



Haute école d'ingénierie et d'architecture Fribourg
Hochschule für Technik und Architektur Freiburg

Réseaux IP

310. Ethernet 100 Mb/s (IEEE802.3)

Réseaux IP

310. Ethernet 100Mbit/s (IEEE 802.3)

Fast Ethernet, Modèle de référence 100BASE-T, Couche physique, Auto-négociation, Répéteurs, Paramètres MAC

Références:

- Standard IEEE 802.3u

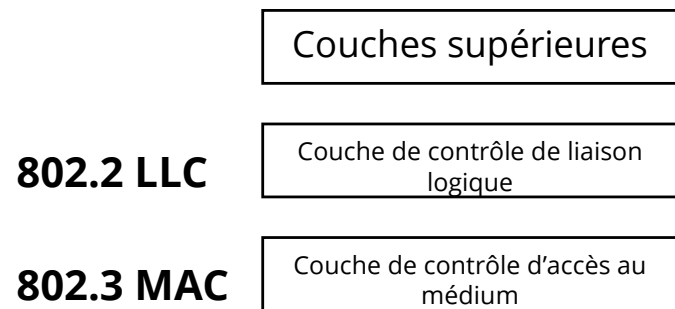
Fast Ethernet (IEEE 802.3u)

Ce standard, proposé à l'origine par *Grand Junction* (entreprise rachetée par Cisco en 1995), est souvent appelé *Fast Ethernet*. Il a été standardisé par l'IEEE en juin 1995 et est maintenant supporté par tous les vendeurs. Son but est d'augmenter le débit d'Ethernet tout en préservant le câblage (si possible) et toutes les applications.

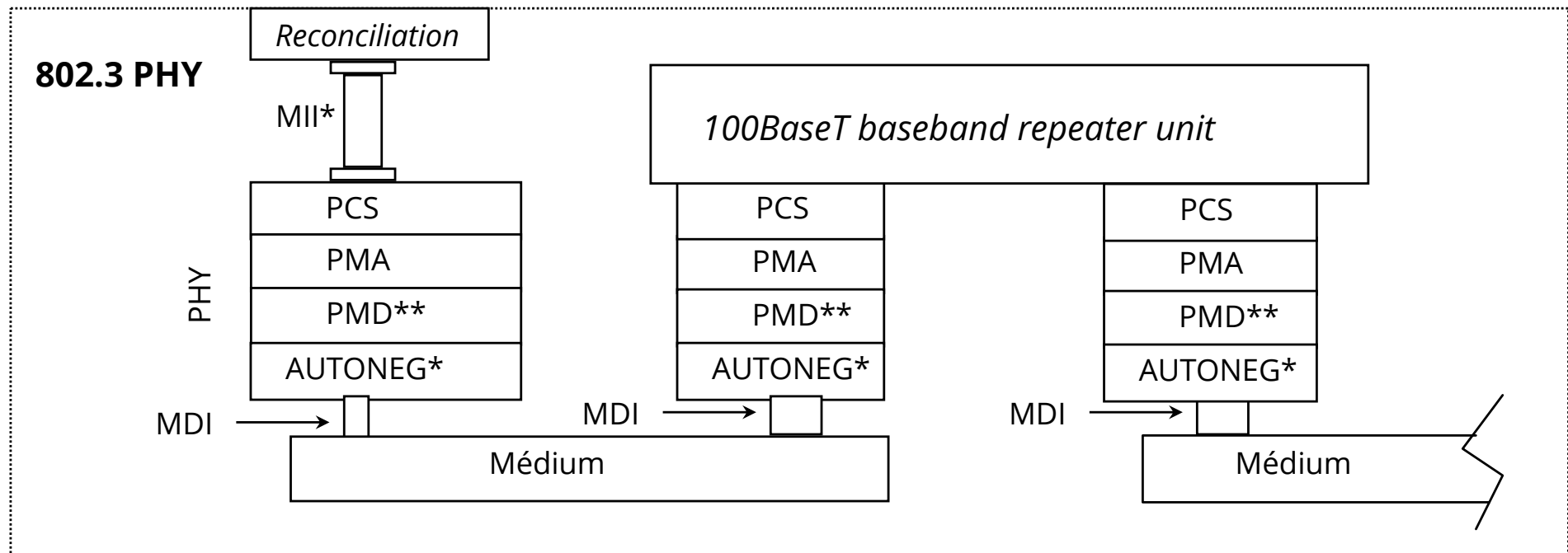
Il est caractérisé par

- Une **topologie logique en bus** (étoile pour le *switching*) et physique en étoile directement dérivée de 10BASE-T
- L'utilisation de paires torsadées entre les stations et le concentrateur (*hub*) avec une distance maximale de **100m**
- Le protocole MAC CSMA/CD 802.3 avec une durée inter-trame minimale de 960ns
- Des trames de type 802.3 (permet un *bridging* efficace)
- Un débit à 100Mbit/s mais avec une possibilité de double compatibilité (auto-négociation) avec 802.3 10BASE-T
- Plusieurs variantes au niveau physique

Modèle de référence



MII *Media independent interface*
 PCS *Physical coding sublayer*
 PMA *Physical medium attachment*
 PMD *Physical medium dependent*
 AUTONEG *Auto-negotiation (10-100)*
 MDI *Medium dependent interface*
 AUTONEG *Auto-negotiation (10Mbit/s-100Mbit/s)*
 * *Optional*
 ** *For 100BASE-X only*



Modèle de référence (Commentaires)

La double **compatibilité** 10BASE-T et 100BASE-T est obtenue avec procédure d'auto-négociation. Elle utilise des salves d'impulsions appelées *Fast Link Pulses*.

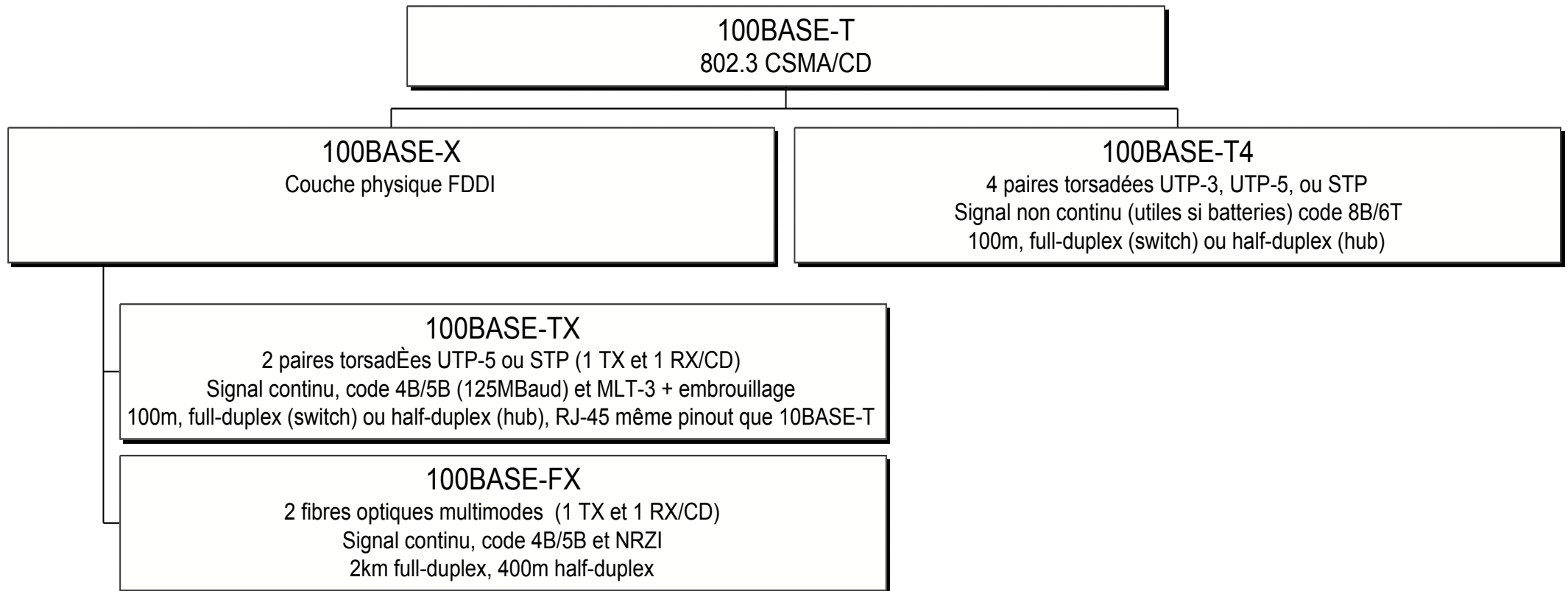
100BASE-X désigne les aspects communs de la couche physique dépendante du médium des variantes 100BASE-FX (fibres optiques) et 100BASE-TX (paires torsadées). Cette sous-couche est identique à celle de FDDI et supporte un débit **continu** de bits avec un codage 4B/5B.

La sous-couche PCS est responsable du codage de ligne (4B/5B ou 8B/6T) et de la génération des signaux de *Collision Detection* et de *Carrier Sense*.

MII est une interface électrique CMOS/TTL indépendante du médium qui supporte 10Mbit/s et 100Mbit/s full-duplex. Elle fournit

- 4 bits de données, 1 horloge, 1 signal de délimitation de trame (*enable, data valid*) et 1 signal d'erreur pour chaque direction
- 1 signal d'indication de collision
- 1 signal d'indication de porteuse
- 2 signaux pour une gestion simplifiée

Couche Physique 802.3 100BASE-T



Codages de voie/ligne :

MLT-3 (*Multi-Level Transmit - 3*): code à trois niveaux et faible débit de moments

4B/5B: code de bloc qui remplace un bloc de 4 bits par 5 bits

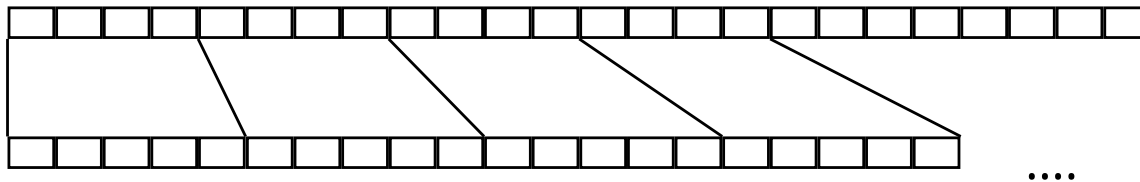
8B/6T: code de bloc qui remplace un bloc de 8 bits par 6 moments ternaires

NRZI (*Non Return to Zero Inverted*): code de ligne ("1" représenté par une transition au début de l'intervalle, "0" par une absence de transition)

Code 4B/5B

Le standard *Fast Ethernet* utilise un **code de bloc** de type 4B/5B qui transmet 5 bits pour 4 bits de données. Ce code détecteur d'erreurs a aussi une influence au niveau de la couche physique et permet de transmettre des symboles de contrôle spéciaux. Il y a au plus 3 zéros consécutifs, même entre deux symboles. Il y a au moins 2 transitions par symbole.

Séquence binaire originale



Séquence transmise (symboles)

Symbole		Signification
I	11111	Idle (Inter frame fill code)
H	00100	Transmit error (forces error)
J	11000	Start of Stream Delimiter
K	10001	Start of Stream Delimiter
T	01101	End of Stream Delimiter
R	00111	End of Stream Delimiter
0	11110	0x0 (0000)
1	01001	0x1 (0001)
2	10100	0x2 (0010)
3	10101	0x3 (0011)
4	01010	0x4 (0100)
5	01011	0x5 (0101)
6	01110	0x6 (0110)

Symbole		Signification
7	01111	0x7 (0111)
8	10010	0x8 (1000)
9	10011	0x9 (1001)
A	10110	0xA (1010)
B	10111	0xB (1011)
C	11010	0xC (1100)
D	11011	0xD (1101)
E	11100	0xE (1110)
F	11101	0xF (1111)
Autres		Invalides

J/K et T/R toujours utilisés en paires

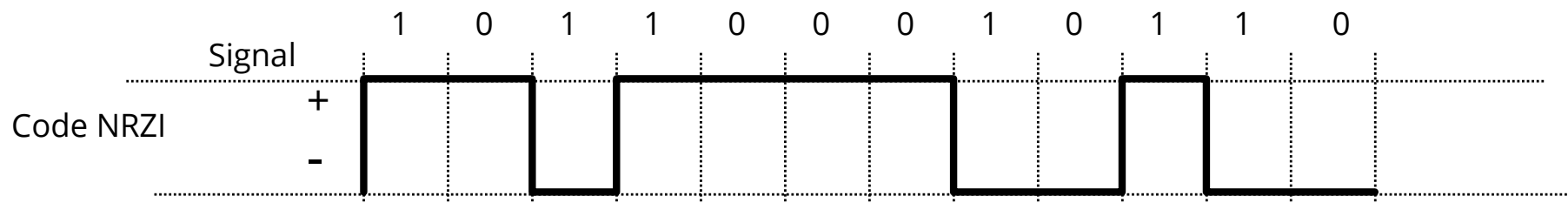
Ref.: Table 24-1, IEEE 802.3

Code NRZI

Le code **NRZI** (*Non-return to zero inverted*) est une variation du code NRZ qui représente un "1" par une transition au début de l'intervalle et un "0" par une absence de transition. Son avantage principal est d'être insensible à une longue suite de "1".

Une longue suite de "0" va par contre créer des difficultés. Il faudra donc éviter les longues séries de "0" au moyen d'un autre code de ligne, par exemple avec un code 4B/5B. Ce code est indépendant de la polarité du signal.

Le code de ligne NRZI est par exemple utilisé dans les variantes fibres optiques d'Ethernet à 100Mbit/s ou encore dans l'USB.

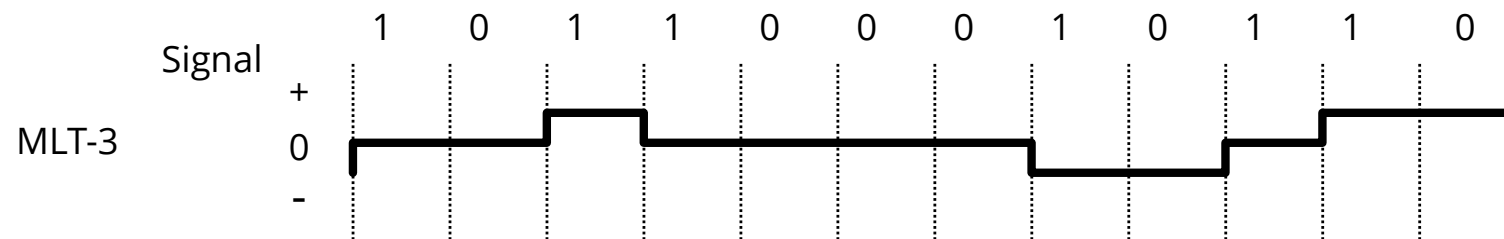


Code de ligne MLT-3

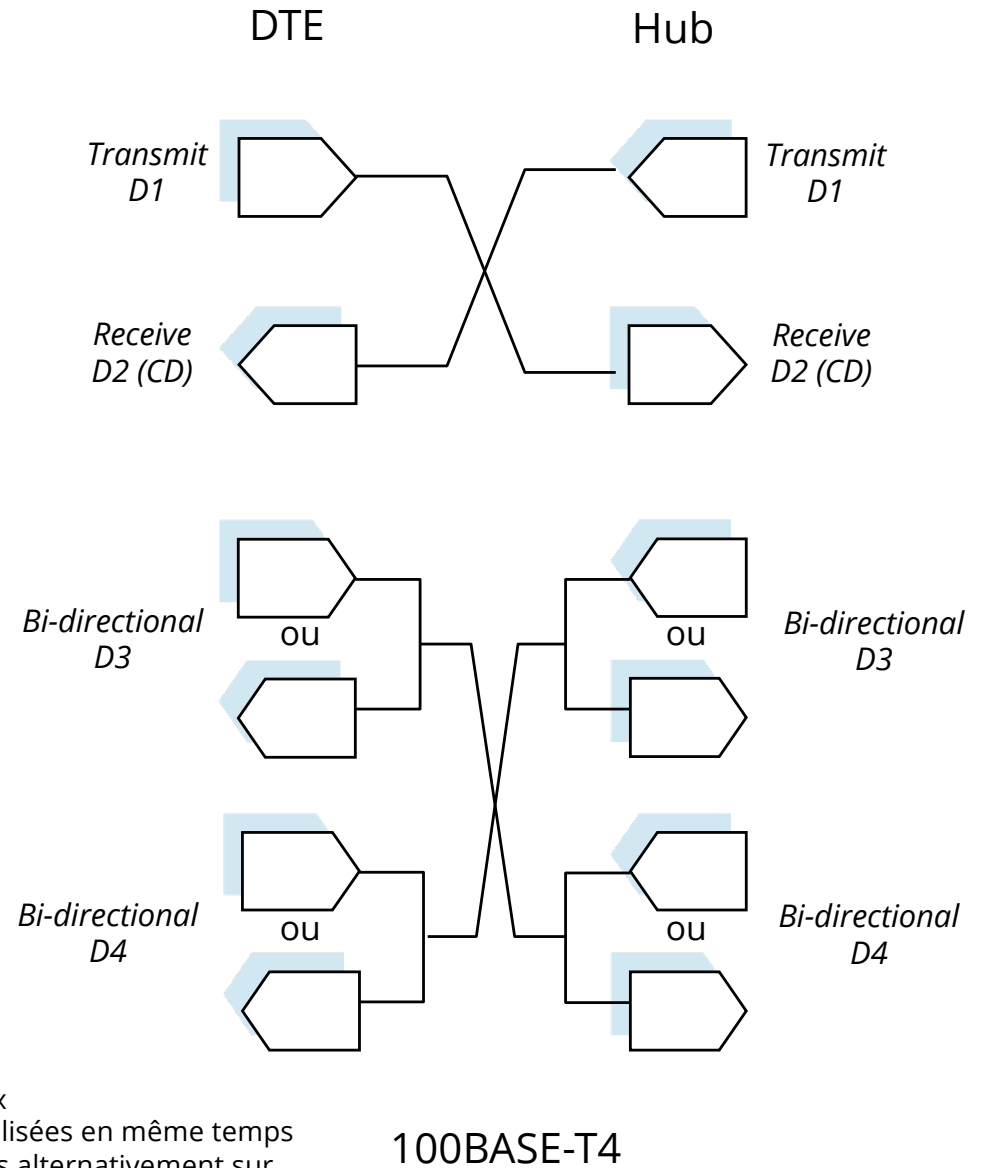
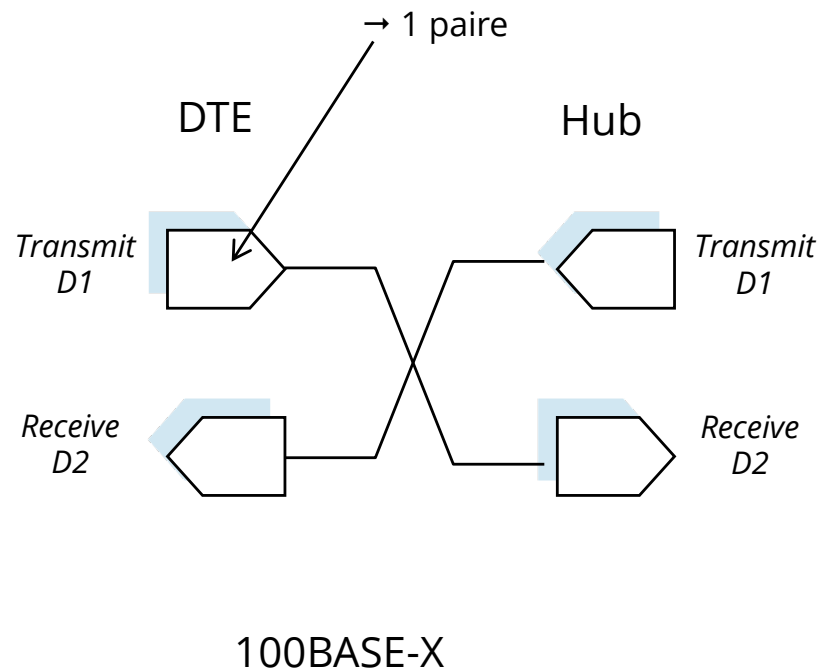
Le code de ligne à trois niveaux **MLT-3** (*Multi-Level Transmit*) est employé pour diminuer la largeur de bande des signaux. Il est utilisé à 100Mbit/s sur paires torsadées UTP 5 par la variante Ethernet à 100Mbit/s 100BASE-TX.

Un "0" est indiqué par l'absence de changement au début de l'intervalle bit. Un "1" est indiqué par un changement de niveau. Lorsque la ligne est dans l'état "0" et qu'il doit y avoir un changement, le changement va vers l'état inverse de l'état non "0" ("- " ou "+ ") occupé en dernier. Lorsque la ligne n'est pas dans l'état "0", un changement ramène la ligne à "0".

Ce code concentre son spectre à basse fréquence. Par contre, il n'élimine pas la composante continue. Il est donc en général combiné avec un brouillage préalable.



Utilisation des paires



Half-duplex
3 paires utilisées en même temps
Octets émis alternativement sur
chaque paire (décalés de 2 bits)

Auto-négociation (1)

L'auto-négociation permet à la couche physique des stations de se mettre d'accord sur le débit et le mode de transmission.

Toutes les 16.8ms (si il n'y pas de trames), les stations émettent un trains de 33 impulsions dont la durée totale est 2ms. Ces trains d'impulsions sont appelés *Fast Link Pulses*. Ces trains constituent les « pages » d'un message de synchronisation de la couche physique.

Les 17 positions impaires contiennent toujours une impulsion (information d'horloge). Les positions paires contiennent de l'information sous forme binaire (une impulsion correspond à un « 1 », son absence correspond à un « 0 »).

Première « page »: les 5 premiers bits (S0-S4) permettent d'échanger un indicatif de standard, par exemple « 10000 » indique IEEE 802.3. Les 7 bits suivants (A0-A6) indiquent le type de réseau:

A0: 10BASE-T

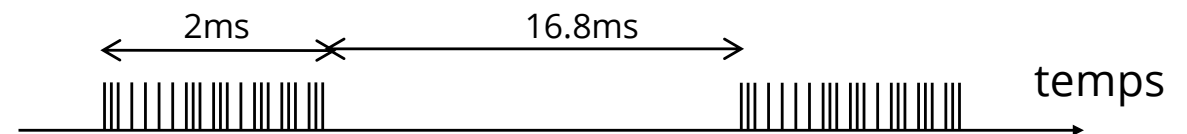
A1: 10BASE-T *full-duplex*

A2: 100BASE-TX

A3: 100BASE-TX *full-duplex*

A4: 100BASE-T4

A5: 802.3x (contrôle de flux supporté)



Les 4 derniers bits contiennent des informations de contrôle, de quittance, et d'indications de fautes. Les « pages suivantes » peuvent contenir des messages et par exemple les informations pour 1000BASE-T (IEEE 802.3 Annex 28D.5)

Auto-négociation (2)

La signification des trains d'impulsion est la suivante (selon la clause 28 du standard IEEE 802.3):

Page Type	Bit 0	Bit 1	Bit 2	Bit 3	Bit 4	Bit 5	Bit 6	Bit 7	Bit 8	Bit 9	Bit 10	Bit 11	Bit 12	Bit 13	Bit 14	Bit 15
Base	Selector Field bits (0 - 4)					10BASE-T Half Duplex	10BASE-T Full Duplex	100BASE-TX Half Duplex	100BASE-TX Full Duplex	100BASE-T4	PAUSE	Asynchronous PAUSE	Not Defined	Remote Fault	Acknowledge	Next Page
Message	Message Code bits (0 - 10)											Toggle	Ack2	Message Page	Acknowledge	Next Page
Unformatted	Data bits (0 - 10)											Toggle	Ack2	Message Page	Acknowledge	Next Page

- La page de base est utilisée pour déterminer les capacités du lien.
- Les pages de type « Message » et « Unformatted » peuvent être utilisées pour négocier des caractéristiques supplémentaires, comme par exemple le mode maître-esclave en 1000Base-T.

100BaseT - Paramètres MAC

La couche MAC est identique à celle des autres variantes 802.3. Le paramètre *inter frame gap* est adapté au débit de 100Mbit/s:

<i>Slot time</i>	512 bit times
<i>Inter frame gap</i>	960ns
<i>Attemp limit</i>	16
<i>Backoff limit</i>	10
<i>Jam size</i>	32 bits
<i>Max. frame size</i>	1518 octets
<i>Min. frame size</i>	512 bits (64 octets)
<i>Address size</i>	48 bits

Exercise

Fast-Ethernet

- 300.1 (homework)