

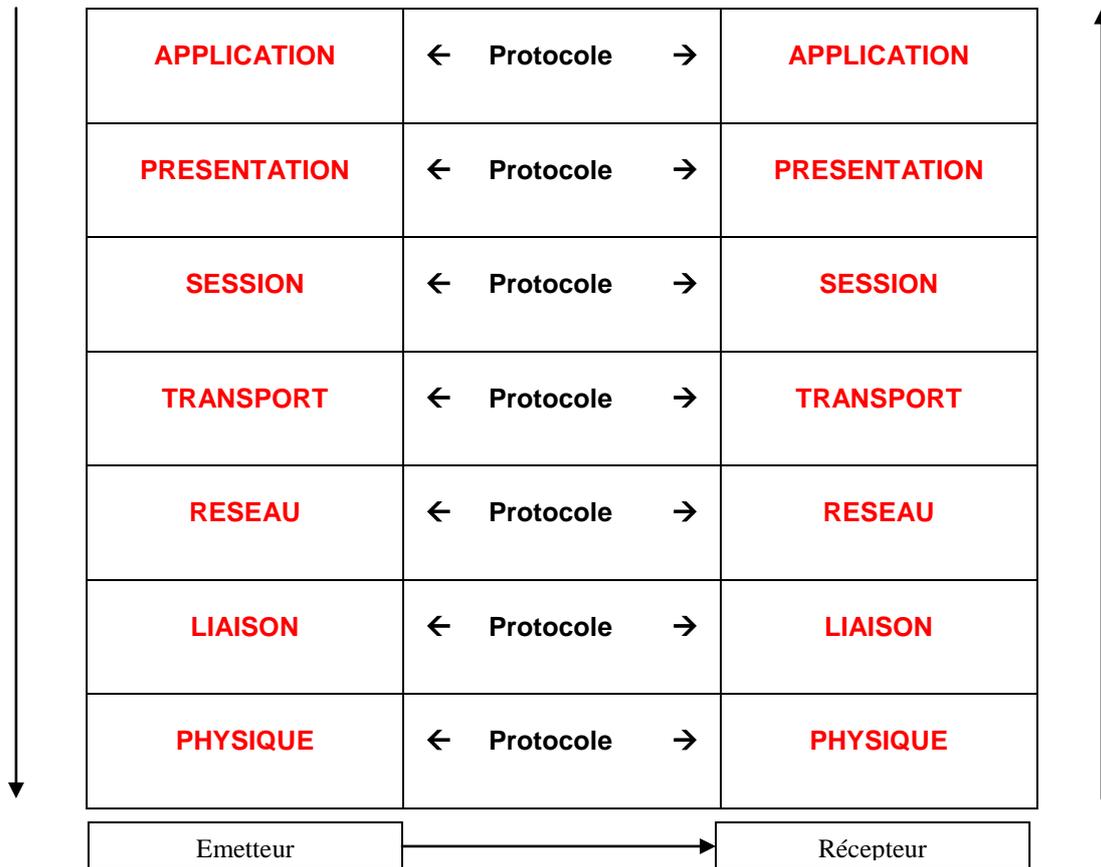
La communication met en œuvre une chaîne d'éléments permettant d'envoyer des informations vers des partenaires. Pour qu'elle fonctionne bien il faut respecter des règles simples comme ne pas parler en même temps ou encore parler la même langue, voir du même sujet (protocoles). On peut utiliser différents modes de communication comme la communication écrite ou parlée (couches).

### 1. NORMALISATION :

Le modèle OSI (*Open System Interconnection*) de l'ISO (*International Standardisation Organisation*) permet de normaliser les réseaux de communication et de dissocier l'information transportée du support physique. Le but recherché est de faire communiquer tous les partenaires d'un automatisme ensemble. On distinguera toutefois les systèmes ouverts (interopérables) des systèmes dédiés (qui ne se font que chez un fabricant). Le modèle OSI permet de définir différentes couches assurant des fonctions précises ainsi que des protocoles de communication codifiés.

<b>APPLICATION</b>	7	Rend tous les services des couches inférieures compréhensibles pour l'utilisateur	Permet à l'utilisateur de considérer toutes les autres couches inférieures comme transparentes
<b>PRESENTATION</b>	6	Structure les données dans le format standardisé	Définit le format et l'encodage des informations transmises
<b>SESSION</b>	5	Synchronise et gère la communication entre deux équipements	Synchronise le dialogue entre deux équipements distants
<b>TRANSPORT</b>	4	Achemine les messages de bout en bout. segmentation et réassemblage	Contrôle de bout en bout et découpe en paquets élémentaires
<b>RESEAU</b>	3	Routage des informations à travers différents nœuds	Permet de router les messages d'un médium vers un autre
<b>LIAISON</b>	2	Gère et contrôle l'accès au support	Gère les règles de partage d'accès au médium et assure la détection d'erreurs
<b>PHYSIQUE</b>	1	Encode et transfert physiquement les bits entre deux équipements adjacents	Gère la nature du médium et les caractéristiques des signaux transmis

## Fonctionnement du modèle



## 2. Transport des données

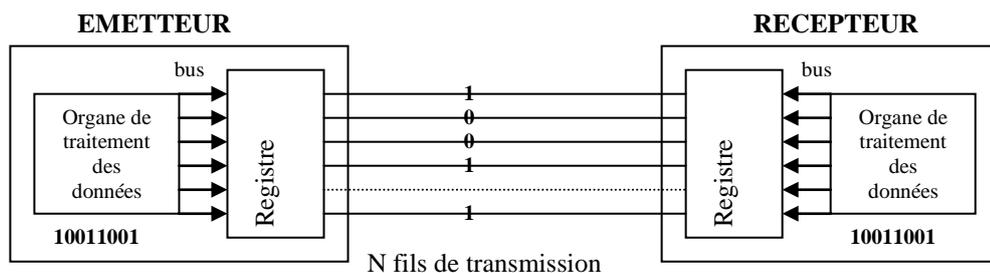
Le transport des données consiste à coder l'information de façon à pouvoir être véhiculées sur un support adapté. Dans le cas des transmissions numériques, le codage se fait par des 0 et des 1 logiques correspondant à des niveaux de tension ou de courant.

La transmission des bits de données peut être véhiculée de deux façons différentes :

- Parallèle,
- série.

### Transmission parallèle :

La transmission parallèle consiste à émettre simultanément n bits d'informations ou mots sur n fils de transmission (bus) accompagnés de fils de contrôle commande.

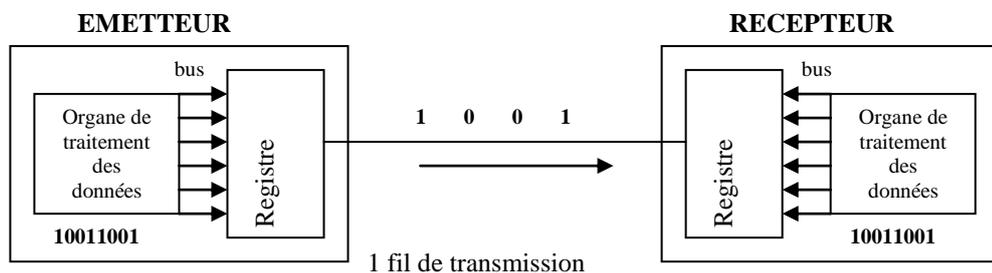


Avantage : Rapidité de transfert d'information  
 Inconvénient majeur : Mauvaise immunité aux parasites

Exemple : Fond de rack d'automate, disque dur PATA (disque externe)...

Transmission série :

La transmission série (synchrone ou asynchrone) ne dispose que d'un fil de transmission accompagné de fils de contrôle commande, ce qui implique l'envoi successif des bits au rythme d'un signal appelé horloge. Le récepteur recompose les mots binaires en utilisant un registre de réception synchronisé avec la fréquence d'horloge.

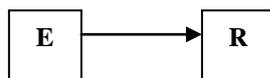


Avantage : Immunité aux parasites EM  
 Inconvénient majeur : Vitesse liée à la fréquence d'horloge

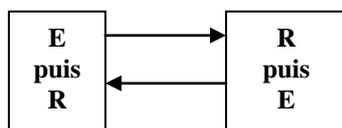
Exemple : Prise terminale automate, souris de l'ordinateur et maintenant disque dur SATA (interne)

On distingue 3 modes de transfert :

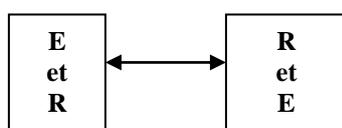
**Simplex** (mode unidirectionnel) la transmission ne se fait que dans un sens.



**Half Duplex** (semi-Duplex ou semi-bidirectionnel) la transmission se fait dans les deux sens mais pas simultanément.



**Full Duplex** (Duplex ou bidirectionnel) la transmission peut se faire dans les deux sens simultanément.



Le mode de transmission est défini suivant le nombre d'interlocuteurs.

- <2 interlocuteurs = liaison point à point ; ex : souris vers PC
- >2 interlocuteurs = liaison multipoint ; ex : Automate vers HMI et Variateur

La liaison multipoint nécessite un central pour émettre des messages vers tous les récepteurs. Il utilise parfois des concentrateurs réseaux (voir topologie).

Exemple : le réseau Ethernet à détection de collision fonctionne sur le principe de la collision destructive et utilise des hubs (concentrateurs) et des Switchs (connecteurs).

### 3. Formats d'échange

Un mot binaire (base de la communication informatique) est codée suivant une norme qui définit le nombre, la forme et le type de caractère.

Généralement utilisé en informatique industrielle, le code ASCII (American Standard Code for Information Interchange) permet d'affecter un code binaire à chaque caractère d'un clavier alphanumérique. De plus, ce code étant très répandu, il permet de transmettre des caractères avec la majorité des unités de traitement.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	NUL	SOH	STH	ETH	EOT	ENQ	ACK	BEL	BS	HT	LF	VT	FF	CR	SO	SI
1	DLE	DC1	CD2	DC3	DC4	NAK	SYN	ETB	CAN	EM	SUB	ESC	FS	GS	RS	US
2		!	"	#	\$	%	&	'	(	)	*	+	,	-	.	/
3	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	:	;	<	=	>	?
4	@	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
5	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	[	\	]	^	_
6	`	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
7	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	{		}	~	DEL
8	€	□	,	f	„	…	†	‡	^	%	Š	<	œ	□	ž	□
9	□	'	'	"	"	•	-	—	™	š	>	œ	□	ž	Ÿ	
A		ı	¢	£	¤	¥	¦	§	¨	©	ª	«	¬	-	@	¯
B	°	±	²	³	´	µ	¶	·	¸	¹	º	»	¼	½	¾	¿
C	À	Á	Â	Ã	Ä	Å	Æ	Ç	È	É	Ê	Ë	Ì	Í	Î	Ï
D	Ð	Ñ	Ò	Ó	Ô	Õ	Ö	×	Ø	Ù	Ú	Û	Ü	Ý	Þ	ß
E	à	á	â	ã	ä	å	æ	ç	è	é	ê	ë	ì	í	î	ï
F	ð	ñ	ò	ó	ô	õ	ö	÷	ø	ù	ú	û	ü	ý	þ	ÿ

Table ASCII étendue (8 bits)

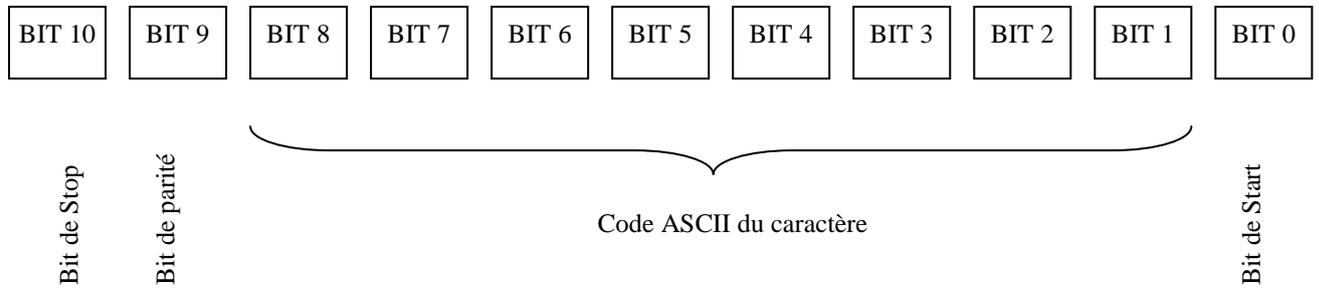
Pour bien lire le tableau, il faut construire le code hexadécimal en prenant d'abord le digit de la ligne, puis le digit de la colonne. Par exemple, la lettre « @ » a pour code hexadécimal 40

Le mot ASCII obtenu n'est jamais envoyé seul mais fait partie d'un ensemble plus vaste comportant des bits de contrôle ; généralement appelé « encapsulation ».

Bit de Start : il indique le début d'émission du caractère (0 ou 1 Logique)

Bit de Stop : il indique la fin d'émission du caractère (0 ou 1 Logique)

Bit de parité : il contrôle de façon simple, la validité du caractère reçu en indiquant si le nombre de 1 Logiques sur l'ensemble du message est pair (even) ou impair (odd). Cette méthode permet de détecter une erreur d'un bit sur 8. Cette erreur est généralement due à une perturbation EM.



Exemple : Caractère @ émit avec une parité pair

Code ASCII du caractère @ : 01000000 (8 bits)

Bit de Start : 0

Bit de Stop : 1

Bit de parité avec une parité pair : 1

Le message complet sera : 1 1 01000000

En parité impaire on aura : 1 0 01000000

Bit de parité avec une parité impaire : 0

La vitesse de transmission définie la vitesse d'émission d'une information élémentaire ; elle s'exprime en bits par seconde.

Les vitesses communément utilisées sont :

- 1 200 b/s Fax ou Minitel
- 19 200 b/s cas de l'automate programmable sur sa prise console, appareil de mesure (ex : Fluke83B vers FlukeView...)
- 57 kb/s liaison RNIS
- 1 Mb/s liaison ADSL 1
- 18 Mb/s liaison ADSL 2+

Attention à ne pas confondre les bits avec les bytes. En effet un byte représente un octet c'est-à-dire un mot de 8 bits. Une vitesse exprimée en Bytes/sec est 8 fois plus grande qu'une vitesse exprimée en bits/sec.

Exemple : abonnement ADSL 1 Méga bits/s = 128ko/sec

#### **4. Topologie des différents réseaux**

On classe généralement les réseaux en fonction de leur taille et de leur structure.

##### Classification par taille

**SAN** : Short Area Network

C'est le bus de terrain des automates programmables car le débit y est très élevé (1ms de temps de réponse) et la fiabilité y est maximale mais peu d'informations transitent par ce type de réseau (info binaire 0/1) (capteurs, arrêt d'urgence, ...)

**PAN** : Personal Area Network

C'est le réseau des automates programmables et des périphériques d'ordinateur, l'information y est peu dense mais circule assez rapidement (10 ms)

**LAN** : Local Area Network

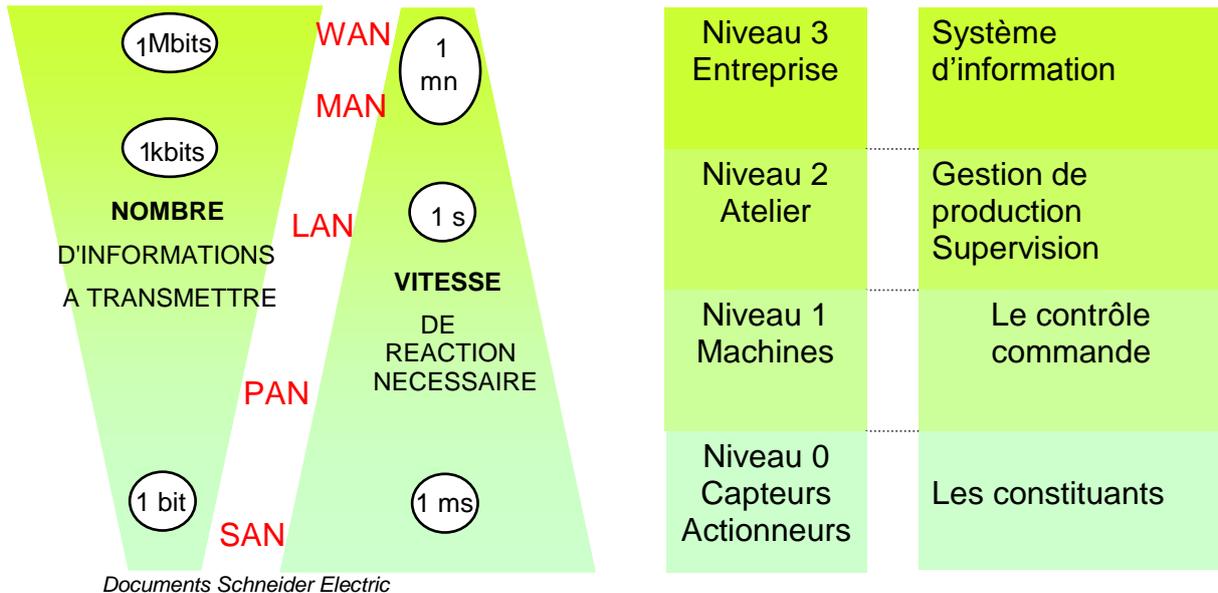
C'est le réseau local d'entreprise, généralement de type Ethernet donc à conflit d'accès. Les informations sont riches et sont disponibles dans la minute.

**MAN** : Metropolitan Area Network

Typiquement l'architecture des grandes entreprises

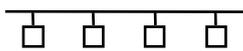
**WAN** : World Area Network

Regroupe les MAN, Internet est un WAN.



### Classification par structure

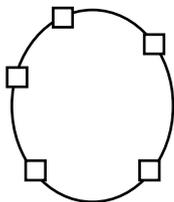
#### TOPOLOGIE **BUS**



(le réseau se compose d'une ligne principale à laquelle toutes les unités sont connectées).

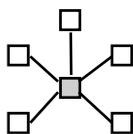
Le BUS est très utilisé dans l'industrie pour les SAN

#### TOPOLOGIE EN **ANNEAU**



Toutes les unités sont montées en série dans une boucle fermée. Les communications doivent traverser toutes les unités pour arriver au récepteur

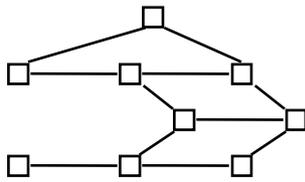
#### TOPOLOGIE EN **ETOILE**



Plusieurs unités communiquent par leur propre ligne avec une unité dite Centrale

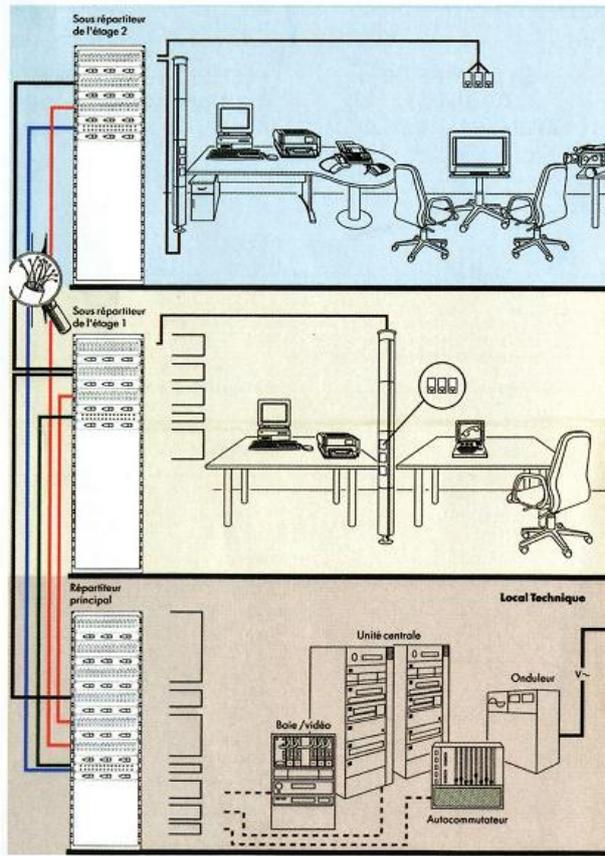
Topologie utilisable en PAN et LAN

## TOPOLOGIE MAILLEE

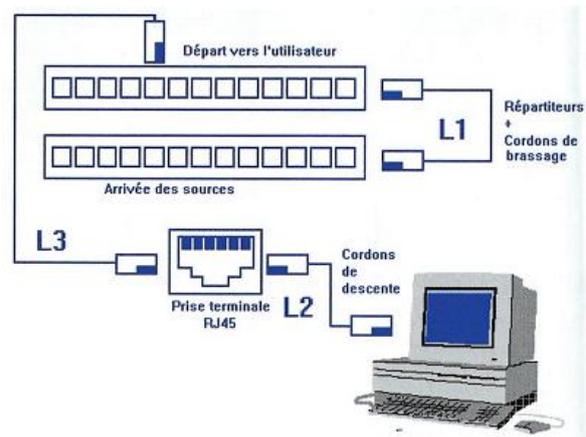


Les équipements sont reliés entre eux pour former une toile d'araignée. Pour atteindre un nœud plusieurs chemins sont possibles. C'est le cas de l'Internet (WAN)

## Architecture du bâtiment



Règles de câblage  
 $L1 + L2 < 10 \text{ m}$   
 $L3 < 90 \text{ m}$



## 5. Les supports physiques

Le type de support physique (médium) varie en fonction de la vitesse de transmission, de la distance et de l'immunité aux parasites EM.

Type de support	Usage	Coût	Avantages	Distance	Immunité EM
Paire cuivre	Téléphonie SAN, PAN et LAN	faible	Mise en œuvre aisée	10km~ Tel >100m LAN	Non si paire non blindé
Coaxial	TV câble ou terrestre SAN et LAN	faible	Mise en œuvre très facile	>100m	Oui intrinsèque à la nature du câble
Fibre optique	Téléphonie LAN, MAN et WAN	élevé	Totalement immunisé EM	Pas de limite	Totale

## Exemple de supports physiques

### Paire cuivre :

- **RS232** : Liaison point à point par connecteur SUB-D 25 broches.  
Distance < 15 mètres, débit < 20 kbits/sec.
- **RS485** : Bus multipoint **half duplex** sur 2 fils.  
Distance maxi 1000 mètres à 100 kbits/sec
- **Ethernet 100 base T** : UTP(cuivre non blindée) et FTP(blindé) cat 6  
utilise 2 paires cuivre (voir EIA/TIA 568 et ISO 11801)  
fréquence 100Mhz distance maxi 90m

### Coaxial :

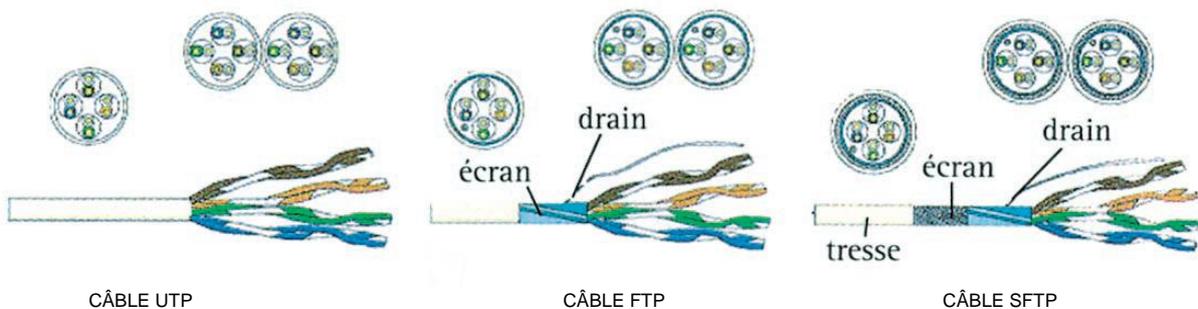
- **Ethernet 10 base 2** : coaxial RG58U 50 Ohms connexion BNC  
Débit 10Mb/s distance maxi 90m

### Fibre optique :

Multimode ST/SC 62,5/125  $\mu$

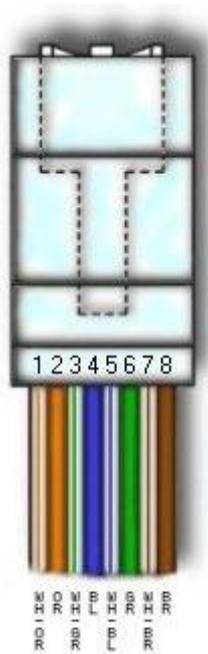
### Cas particulier de l'Ethernet

En câblage paire cuivre 3 types de câbles cohabitent...

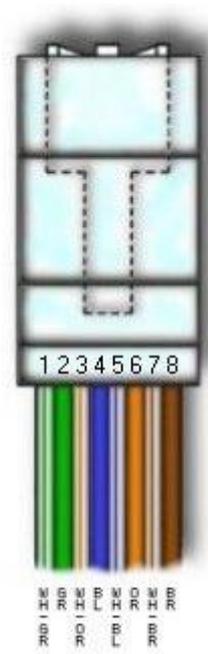


... et 2 normes ! (page suivante)

Standard RJ-45 (T568B)								
Configuration des deux connecteurs pour un câble de réseau 100 mbps								
Pin	1	2	3	4	5	6	7	8
Couleur	blanc		blanc		blanc		blanc	
	orange	orange	vert	bleu	bleu	vert	brun	brun
Configuration du deuxième connecteur si "cross link" (T568A)								
Pin	1	2	3	4	5	6	7	8
Couleur	blanc		blanc		blanc		blanc	
	vert	vert	orange	bleu	bleu	orange	brun	brun



T568B « droit »



T568A câble « croisé »

La norme EIA/TIA 568 (A ou B) est dans l'ISO 11 801.

### Les matériels actifs et d'interconnexion.

Les produits d'interconnexion interagissent sur la transmission d'informations à différents niveaux du modèle OSI. Ainsi on trouve des passerelles logicielles au niveau application (c'est la passerelle internet du modem-routeur par exemple). Les éléments actifs sont des éléments physiques présents sur le réseau qui peuvent avoir plusieurs fonctions.

<b>APPLICATION</b>	Passerelle logicielle	Permet un accès vers un autre réseau par ex LAN vers WAN en mode transparent
<b>PRESENTATION</b>		
<b>SESSION</b>		
<b>TRANSPORT</b>		
<b>RESEAU</b>	Routeur	Etabli la connexion entre deux réseaux de même nature LAN/LAN ou LAN/WAN par ex. PC vers internet
<b>LIAISON</b>	Pont ou bridge	Permet de lier un équipement du PAN sur le LAN en changeant de nature de réseau par ex. Automate vers PC usine
<b>PHYSIQUE</b>	HUB, Switch et répéteur	Amplifie le signal et aiguille celui-ci vers le bon destinataire (Switch uniquement)

Ces équipements sont souvent interopérables (faculté de communiquer de manière intelligible avec d'autres équipements) et interchangeables (faculté de pouvoir remplacer un équipement par un autre sans constructeur spécifique). On les trouvera aussi bien en informatique qu'en automatisme industriel.

## 6. Les accès au Médium

Dans la couche liaison, il existe 3 modes d'accès au médium :

- maître-esclave,
- jeton,
- accès aléatoire.

### Le mode d'accès maître-esclave

Dans un réseau, la machine qui distribue la parole aux autres machines est appelée le maître; c'est le chef d'orchestre du réseau.

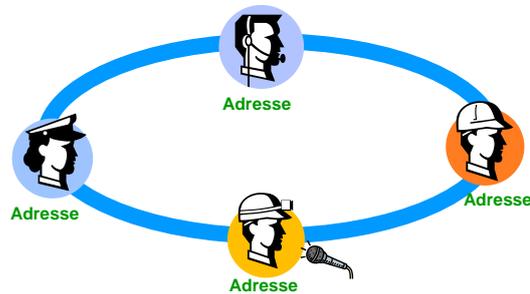


Avantage de la solution : le réseau à un temps de scrutation fixe qui dépend de la charge du réseau (nombre de machines et trafic)

Inconvénient de la solution : inexploitable sur un réseau MAN ou WAN .

## L'anneau à jeton

C'est un réseau à fonctionnement séquentiel qui permet d'orchestrer le temps de parole de chaque entité. Chaque machine parle lorsqu'elle a le jeton puis le passe à la machine d'après.



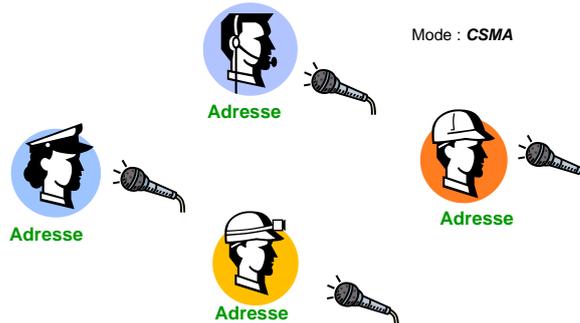
Avantage : temps de lecture constant pour un nombre de machines données.  
Inconvénient : le réseau doit être faiblement étendu car on dispose d'un jeton même si on n'a rien à dire.

## L'accès aléatoire *Carrier Sense Multiple Access*

Le réseau est écouté en permanence par toutes les machines du brin de réseau. Chaque machine parle lorsqu'elle a une information à communiquer vers une autre. C'est le mode de fonctionnement des grands réseaux informatiques. Le réseau Ethernet fonctionne suivant ce mode d'accès.

Discussion informelle  
entre individus  
indisciplinés :

Dès qu'un silence est  
détecté, celui qui désire  
parler prend la parole.



Avantage : la charge du réseau dépend du nombre d'informations à transmettre et non pas du nombre de machines.  
Inconvénient : le message peut être perdu. (CSMA/CD)

### 1. Collision destructive = Internet

#### **CSMA/CD = Carrier Sense Multiple Access Collision Detect**

- 1 - Détection de la collision
- 2 - Arrêt de transmission de la trame
- 3 - Emission d'une trame de brouillage
- 4 - Attente d'un temps aléatoire
- 5 - Ré-émission de la trame

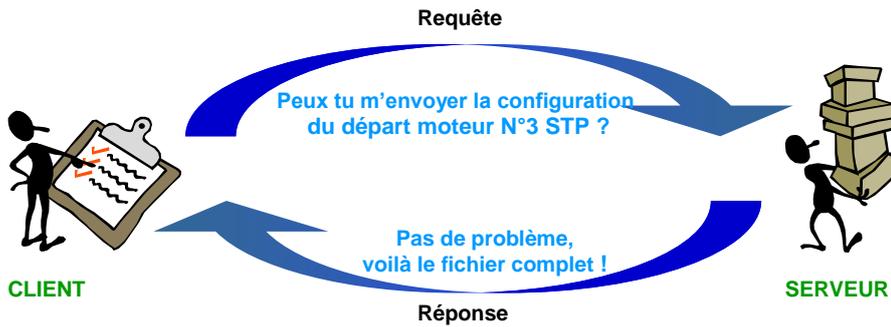
### 2. Collision non destructive = Bus CAN

#### **CSMA/CA = Carrier Sense Multiple Access Collision Avoidance**

- 1 - Détection de la collision non destructive (bits récessifs et dominants)
- 2 - L'équipement avec la priorité la plus basse cesse d'émettre
- 3 - Fin de transmission de l'équipement le plus prioritaire
- 4 - L'équipement avec la priorité la plus basse peut émettre sa trame

Au niveau de la couche application, on trouve les concepts suivants :

- Client – Serveur ; le serveur est une entité demandant un service sur le réseau tandis que le serveur est l'entité qui répond à une demande d'un client



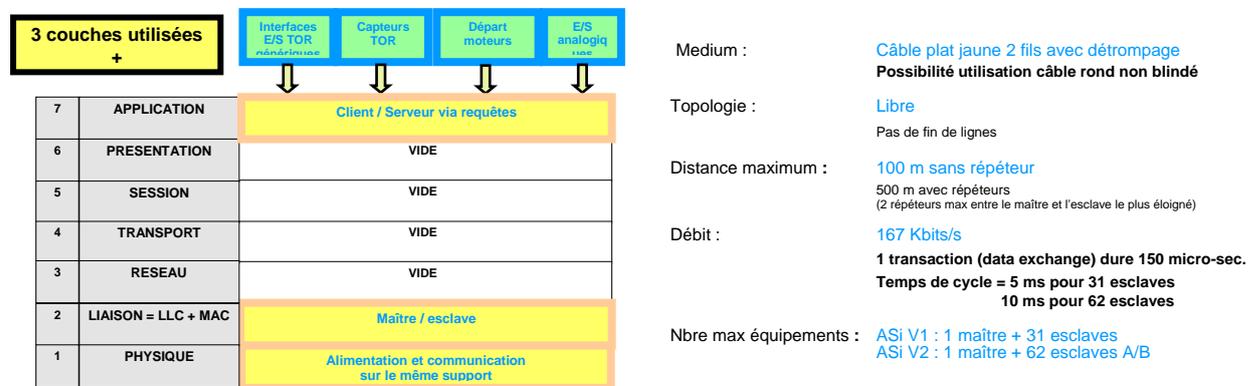
- Producteur – Consommateur ; Le producteur est une entité (unique) qui fournit une information, tandis que le consommateur est une entité qui l'utilise (plusieurs entités peuvent utiliser la même information).



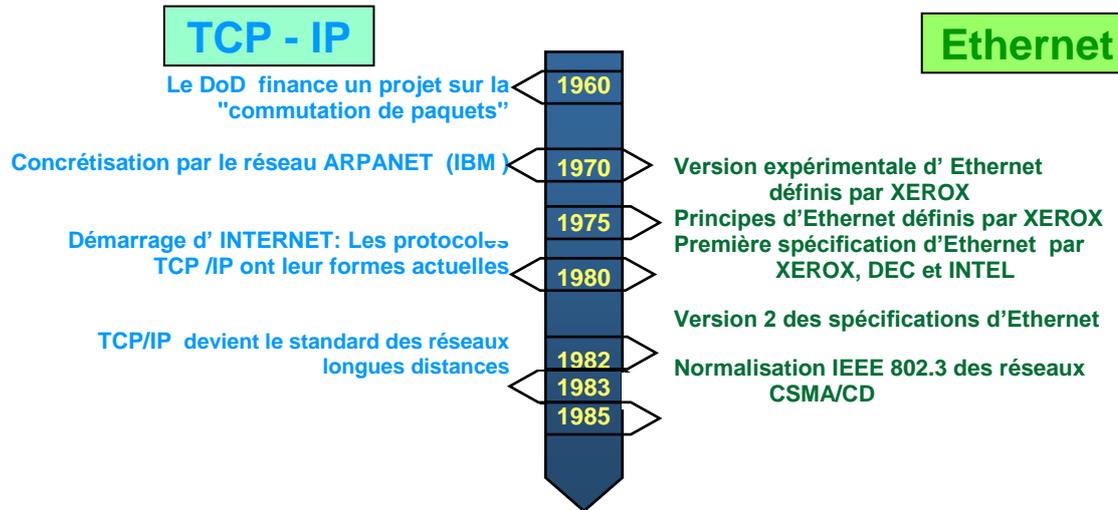
- Variables.  
Variables cycliques :  
Ce sont des informations rafraîchies périodiquement à une cadence prédéfinie.  
Variable acycliques :  
Ce sont des informations rafraîchies suite à une requête ou à un événement.

## 7. Exemples de réseaux.

LAN : bus ASi ; Méthode d'accès au médium : Maître / Esclave



## LAN : Ethernet



Ethernet ne couvre que les 2 premières couches du modèle OSI

7	APPLICATION	Modbus	HTTP	FTP	BootP DHCP	---
6	PRESENTATION	VIDE				
5	SESSION	VIDE				
4	TRANSPORT	TCP				
3	NETWORK	IP				
2	LINK = LLC + MAC	CSMA/CD				
1	PHYSICAL	Ethernet V2 ou 802.3				

Topologie : [Libre](#)  
Bus, étoile, arbre, ou anneau

Distance maximum : [Fonction du médium et du débit](#)  
Minimum : 200 m en 10 base TX  
Maximum : 40 000 m en 10 base F

Débit : [10 Mbits/s - 100 Mbits/s - 1 Gbits/s](#)  
1 Gbits/s utilisé en bureautique

Nbre max équipements : [Fonction du médium](#)  
Minimum : 30 par segment sur 10 base 2  
Maximum : 1024 sur 10 base T ou 10 base F

Ethernet est disponible sur trois types de médium

	Nom	Description	Débit	Long. maxi	Nbre max stations/segment
<b>Câble coaxial</b>	10 base 5	Thick Ethernet	10 Mb/s	500 m	100
	10 base 2	Thin Ethernet	10 Mb/s	185 m	30
<b>Paire torsadée blindée</b>	10 base T	Twisted pair	10 Mb/s	100 m	1024
	100 base TX	Twisted pair cat. 5	100 Mb/s	100 m	???
<b>Fibre optique</b>	10 base F	2 fibres	10 Mb/s	2000 m	1024
	100 base FX	2 fibres	100 Mb/s	2000 m	???

HTTP : HyperText Transfer Protocol = Web ; Transfert de fichiers au format HTML

FTP : File Transfer Protocole ; Transfert de fichiers suivant modèle client serveur

SNMP : Simple Network Management Protocol ; Gestion de réseau : configuration, surveillance, administration

DNS : Domain Name Service ; Traduit le nom symbolique d'un nœud de réseau en une adresse IP