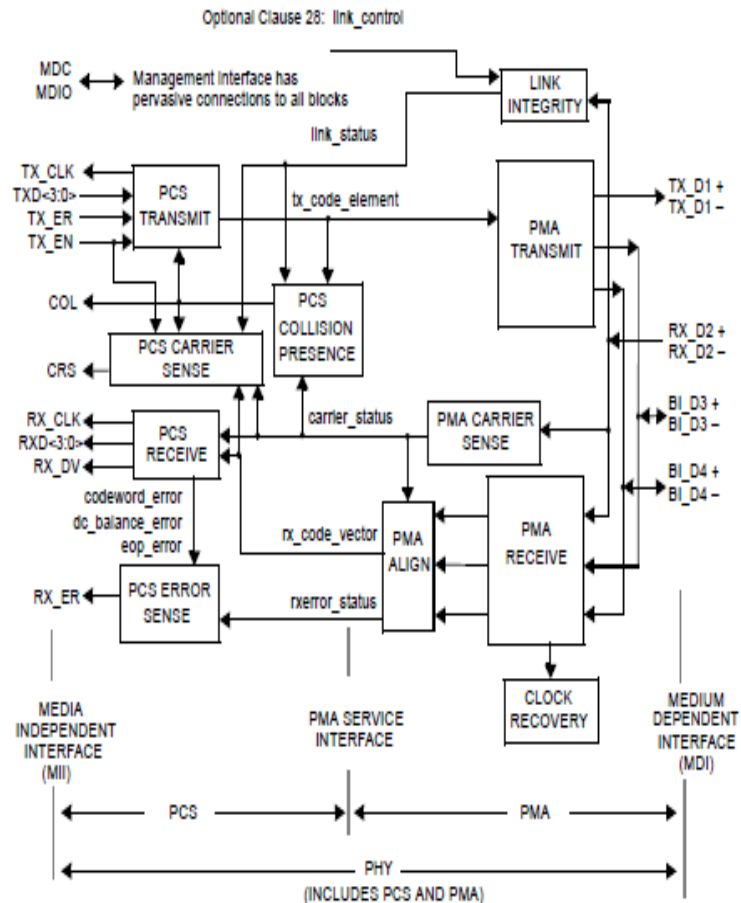
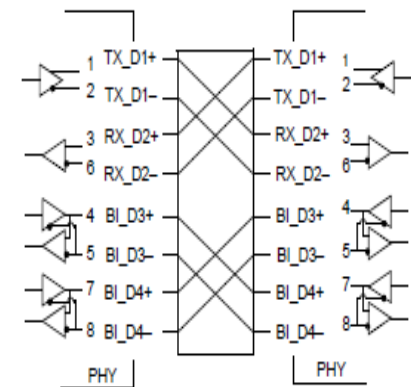


Figure 23-2—Division of responsibilities between 100BASE-T4 PCS and PMA

# Technologies: Ethernet 100Mbps/s

- Les technologies:
  - 100baseT4
    - 4 Paires torsadées UTP catégorie 3 ou plus
    - 100 m maximum par segment (affaiblissement et diamètre max)
    - 2 PHY par segment de réseau (hub ou switch + station)
    - Connecteur MDI: RJ45.
    - MDI-X interne ou câble croisé



a) Two PHYs with external crossover function

# Technologies: Ethernet 100Mbps/s

## ■ Les technologies:

### ■ 100baseT2

- 100baseT2 spécifie les couches PCS et PMA (pas de couche PMD)
- Codage PAM5x5 dans la couche PCS
- Utilisation de 2 paires pour l'émission et réception sur chaque paire
- Utilisation de paires torsadées de catégorie 3 ou plus

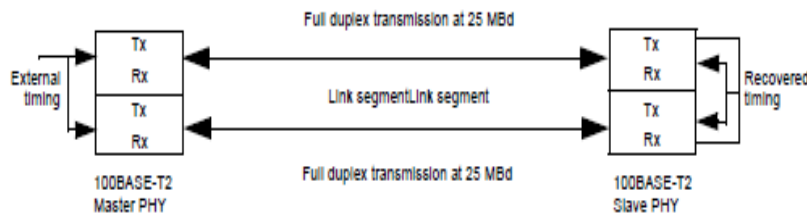


Figure 32-2—100BASE-T2 topology

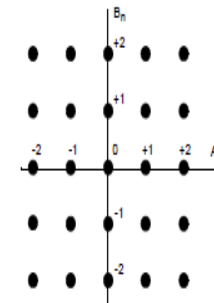


Figure 32-3—PAM5x5 symbol constellation

# Technologies: Ethernet 100Mbits/s

- Les technologies:
  - 100baseT2
    - 2 Paires torsadées UTP catégorie 3 ou plus
    - 100 m maximum par segment (affaiblissement et diamètre max)
    - 2 PHY par segment de réseau (hub ou switch + station) auto-négociation nécessaire.
    - Connecteur MDI: RJ45.
    - MDI-X interne ou câble croisé

Table 32-14—Assignment of PMA signals to MDI pin-outs

Contact	PHY without internal crossover (100BASE-T2 operation)	PHY with internal crossover (Auto-Negotiation operation)	MDI labeling requirement
1	BI_DA+	BI_DB+	BI_DA+
2	BI_DA-	BI_DB-	BI_DA-
3	BI_DB+	BI_DA+	BI_DB+
4	Not used	Not used	
5	Not used	Not used	
6	BI_DB-	BI_DA-	BI_DB-
7	Not used	Not used	
8	Not used	Not used	

# Technologies: Ethernet 100Mbits/s

---

## ■ Conclusion

- Augmentation du débit, sans modification de la trame.
- Large utilisation de 100baseTx
  - 100 baseT4 et 100baseT2 bien que permettant 100Mbits/s sur des câbles cat3 ne connaissent pas de succès commerciaux.
  - 100 baseT2 et 100base T4 permettent de développer des technologies qui seront réutilisées pour Ethernet Gigabit 1000baseT sur câble Cat5E.
- Large utilisation du média paire torsadée, permet de généraliser l'auto-negotiation, le full duplex...

# Technologies: Ethernet 100Mbits/s

---

- Interconnexion multi-segments. (Répéteurs)
  - Fonctions d'un répéteur
    - Restauration du signal
    - Gestion des données (transmission sur tous les ports)
    - Gestion des collisions (jamming sur tous les ports)
    - Gestions des erreurs
    - Gestions des jabbers et partitionnement.
  - Deux classes de répéteurs
    - Classe I : régénère un encodage, permet de mixer plusieurs technologies différentes (100baseTx, 100baseFx, 100baseT4, etc...)
    - Classe II : utilisable pour une même technologie (même codage)

# Technologies: Ethernet 100Mbits/s

---

- Interconnexion multi-segments. (Répéteurs)
  - Défini un domaine de collision
  - Un seul répéteur classe I par domaine de collision.
  - Un ou deux répéteurs classe II par domaine de collision (en respectant le diamètre maximal).
- Conclusion
  - Interconnexion par répéteurs induit des problèmes de:
    - Bande passante partagée entre tous les utilisateurs
    - 1 seule domaine de collision
    - Pas de possibilité d'utiliser le full-duplex
    - Sécurité: les communications sont visibles sur tous les segments.

# Technologies: Ethernet 1000Mbps/s

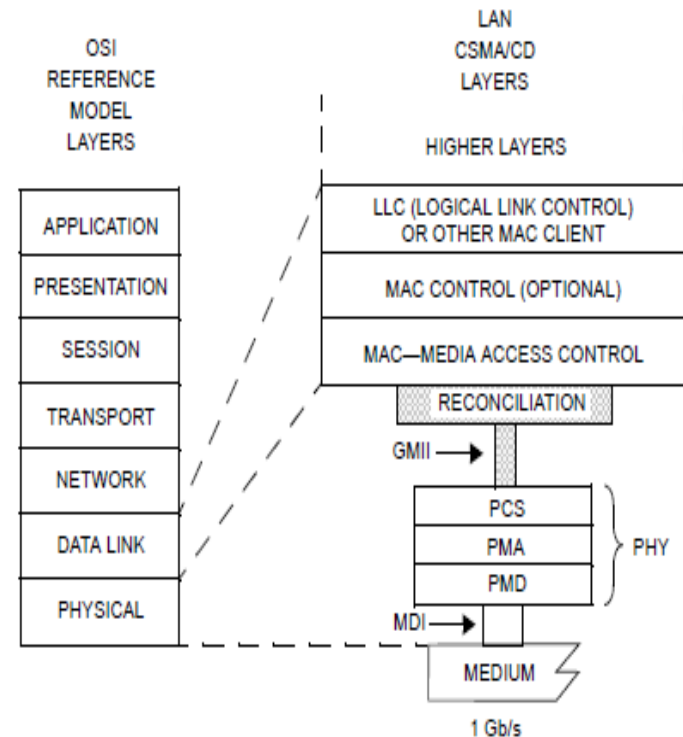
---

- Normalisation:
  - 1998-1999: Normalisation de l'Ethernet 1000baseX (groupe de travail 802.3z)
    - 1000base-CX (25m max, shielded cable)
    - 1000base-LX (2 fibres multimodes ou monomodes)
    - 1000base-SX (2 fibres multimodes)
  - 1999: Normalisation de l'Ethernet 1000baseT (802.3ab)
    - 1000baseT (100m, 4 paires torsadées cat5E ou plus)
  - Augmentation du débit d'un facteur 10.
  - Le mode full-duplex est le mode de fonctionnement privilégié.



# Technologies: Ethernet 1000Mbps/s

- Positionnement architectural:
  - Interface GMII
    - Capable de débit 1000 Mbps/s
    - Full duplex
    - Data sur 8 signaux parallèles (in/out)
    - Interface de management simple (même que 100base)



GMII = GIGABIT MEDIA INDEPENDENT INTERFACE  
MDI = MEDIUM DEPENDENT INTERFACE  
PCS = PHYSICAL CODING SUBLAYER

PHY = PHYSICAL LAYER DEVICE  
PMA = PHYSICAL MEDIUM ATTACHMENT  
PMD = PHYSICAL MEDIUM DEPENDENT

# Technologies: Ethernet 1000Mbits/s

---

- Carrier extension
  - Mécanisme utilisé pour les technologies 1000Mbits/s *HALF DUPLEX* permettant de satisfaire des diamètres de réseaux suffisant sans modifier la taille minimale de la trame Ethernet.
    - SlotTime jusqu'à 100Mbits/s → 512 bits.
    - SlotTime 1000Mbits/s → 4096bits.
    - Minimum frame size 512 bits.
  - Bit d'extension (codage distinct des bits de données) pour combler 4096-512 bits.

# Technologies: Ethernet 1000Mbps/s

---

- Frame bursting
  - Mécanisme utilisé pour les technologies 1000Mbps/s *HALF DUPLEX* permettant à une station de transmettre plusieurs trames sans relâcher l'accès au média, et donc rentrer dans une période de contention. (dans la limite de 65536 bits.)
  - Utilisation de bits d'extension (codage distinct des bits de données) dans la partie entre les trames
    - Permet de maintenir la détection de porteuse sur les autres stations
    - Permet à la station destinatrice de détecter bits d'extension et données.

# Technologies: Ethernet 1000Mbits/s

---

- Les technologies 1000 Mbits/s
  - 1000base X (CX,LX,SX)
    - Encodage 8B/10B dans PCS puis NRZ
    - Diamètre du segment max dépendant de la techno (jusqu'à 5000m en LX, 25m en CX)

# Technologies: Ethernet 1000Mbps/s

- Les technologies:

- 1000baseT

- 1000baseT spécifie les couches PCS et PMA
    - Codage similaire au 100baseT2 dans la couche PCS
    - Utilisation de 4 paires pour l'émission et la réception
    - Utilisation de paires torsadées de catégorie 5E ou plus
    - longueur maximal du segment: 100m
    - MDI connecteur RJ45

Contact	MDI	MDI-X
1	BI_DA+	BI_DB+
2	BI_DA-	BI_DB-
3	BI_DB+	BI_DA+
4	BI_DC+	BI_DD+
5	BI_DC-	BI_DD-
6	BI_DB-	BI_DA-
7	BI_DD+	BI_DC+
8	BI_DD-	BI_DC-

# Technologies: Ethernet 1000Mbps/s

---

- Interconnexion multi-segments. (Répéteurs)
  - Les répéteurs sont très peu (voire jamais) utilisés dans les réseaux Gbits/s
  - Utilisation privilégiée de commutateurs. (voir chapitre suivant)