

Les Réseaux

la norme ETHERNET – 802.3

C.VARDON

version 5

03/2013

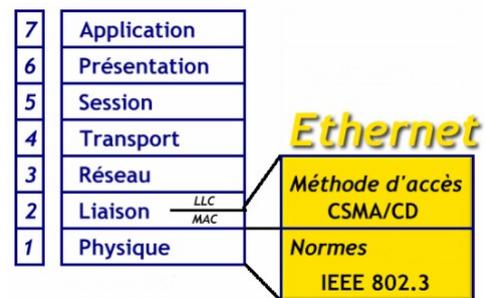
## Table des matières

<b>1. Introduction – généralités.....</b>	<b>3</b>
1.1.Modèle OSI.....	3
1.2.Historique - généralités.....	3
<b>2. Caractéristiques électriques.....</b>	<b>3</b>
Codage Manchester.....	3
<b>3. La trame Ethernet.....</b>	<b>4</b>
3.1. Constitution d'une trame ETHERNET.....	4
3.2. Transmission des bits.....	4
3.3. Définitions des différents champs de la trame.....	5
3.3.1. Préambule.....	5
3.3.2. SFD (Start Frame Delimiter).....	5
3.3.3. Adresse destinataire (48bits).....	5
Voir "adresse source" .....	5
Cas particulier :.....	5
3.3.4. Adresse source : adresse physique de la station émettrice (48 bits).....	5
3.3.5. Type data.....	6
3.3.6. Données + padding.....	6
3.3.7. FCS : Frame Control Sequence.....	6
<b>4. Aspects matériel : règles de base du câblage.....</b>	<b>7</b>
4.1. Ethernet 100 BASE T.....	7
4.1. Ethernet 1000 BASE T.....	7
<b>5. Annexes.....</b>	<b>8</b>
5.1. Adresses MAC.....	8
5.2. Tableau des types de données (champ type data).....	8
5.3. Caractéristiques ETHERNET.....	9

## 1. INTRODUCTION – GÉNÉRALITÉS

### 1.1. MODÈLE OSI

Ethernet se situe aux couches 1 et 2 du modèle OSI (voir en annexe). Cela signifie qu'il fournit 1) un support physique de transmission et 2) des adresses logiques pour permettre d'identifier le destinataire et l'expéditeur du message. Notez que la sous-couche MAC se situe au niveau matériel et la sous-couche LLC au niveau logiciel (~ pilote de la carte).



### 1.2. HISTORIQUE - GÉNÉRALITÉS

Ethernet V1, la norme apparue en 1980, est issue des travaux de DEC, INTEL et XEROX (DIX).

Les stations communiquent quand elles le veulent mais jamais en même temps : elle doivent donc "écouter avant de parler". Lorsqu'une station communique, elle a un accès exclusif au support de communication. L'émission sur le câble est entendue par toutes les stations. La vitesse de communication est de 10 à 1000 Mbits/s.

Cette **méthode d'accès** est appelée CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection).

## 2. CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES

### CODAGE MANCHESTER\*#

Pour éliminer les composantes continues dans le signal, on introduit des transitions au milieu de chaque intervalle  $i$  : un front montant quand la donnée  $a_i$  vaut 0 et front descendant quand elle vaut 1 :

"1" : 1/2 période haut suivie d'1/2 période bas

"0" : 1/2 période bas suivie d'1/2 période haut.

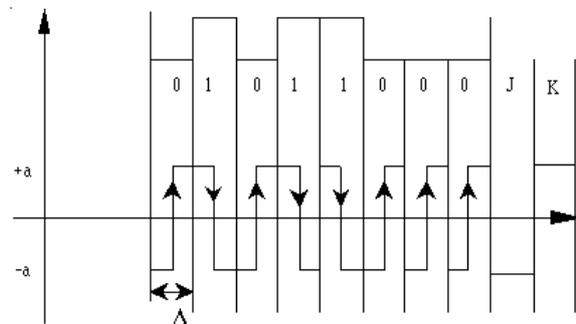
\* Introduction de transitions qui permettent à l'horloge du récepteur de se synchroniser sur l'horloge de l'émetteur.

\* La vitesse de codage (en bauds) est au plus égale à la vitesse de transmission (en bits/s)

\* Pour un débit binaire de 10 Mbits/s la fréquence du signal est de 10 MHz.

\* Les tensions sont de l'ordre de -2V à +2V à l'émission; compte tenu de l'atténuation, elle sont au minimum de -0,7V à +0,7V à la réception.

\* Vous noterez que la valeur du signal est égale à 0 Volts, ce qui permet de limiter les pertes dues à la résistance électrique du câble. (la puissance dissipée par le câble est  $P=U^2/R=0$  Watts)



\* **Note 1** La logique du signal Ethernet est en réalité inversé par rapport au code Manchester d'origine.

# **Note 2** à partir du Giga Ethernet, le codage est différent.

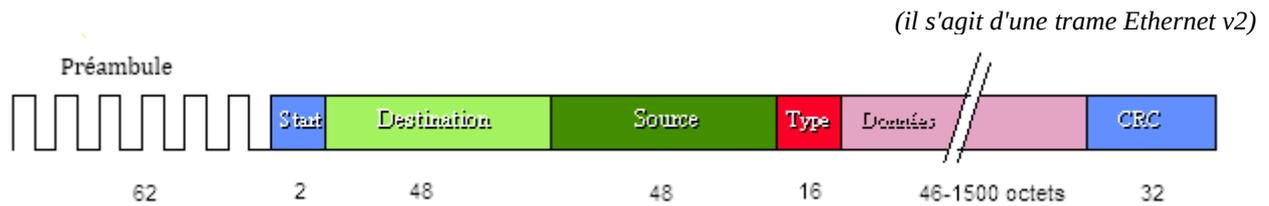
### 3. LA TRAME ETHERNET

#### Définition

Les octets de données que l'on souhaite transmettre sur le réseau sont encadrés par 26 octets supplémentaires d'information.

On appelle « trame Ethernet » la suite ordonnée des octets de donnée et d'information.

#### 3.1.A CONSTITUTION D'UNE TRAME ETHERNET



#### 3.1.B CONSTITUTION ALTERNATIVE D'UNE TRAME FAST ET GIGABIT ETHERNET

(il s'agit d'une trame 802.3)

le champ « type » est remplacé par un champ « longueur » de 2 octets

#### Remarque

**Intertrame** : Entre deux trames successives, l'émetteur doit attendre un temps équivalent à la transmission de 96 bits : c'est l'intertrame (9,6us pour Ethernet, 0,96us pour FastEthernet)

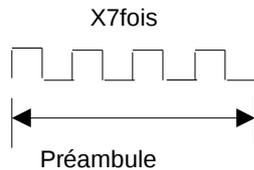
#### 3.2. TRANSMISSION DES BITS

Les poids faibles sont transmis en premier (Little Endian ou petit boutistes) sauf pour le FCS (les poids forts du FCS sont transmis en premier).

### 3.3. DÉFINITIONS DES DIFFÉRENTS CHAMPS DE LA TRAME

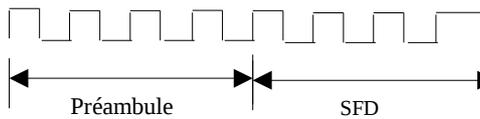
#### 3.3.1. PRÉAMBULE

- 7 octets: ont la forme d'un signal d'horloge pour assurer la **synchronisation**
- 7 fois (10101010)
- Visualisation de la trame :



#### 3.3.2. SFD (START FRAME DELIMITER)

- 1 octet: 10101011
- indique le début de trame (les deux « 1 » consécutifs en fin d'octet).
- Visualisation de la trame :



#### 3.3.3. ADRESSE DESTINATAIRE (48BITS)

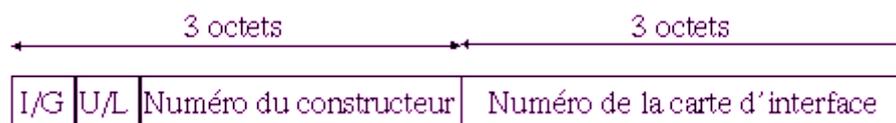
Voir "adresse source"

Cas particulier :

- Tous les bits à 1 : adresse de "broadcast" ---> toutes les adresses du réseau sont concernées

#### 3.3.4. ADRESSE SOURCE : ADRESSE PHYSIQUE DE LA STATION ÉMETTRICE (48 BITS)

- . Adresse MAC de la carte réseau de la machine qui envoie la trame :



- . I/G : Individuel (0)/Groupe(1)
- . U/L : Universel(0)/Locale(1)
- . Une plage d'adresses est attribuée à chaque constructeur par IEEE.
- . Organization Unique Identifier (**OUI**) sur 24 bits.

**note :** (voir l'attribution des adresses en annexe)

Il existe plusieurs notations possible pour les adresses MAC

exemple :

- 00:01:02:03:04:05 ou
- 00-01-02-03-04-05 ou
- 000102030405

désignent la même adresse.

De même, il existe plusieurs dénominations possibles pour les adresse MAC, on les appelle parfois ;

- Adresse MAC
- Adresse physique
- etc...

### **3.3.5. TYPE DATA**

Différents protocoles pouvant être véhiculés sur Ethernet, **ce champ permet d'identifier le protocole de niveau 3** utilisé dans le champ **DATA**

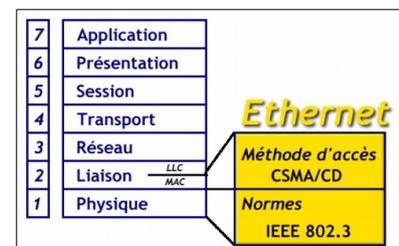
(Voir le tableau des types de données en annexe)

### **3.3.6. DONNÉES + PADDING**

- **taille maximum : 1500 octets**
- **taille minimum : 46 octets**
- **padding (octets sans signification) : sert à atteindre la taille minimum quand on a moins de 46 octets de données à envoyer (« bourrage »).** La différenciation entre les données utiles et le PAD doit se faire par les couches supérieures

### **3.3.7. FCS : FRAME CONTROL SEQUENCE**

- **4 octets de contrôle : CRC (Cyclic Redundancy Check)**
- **Polynôme de degré 32, calculé à partir des champs : adresses (destination et source), type data et données + padding**

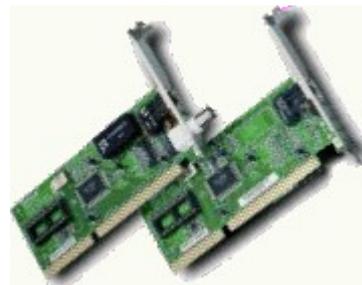
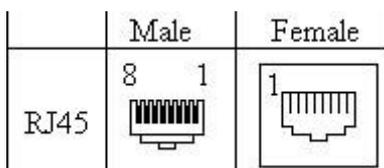
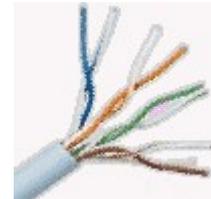


## 4. LES DIFFÉRENTES NORMES ETHERNET

Norme	Débits	Codage	Support	Cx	
Ethernet (10base-T)	10Mbps	Manchester	Cat. 3,4 (4 paires)	RJ45	
Fast Ethernet (100base-T)	10Mbps	4B/5B	Cat. 5, 5e (2 paires)	RJ45	
Giga Ethernet (1000base-T)	1Gbps	4D-PAM5	Cat. 5e (4 paires)	RJ45	
Giga Ethernet (1000base-TX)	1Gbps		Cat. 6 (2 paires)	RJ45	
10Giga Ethernet	10Gbps		Cat. 7 (2 paires)	RJ45	

### 4.1. ETHERNET 100 BASE T

- ✓ un segment < **100m**
- ✓ une seule station par segment
- ✓ câble 4 paires (2 paires utilisées, **une paire émission + une paire réception**)
- ✓ câble catégorie 5 ou 5e (ex: cat.5e définit une bande passante de 100MHz).
- ✓ plusieurs qualités de protection EMI (écrané/blindé/les deux/rien)
- ✓ **Connecteur** ISO 8877 ou RJ45
- ✓ Le câblage des paires sur le connecteur est standardisé (voir : [http://www.cvardon.fr/net\\_connect.html](http://www.cvardon.fr/net_connect.html))



*La carte Ethernet possède une prise RJ45 mâle*

### 4.1. ETHERNET 1000 BASE T(X)

- ✓ un segment < **100m**
- ✓ une seule station par segment
- ✓ câble 4 paires (4 paires utilisées en catégorie 5e et 2 paires utilisées en catégorie 6)
- ✓ câble catégorie 6 (cat.6 définit une bande passante de 250MHz).
- ✓ plusieurs qualités de protection EMI (écrané/blindé/les deux/rien)
- ✓ **Connecteur** ISO 8877 ou RJ45
- ✓ Le câblage des paires sur le connecteur est standardisé (voir : [http://www.cvardon.fr/net\\_connect.html](http://www.cvardon.fr/net_connect.html))

## 5. ANNEXES

### 5.1. ADRESSES MAC

IEEE a attribué des tranches d'adresses aux constructeurs : les 3 premiers octets indiquent ainsi l'origine du matériel.

Toute adresse Ethernet doit être unique dans le monde. C'est l'IEEE qui distribue ces adresses (1000 \$ pour 224 adresses)

On distingue 3 types d'adresses :

- Adresse de station : elle identifie une station et une seule dans le monde

- Adresse multi-destination (Multicast Group Address) : elle est affectée à un nombre quelconque de stations qui reçoivent toutes le même paquet en une seule transmission.

site web :

<http://standards.ieee.org/regauth/oui/index.shtml>

**Remarque** : l'adresse MAC est stockée dans la mémoire morte (ROM) de la carte, elle peut être modifiée; toutefois, il en est fait une copie en RAM au démarrage de l'ordinateur; c'est cette copie qui est utilisée par les logiciels de couche réseau.

Voici quelques exemples d'OUI :

```
00004C NEC Corporation
0000AA Xerox ( Xerox machines
0000E8 Accton Technology Corporation
0000F8 DEC
0001FA Compaq (PageMarq printers)
000204 Novell NE3200
000400 Lexmark (Print Server)
0004AC IBM ( PCMCIA Ethernet adapter.)
000502 Apple (PCI bus Macs)
00059A PowerComputing (Mac clone)
0005A8 PowerComputing ( Mac clones)
00060D Hewlett-Packard (JetDirect token-ring interf.)
000629 IBM RISC6000 system
00067C Cisco
0008C7 Compaq
001007 Cisco Systems (Catalyst 1900)
00104B 3Com 3C905-TX PCI
00105A 3Com Fast Etherlink XL in a Gateway 2000
001083 HP-UX E 9000/889
0010A4 Xircom RealPort 10/100 PC Card
002018 Realtek
002035 IBM mainframes, Etherjet printers
0040D0 DEC/Compaq
006052 Realtek (RTL 8029 == PCI NE2000)
0080C7 Xircom, Inc.
0080C8 D-Link
00A000 Bay Networks Ethernet switch
00A0C9 Intel (PRO100B and PRO100+)
3C0000 3Com dual function (V.34 modem + Ethernet)
444553 Microsoft (Windows95 internal "adapters")
```

### 5.2. TABLEAU DES TYPES DE DONNÉES (CHAMP TYPE DATA)

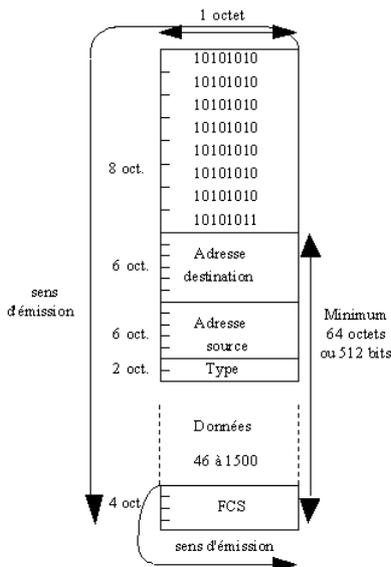
Définis dans la RFC 1700 - Assigned Numbers	
0800	DOD IP - Department of Defense IP
0801	X.75 Internet
0804	Chaosnet
0805	X.25 Level 3
0806	ARP - Address Resolution Protocol
0807	XNS Compatibility
6001	DEC MOP Dump/Load
6002	DEC MOP Remote Console
6003	DEC DECNET Phase IV Route
6004	DEC LAT
6005	DEC Diagnostic Protocol
6006	DEC Customer Protocol
6007	DEC LAVC, SCA
8035	RARP - Reverse Address Resolution Protocol
803D	DEC Ethernet Encrvption
803F	DEC LAN Traffic Monitor
809B	AppleTalk AARP (Kinetics)
8137-8138	Novell, Inc. Ethernet_II IPX
814C	SNMP - SNMP Over Ethernet
86DD	DOD IP - IPV6

### 5.3. CARACTÉRISTIQUES DE COUCHE PHYSIQUE D'ETHERNET

#### Codage et signalisation :

L'expression "méthode de signalisation" désigne la façon de représenter les bits (0 ou 1); elle permet donc de transformer le flux de bits en un signal électrique, optique ou radio-électrique.

Ethernet (10base-T) utilise Manchester, dans lequel les bits sont représentés par des transitions de -U à +U, c'est-à-dire une **variation d'amplitude** du signal électrique.



Le codage définit aussi des groupes de bits qui créent **des signaux spécifiques** destinés à la **synchronisation des horloges** de l'émetteur et du récepteur : le préambule, le SFD.

**Préambule** : nécessaire à la synchronisation des nœuds récepteurs; 7 octets contenant chacun 10101010 ce qui fournit pendant 5,6 us un signal rectangulaire de 5 MHz permettant d'acquérir la synchronisation bit.

**SFD** : Un octet contenant 10101011 (SFD Starting Frame Delimiter) permettant d'obtenir la synchronisation bit et la synchronisation caractère. Cette synchronisation est nécessaire car aucun trafic n'existe lorsque les stations n'ont rien à transmettre et il n'y a aucune raison pour que les horloges des différentes stations restent synchronisées. Il faut ajouter 9,6us minimum de silence entre deux paquets pour permettre la stabilisation électrique des circuits de réception et l'émission éventuelle des autres stations.

On peut aussi regrouper des séries de bits et leur faire subir un **codage** afin que le signal généré soit plus "facile" à transmettre, c'est à dire moins sensible aux perturbations, consommant moins d'énergie électrique, etc... ou bien faire en sorte que les erreurs de transmissions soient plus faciles à détecter. Par exemple, une des ces méthode de codage est le 4B/5B

#### Signaux électriques importants sur la carte Ethernet :

- **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)

Comme vous le remarquez, c'est la couche MAC qui gère les collisions en fonctions des signaux/informations fournis par la couche physique.