

D. Mabriez

Professeur
de Lycée Professionnel
SEN

P. Boniface

Professeur
de Lycée Professionnel
STI, SEN

V. Breton

Enseignant
en Bac Professionnel SEN

MÉMOTECH

Télécommunications
et Réseaux

Sommaire

A Les transmissions	8
1 Le modèle OSI	8
1•1 Présentation	8
1•2 Caractéristiques	8
1•3 Protocoles et primitives	8
2 Le modèle DOD	9
2•1 Comparaison modèle OSI et modèle DOD	9
2•2 Couche accès réseau (catégories IEEE)	9
2•3 Couche Internet	10
2•4 Couche transport	10
2•5 Couche application	10
3 Topologie	11
3•1 Topologie en étoile	11
3•2 Topologie en anneau	11
3•3 Topologie en bus	11
4 LAN, MAN, WAN	12
4•1 LAN	12
4•2 MAN	13
4•3 WAN	13
5 TCP	14
5•1 Etablissement de la communication	14
5•2 Transfert des données	15
5•3 Terminaison de la connexion	15
5•4 Notion de ports	15
6 UDP (User Datagramme Protocol)	16
6•1 Généralités	16
6•2 Structure d'UDP (port source, port destination, longueur, total de contrôle)	16
7 IP V4	17
7•1 Présentation	17
7•2 Structure	17
7•3 Les classes de réseaux (classes A, B, C, D, E)	17
7•4 Adresses IP réservées pour les réseaux privés	18
7•5 Le masque de réseau	19
7•6 Les sous-réseaux	19
7•7 Structure du datagramme	20
8 IP V6	22
8•1 Présentation	22
8•2 Mode d'adressage	22
8•3 Format de l'en-tête	22
8•4 Qualité de service (QoS) fourni	22
8•5 Sécurité des communications	22
9 Introduction à la notation binaire et hexadécimale	23
9•1 Le bit	23
9•2 Le quartet (caractère hexadécimal)	23
9•3 L'octet	24
9•4 Conversion d'écriture	24
9•5 Autres exemples	25
10 Le codage ASCII	26
10•1 L'alphabet international n°5	26
10•2 Description (commandes, ASCII 8)	26
11 Circuits et liaisons de données	29
11•1 Généralités (ETCD, ETTD)	29
11•2 Nature des liaisons de données (uni ou bidirectionnelles)	29
12 Jonction série V24 ou RS232	31
12•1 Généralités	31
12•1•1 Établissement du circuit (opération de routage)	32
12•1•2 Les circuits et brochages (circuit de jonction de la série 100)	33
12•2 Jonction série V24 sur connecteur SUB-D 9 broches	34
12•2•1 Brochage de la jonction	34
12•2•2 Aspect électrique de la jonction	34
12•2•3 Transmission du caractère	35
12•3 Connexions diverses	36
13 La modulation	37
13•1 Généralités sur la modulation	37
13•2 La modulation d'amplitude	37
13•3 La modulation de phase	37
13•4 La modulation de fréquence	39
13•5 La modulation de phase et d'amplitude combinées	39
13•6 Synthèse	40
14 Codage en bande de base	41
14•1 Généralités	41
14•2 Les codages en ligne (codage RZ, NRZ, NRZ-L, NRZ-I, biphasé (ou Manchester) différentiel ou direct, codage de Miller, codage bipolaire d'ordre 1 ou 2, code HDB3, code CMI, code MLT3)	42
14•3 Les codages complets (code2B/1Q, code 4B/3T)	46
15 Le câble téléphonique privé	49

16	Le câble VDI multipaire	50
16•1	Appellation des câbles à paires torsadées	50
16•2	Domaines d'utilisation et normes	51
16•3	Quelques règles de mise en œuvre.....	52
17	La fibre optique	54
17•1	Présentation	54
17•2	Les trois principales fibres optiques (fibre à saut d'indice, fibre à gradient d'indice, fibre monomode).....	54
17•3	Fabrication d'une fibre.....	56
17•4	Quelques notions sur la lumière et la fibre optique (longueur d'onde, indice du milieu, propagation rectiligne de la lumière, principe de retour inverse, lois de Descartes, lois de Kepler)	56
18	Le câble coaxial	58
18•1	Présentation	58
18•2	Domaines d'utilisation	58
18•2•1	Réseau télécom	58
18•2•2	Réseaux de distribution télévision	58
18•3	Exemples de câbles coaxiaux.....	59
19	Le pré-câblage VDI	60
19•1	Généralités (définition, topologie physique, topologie logique, exemples de configuration en BUS ou en anneau, exemple d'organisation téléphonique, exemples d'organisation information avec rocade ou avec câble coaxial ou avec fibre optique)	60
19•2	Normes et exigences (ISO 11801).....	66
19•3	Le câblage catégorie 5 de l'EIA/TIA 568A (canal, lien de base)	67
19•4	Le câblage classe D de l'ISO/IEC IS 11801 (paramètres à contrôler : impédance caractéristique, affaiblissement de retour, atténuation et paradiaphonie, résistance en courant continu, temps de propagation ; connectique de catégorie 5, amendement pour la catégorie 5E)	70
19•5	La catégorie 6 (paramètres à contrôler : FEXT, EL FEXT, affaiblissement de réflexion, affaiblissement de symétrie, skew (différence de temps de propagation))	73
19•6	Évolution du câblage VDI.....	75
19•6•1	Les principales évolutions technologiques	75
20	La connectique informatique (connecteurs mini DIN, USB, vidéo, RJ 45, série 9 points, RJ 11, RJ 12, fibre optique, HDMI)	77

B	Le traitement de l'information	83
1	L'unité centrale	83
1•1	Eléments essentiels	83
1•1•1	La carte-mère.....	85
1•1•2	Eléments essentiels (connecteurs, alimentations à découpage)	85
1•1•3	Bus d'extension (interfaces, mise sous tension)	87
1•2	Démarrage de l'ordinateur	89
1•2•1	Test du matériel	89
1•2•2	Accès matériel au BIOS (Bus, horloge, interruptions)	90
1•2•3	Accès au BIOS par logiciel (INT)	91
1•2•4	L'UEFI	91
1•2•5	Paramètres du BIOS	92
1•3	Le microprocesseur	93
1•3•1	Architecture CISC (largeur de bus, microprocesseur et chipset)	93
1•3•2	Opérations mathématiques et logiques (UAL)	95
1•3•3	Les drapeaux (flags)	96
1•3•4	Les registres (registres généraux du 8086, de l'i7)	96
1•3•5	Instructions en assembleur	99
1•3•6	Environnement de développement intégré 100	
1•3•7	Directives ASM (structure ASM, procédures externes, assemblage)	102
1•3•8	Taille du code	107
1•4	La mémoire vive	108
1•4•1	Les barrettes de mémoire DDR	108
1•4•2	Performance des mémoires	109
1•4•3	Cartographie de la mémoire	110
1•4•4	La mémoire cache (L1, L2, L3)	111
1•4•5	Organisation de la mémoire	111
1•4•6	Les registres de segments (CS, DS, SS) 112	
1•4•7	Les modes d'adressage (immédiat, direct, indirect), de base, indexé direct, indexé de base)	113
1•5	Le microcode (bytecode)	115
1•6	Les SoC	116
1•6•1	La plateforme Raspberry Pi	116
1•6•2	Les périphériques (FPGA)	117
1•6•3	Utilisation de la documentation (veille technologique)	119
2	Les systèmes d'exploitation (coordination entre le matériel et le logiciel)	121
2•1	Carte-mère et interfaces (périphériques USB, périphériques sous Linux)	121
2•2	Périphériques de stockage (disques durs, technologie des têtes, organisation des données, connexion IDE, interface SATA, liaison USB, SCSI, SAS, CD, DVD et Blue-Ray)	123
2•3	Communication réseau (TCP/IP)	127
2•4	Graphisme et puissance de calcul	128

2•5	Systèmes d'impression (impression à jet d'encre, impression laser, configuration, partage d'imprimantes) .. 129	5•1	Présentation de l'ADSL (HDSL, SDSL, VDSL, RADSL, ADSL2+) 158
2•6	Administration de base (notion de droits, notion de groupes, modification des droits, montage de partitions, sauvegarde des données, gestion des processus) 133	5•2	Connexion ADSL sur le réseau RTC (modulation DMT) 159
3	Les langages de programmation (syntaxe, sémantique) 136	6	Protocole PPP (d'après la RFC 166) 162
3•1	Les langages interprétés et compilés .. 136	6•1	Introduction 162
3•2	Les scripts (Python, C, C++, Java) 137	6•1•1	Protocole de contrôle de liaison 162
3•3	Exécution locale ou distante (langages du Web, indentation) 138	6•1•2	Protocole de gestion de réseau 162
4	Encodage des données 140	6•2	Encapsulation PPP 162
4•1	Compression avec et sans perte (jpg et zip) 140	6•2•1	Champ protocole 162
4•2	Encodage audio et vidéo..... 141	6•2•2	Champ information (URM, bourrage) 163
4•2•1	La norme DVB-T (TNT)..... 141	6•3	Fonctionnement d'une liaison PPP 164
4•2•2	L'encodage en H.264 142	6•3•1	« Link Dead » 164
4•2•3	La modulation COFDM (64-QAM) 143	6•3•2	Établissement 164
4•3	La télévision interactive..... 144	6•3•3	Authentification 165
4•4	La technologie HbbTV..... 144	6•3•4	Phase de négociation réseau 165
C	Les réseaux et les serveurs .. 145	6•3•5	Fermeture de liaison 166
1	Matériel réseaux 145	7	Les bases de l'ATM 167
1•1	Besoins d'interconnexion (CSMA/CD) . 145	7•1	Généralités (signification des champs GFC, VPI, VCI, PTI, CLP, HEC) 167
1•2	Les répéteurs et concentrateurs 145	8	La trame HDLC 168
1•3	Le pont (liaison par pont local ou pont distant) 146	8•1	Généralités (HDLC, ADCCP et SDLC) 168
1•4	Commutateurs, switchs..... 148	8•2	Caractéristiques essentielles..... 168
1•5	Le routeur 149	8•3	Types de liaisons (liaison non-équilibrée, liaison équilibrée) 169
1•6	La passerelle 150	8•4	Modes de fonctionnement des stations (mode de réponse normal, mode de réponse asynchrone)..... 169
2	Du réseau local à Internet (Top Level Domain) 152	9	Wi-Fi 170
3	Gestion des erreurs (taux d'erreurs) 153	9•1	Présentation 170
3•1	Codes simples (code à parité simple, code à parités entrelacées)..... 153	9•2	La norme (802.11)..... 170
3•2	Le code CRC..... 154	9•3	Méthode d'accès CSMA..... 170
3•3	Identification d'une erreur (trois états) .. 155	9•4	Portées et débits (802.11a, 802.11b, 802.11g) 172
4	CSMA/CD 156	9•5	Les modes de fonctionnement 173
4•1	Principe 156	9•5•1	Le mode infrastructure 173
4•2	Accès aléatoire avec écoute de la porteuse 156	9•5•2	Le mode ad hoc 173
4•2•1	CSMA non persistant..... 156	9•6	La sécurité 174
4•2•2	CSMA persistant .. 157	9•6•1	Sécurité d'accès au réseau 174
4•2•3	CSMA/CD (avec détection de collision).. 157	9•6•2	Le WEP 174
5	L'ADSL 158	9•6•3	Le WAP 174
10	Bluetooth 175		
10•1	Présentation 175		
10•2	Normes Bluetooth (802.15) 175		
10•3	Portée et puissance 175		
10•4	Principe de fonctionnement (FHSS, réseau maître/esclave)..... 175		
10•5	Etablissement d'une connexion 176		
11	RTC 177		
11•1	Présentation 177		
11•2	La numérotation sur le réseau RTC.... 178		
11•2•1	La numérotation par tonalité..... 178		

11•2•2	La numérotation par impulsion	178
11•3	Numérisation de la voix RTC	179
11•4	Le multiplexage des voies MIC	180
11•4•1	Objectif de la trame MIC	180
11•4•2	Structure de la trame d'un multiplexeur MIC 1 G à 2 Mbps.....	180
12	Le RNIS	181
12•1	Généralités (accès de base, groupement d'accès de base, accès primaire)	181
12•2	La couche physique (configuration du bus S).....	182
12•2•1	Mécanisme d'accès au canal D (CSMA/CR, mécanismes de priorité)	183
12•3	Structure de la trame de niveau 1 (structure, groupements fonctionnels et points de référence)	185
12•4	La couche réseau (différents types de messages utilisés, demande d'appel, appel en cours, acceptation d'appel, libération de l'appel, signalisation usager à usager, réarrangement d'appel, commande de service complémentaires, procédure de rejet de complément de service, structure générale d'un message).....	187
13	Téléphonie sur IP	195
13•1	Présentation	195
13•2	Traitement de la voix analogique	196
13•3	Généralités sur la transmission (optimisation de la bande passante, délai de transmission, phénomène d'écho, gigue ou Jitter, gestion de la qualité de service des réseaux IP de transport)	196
13•4	Les transmissions CODECs et taux de compression	197
13•5	Les différents protocoles utilisés (H323, SIP, MGCP).....	197
13•6	L'alimentation des postes IP	198
14	Les postes DECT	199
14•1	Définition	199
14•2	Généralités (portée)	199
14•3	Le fonctionnement.....	199
14•4	La norme (EN 300175, modulation GSFK, FDMA, TDMA).....	200
15	Réseaux Éthernet	201
15•1	Couche physique.....	201
15•2	Le RTD (aller/retour du signal).....	201
15•3	Différents types de réseaux Éthernet (10 Base 5, Transceivers, 10 Base 2, 10 Base T, connecteurs)	202
15•4	Éthernet 100 Mb/s ou Fast Éthernet	
15•4•1	Présentation	205
15•4•2	Supports normalisés 100 Base T.....	205
15•4•3	Les HUBs	205
15•4•4	RTD et diamètre de collision	205
16	Les serveurs	207
16•1	Services (netstat)	208
16•2	Ports	209
16•2•1	Les principaux ports	210
16•2•2	Redirection d'adresses et de ports (NAT) ..	211
16•3	Serveurs de noms de domaines (DNS) ..	211
16•4	Serveur Web (Apache).....	212
16•5	Serveur de fichiers (FTP)	213
16•6	Serveur de courrier électronique (SMTP) ..	213
16•7	Serveur d'impression (Samba).....	213
16•8	Serveur de téléphonie (VoIP).....	214
16•9	Les pare-feu	215
16•10	Interface Web (HTML, Php)	217
16•11	Les machines virtuelles (Android, <i>cloud computing</i> , VirtualBox)	219
16•12	Les VLANs	221
16•12•1	Présentation	221
16•12•2	Avantages des VLANs	221
16•12•3	Différents types de VLANs (définis par groupes de ports ou par les adresses MAC, VLANs de niveau trois)	221
16•12•4	Communication entre les VLANs	222
16•13	Les réseaux virtuels : les VPNs	223
16•13•1	Présentation	223
16•13•2	Fonctionnement d'un VPN	223
16•13•3	Les protocoles de tunnelling (PPTP, L2F, L2TP, IPSec)	224

1 Le modèle OSI

1•1 Présentation

C'est un modèle d'interconnexion en réseau des systèmes ouverts de l'ISO.
Il décrit les fonctionnalités nécessaires à la communication et l'organisation de ces fonctions.
Il comporte 7 couches parfois réparties en 2 groupes.

Les couches du modèle OSI	7	APPLICATION	Données	Orientées application (fournis par les programmes)
	6	PRÉSENTATION	Données	
	5	SESSION	Transaction	
	4	TRANSPORT	Message	
	3	RÉSEAU	Paquets	Orientées communication (fournis par le système d'exploitation)
	2	LIAISON	Trames	
	1	PHYSIQUE	Bits	

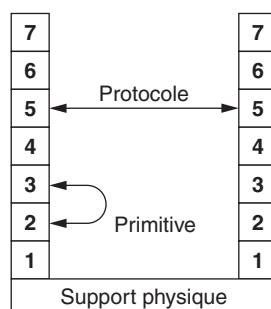
1•2 Caractéristiques

Les caractéristiques détaillées peuvent être trouvées au chapitre 7 de l'ISO 7498-1.

Les couches du modèle OSI (suite)	La couche « application »	Prend en charge toutes les fonctions non gérées par les autres couches.
	La couche « présentation »	Gère le codage des données applicatives (conversion entre données et chaînes d'octets effectivement transmises).
	La couche « session »	Permet l'ouverture et la fermeture de session.
	La couche « transport »	Gère les communications de bout en bout entre programmes.
	La couche « réseau »	Gère le routage et adressage des paquets.
	La couche « liaison »	Gère les communications entre 2 machines adjacentes reliées par un support physique, ainsi que la détection et la reprise des erreurs.
	La couche « physique »	Son service est limité à l'émission et la réception d'éléments binaires.

1•3 Protocoles et primitives

- Les informations échangées entre deux couches de même niveau sont nommées protocoles.
→ Les informations échangées entre deux couches adjacentes sont nommées primitives (requête, indication, réponse, confirmation).



2 Le modèle DOD

Créé à la demande du ministère de la Défense des États-Unis, il possède quatre couches.

Sorti avant le modèle OSI il définit :

- L'accès et la transmission des données sur le réseau.
- Les normes physiques.
- Le type de carte.
- Le type de câblage.

2•1 Comparaison modèle OSI et modèle DOD

Les couches du modèle DOD	<i>Modèle OSI</i>		<i>Modèle DOD</i>	
	7	APPLICATION	4	APPLICATION
	6	PRÉSENTATION	3	TRANSPORT
	5	SESSION	2	INTERNET
	4	TRANSPORT	1	ACCÈS RÉSEAU
	3	RÉSEAU		
	2	LIAISON		
	1	PHYSIQUE		

2•2 Couche accès réseau

Elle est responsable :

- du transport de signaux physiques,
- de l'émission et de la réception de bits (couche du modèle OSI),
- des protocoles pour transporter ces signaux (couche 2 du modèle OSI).

Il existe diverses couches de liaisons définies par la norme IEEE 802.x :

CATÉGORIES IEEE

- 802.1 Indique les relations entre les normes 802 et les couches 1 et 2 du modèle ISO.
- 802.2 Logical Link Control
- 802.3 CSMA/CD
- 802.4 Token Bus
- 802.5 Token Ring
- 802.6 Metropolitan Area Network
- 802.7 Broadband LAN Technical Advisory Group
- 802.8 Fiber Optic Technical Advisory Group
- 802.9 Integrated Service LAN (IsoEthernet)
- 802.10 LAN Security (SILS : Standard for interoperable LAN Security)
- 802.11 Wireless LAN
- 802.12 Demand Priority LAN (100VG - AnyLAN)
- 802.14 Cable TV MAN
- 802.15 Bluetooth

2•3 Couche Internet

Les couches du modèle DOD (suite)

La couche internet gère l'acheminement des données sur le réseau global en s'occupant du routage.
Elle gère entre autres les protocoles suivants : IP/IPX/X25/ICMP/IGMP/ARP/OSPF/RIP.

2•4 Couche transport

Les couches du modèle DOD (suite)

Elle est chargée de contrôler l'acheminement des données. Les protocoles de transport les plus utilisés pour IP V4 sont les protocoles TCP et UDP.

2•5 Couche application

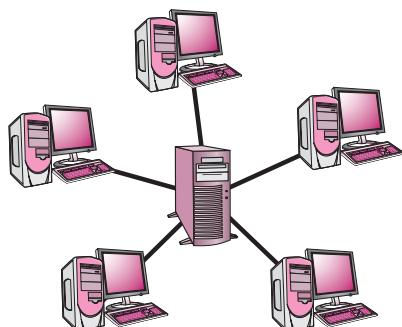
Les couches du modèle DOD (suite)

La couche application définit les protocoles applicatifs (HTTP, SMTP, DNS, SSH, POP, IMPA, etc.) afin d'utiliser les couches inférieures.

3 Topologie

3•1 Topologie en étoile

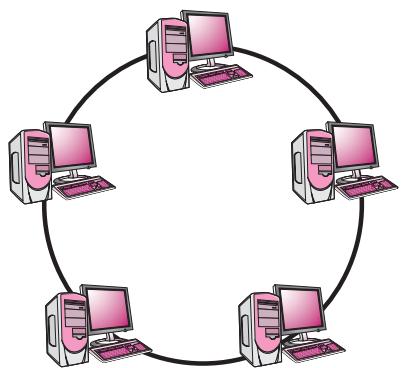
Les différentes topologies



- La gestion est centralisée, elle est donc simple.
- La fiabilité du réseau dépend de la fiabilité du nœud central (coût parfois élevé).
- Mise en œuvre difficile en multipoint.
- Risque de saturation du nœud central en cas d'extension.
- L'ajout d'une station implique l'ajout d'une paire de fils.

3•2 Topologie en anneau

Les différentes topologies (suite)



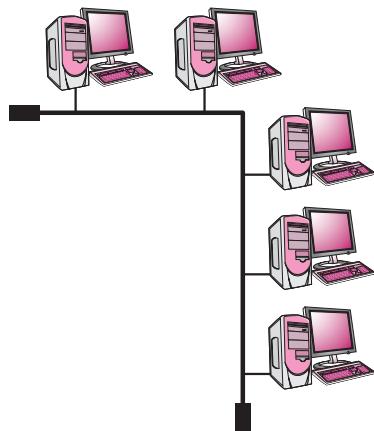
Le support relie toutes les stations pour constituer un circuit bouclé.

Principe :

- L'anneau est une structure active formée de structures **unidirectionnelles** point à point reliant les stations. Il en résulte une constitution simple avec des coûts relativement limités.
- La station émettrice émet une trame contenant les adresses du destinataire et de la source.
- Chaque nœud lit et répète la trame.
- Le nœud destinataire en fait une copie et peut ajouter à la trame réémise un message d'acquittement.
- Le nœud source retire la trame.
- La diffusion est possible par une adresse spéciale.

3•3 Topologie en bus

Les différentes topologies (suite)



- L'ensemble des stations est raccordé sur une liaison physique commune.
 - Les informations circulent en série.
 - Le support est un câble coaxial.
- Il existe deux structures :
- les bus **bidirectionnels**,
 - les bus **unidirectionnels**.

4 LAN, MAN, WAN

PAN

Les réseaux peuvent être classés selon leur taille et leur répartition géographique. Pour une zone restreinte à un usage personnel, comme par exemple avec une liaison sans fil entre un clavier et une unité centrale, on emploie l'acronyme PAN pour *Personal Area Network*. Un réseau de type PAN correspond à un réseau de faible portée. Limiter sa description aux systèmes sans fil revient à oublier que les communications en USB reposent elles aussi sur un fonctionnement en réseau.

Un réseau PAN peut aussi bien fonctionner lentement qu'atteindre des débits vertigineux. La vitesse de transfert des données dépend de la technologie employée. Le WiFi répond à la plupart des besoins sauf lorsque la consommation et l'autonomie sont pointées du doigt. Le Zigbee et dans une moindre mesure, le Bluetooth, garantissent une dissipation de puissance très faible.

4.1 LAN

Le LAN (*Local Area Network*) correspond à un réseau local situé dans une même zone. Il porte aussi le nom de réseau d'établissement. Il se matérialise par un ensemble de dispositifs reliés entre eux. Son rôle consiste à assurer des communications dans un même lieu géographique.

Le tableau ci-dessous résume les plages d'adresses privées. Par définition, ces adresses ne peuvent être routées : en d'autres termes elles restent au niveau local.

Adresses IP	Classe
10.0.0.0/8	A
172.16.0.0/12	B
192.168.0.0/16	C

AnyLAN

Le plus petit des réseaux consiste en l'interconnexion de deux dispositifs **avec la possibilité d'un ajouter d'autres**. Ainsi, une connexion point à point de type RS232 ne s'apparente pas à un réseau local.

Un réseau de type LAN permet d'atteindre des débits importants. Avec certaines cartes recevant de la fibre optique, on peut atteindre jusqu'à 16 Gbits/s.

Les réseaux LAN transportent toutes sortes de données allant jusqu'à faire disparaître les câblages téléphoniques RTC.

L'accès à un réseau LAN peut être étendu grâce à la mise en place d'un VPN. Les communications avec l'extérieur sont alors chiffrées.

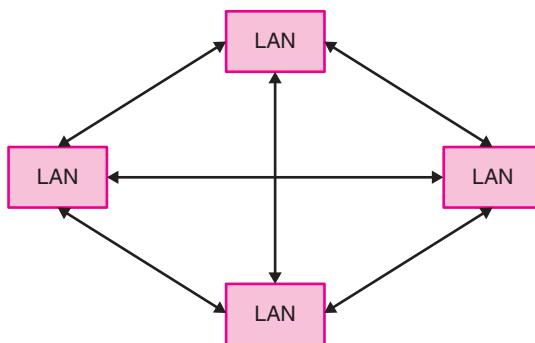
Exemples de technologies utilisées dans les réseaux LAN :

- ARCnet ;
- Ethernet ;
- Token-ring ;
- AppleTalk ;
- 100VG AnyLAN.

4•2 MAN

MAN

Le MAN (*Metropolitan Area Network*) ou réseau métropolitain s'étend sur une zone pouvant couvrir une ville entière. Il se compose d'un agrégat de réseaux locaux. La mise en place d'un réseau MAN s'accompagne de coûts élevés étroitement liés aux contraintes géographiques. En contrepartie la sécurité et le débit des données du déploiement d'un MAN sont assurées. Pour éviter un investissement trop lourd, on peut recourir à une solution intermédiaire : la location de lignes RNIS.



Exemple de réseau MAN

Le MAN est constitué de commutateurs et de routeurs haut débit permettant le transfert de données d'un réseau local à un autre.

4•3 WAN

WAN

Les réseaux WAN (*Wide Area Network*) permettent des communications sur de très longues distances s'étendant sur un pays entier. Un WAN est constitué de routeurs intelligents choisissant le trajet le plus approprié. Le débit peut être limité ; il est lié avec la distance et varie de 50 bits/s à 2 Mbits/s.

Pour une couverture mondiale, on fait appel à Internet. Le câble sous-marin et les satellites viennent compléter le réseau terrestre.

5 TCP

Transport avec TCP

TCP (*Transmission Control Protocol*) est un protocole de transport ; il est fiable et travaille en mode connecté. Il appartient à la couche transport.
Il gère les données issues ou venant de la couche inférieure c'est-à-dire IP.

Il définit :

- La garantie de la réception correcte des données.
- La réalisation d'un transfert fiable.
- La manière dont les machines corrigeont les erreurs.
- L'établissement ou la libération d'une connexion.

Une communication se compose de 3 phases :

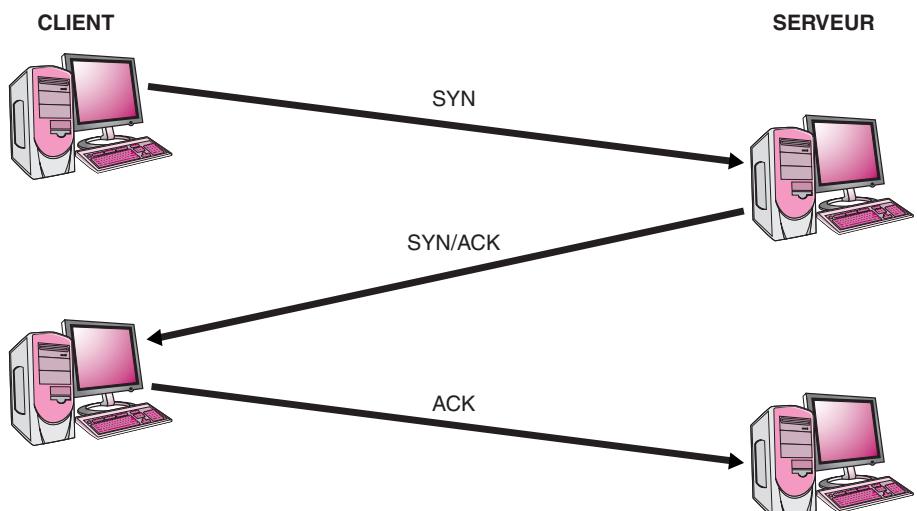
- Établissement de la communication.
- Transfert des données.
- Terminaison de la connexion.

5•1 Établissement de la communication

Transport avec TCP (suite)

Les ports TCP de la machine serveur doivent être ouverts et en attente.

- La machine cliente envoie une demande SYN au serveur,
- Le serveur répond (SYN/ACK),
- La machine cliente confirme.



5•2 Transfert des données

Transport avec TCP (suite)

Pendant le transfert des données, des mécanismes assurent la fiabilité du protocole.

Il s'agit entre autres :

- De la somme de contrôle
- Des numéros de séquence
- De la temporisation (en cas de perte d'un segment)
- D'un contrôle de flux
- D'un contrôle de congestion (incapacité du réseau à transmettre une quantité simultanée et importante d'informations).

5•3 Terminaison de la connexion

Transport avec TCP (suite)

Elle utilise des segments FIN et ACK pour chaque extrémité.

5•4 Notions de ports

Les ports

C'est un numéro qui identifie l'application.

Il est composé de 16 bits, on peut donc avoir 65 535 ports.

L'IANA (*Internet Assigned Numbers Authority*) a attribué ses numéros aux ports bien connus (FTP, http, TELNET).

Vous trouverez ci-dessous une liste de ports connus :

7	echo	101	hostname -
20	ftp -	107	rtelnet -
21	ftp	109	pop2 -
22	ssh -	110	pop3
23	telnet	115	sftp
25	smtp -	144	news
37	Time protocol	161	SNMP -
39	rlp -	213	ipx
43	nicname -	396	netware-ip -
47	ni-ftp	443	https
49	login	5060	serveur SIP
53	DNS	5900	VNC Server
79	finger	6667	Serveur IRC
80	HTTP	6697	SSL

6 UDP (User Datagramme Protocol)

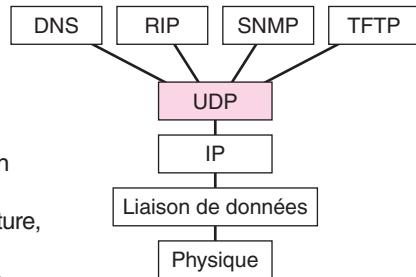
6•1 Généralités

Le service UDP

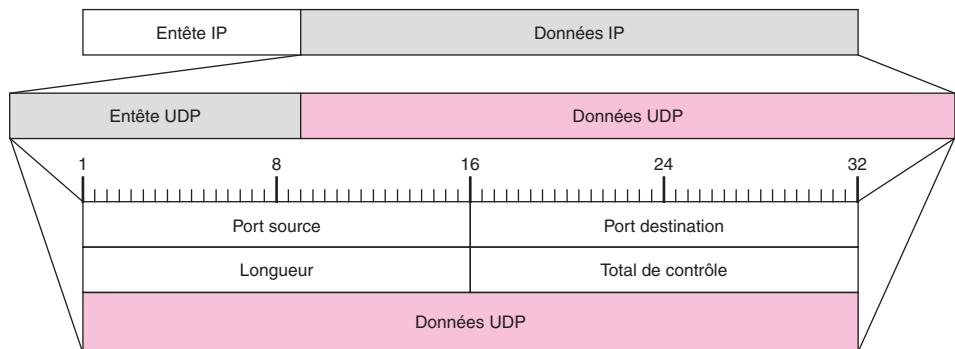
UDP est un service de remise en mode fiable sans connexion. Il fait partie de la classe 4 de l'ISO et s'appuie sur IP.

Caractéristiques du protocole UDP :

- Il permet d'identifier les processus d'application à l'aide de numéros de port.
- IP est orienté datagrammes, ce qui évite l'ouverture, le maintien et la fermeture des connexions.
- Il est efficace pour les applications en diffusion.
- Il ne séquence pas les données et la remise conforme des données n'est pas garantie.
- Il peut éventuellement vérifier l'intégrité des données « données seules » avec un total de contrôle.
- Il est plus rapide, plus simple et plus efficace que TCP mais il est moins robuste que TCP.



6•2 Structure d'UDP



L'en-tête UDP a une taille fixe de 4 octets.

PORT SOURCE

Structure UDP

Ce champ de 16 bits ou 2 octets indique en principe :

- Le numéro de port du processus émetteur.
- Le numéro de port où on peut adresser les réponses lorsque l'on ne dispose d'aucun autre renseignement.
- Si sa valeur est 0 alors aucun port n'est attribué.

PORT DESTINATION

Ce champ de 2 octets identifie le processus correspondant à l'adresse IP de destination auquel on envoie les données UDP. Comme TCP, UDP effectue le démultiplexage des données à l'aide de numéros de port.

Lorsque UDP reçoit un datagramme sans numéro de port ou lorsqu'aucune application UDP n'est associée au port indiqué, il génère un message d'erreur ICMP indiquant qu'il est impossible de contacter le port et il rejette le datagramme.

LONGUEUR

Ce champ de 2 octets contient la longueur de l'en-tête plus la longueur du champ données UDP.

TOTAL DE CONTRÔLE

Contrôle d'erreurs sur l'en-tête et le champ données UDP.

7 IP V4

A

Les transmissions

7•1 Présentation

Le protocole IP

Le protocole IP définit la structure des données circulant sur le réseau.

C'est un protocole de communication non fiable et sans connexion.

Il utilise une méthode universelle d'identification des nœuds : une adresse unique est assignée à chaque unité internet.

7•2 Structure

Le protocole IP

À chaque machine est attribuée une adresse IP unique, composée de quatre nombres entiers compris entre 0 et 255.

Cette adresse s'écrit sous la forme xxxx.xxxx.xxxx.xxxx, elle comporte donc 32 bits et est composée de deux parties :

- Les octets de poids élevé représentent le réseau (ID réseau ou netID).
- Les octets de poids faibles représentent le numéro de la machine dans le réseau (ID hôte ou hostID).

Lorsque la partie hostID est à zéro, on obtient l'adresse du réseau.

Lorsque la partie hostID est à un, on obtient l'adresse de diffusion ou broadcast.

Les adresses IP publiques (donc les machines directement connectées à Internet) sont gérées par le NIC.

EXEMPLE

Soit l'adresse IP 192.168.2.56, les octets représentant le netID sont 192.168.2 et le numéro de la machine sera 56.

L'adresse réseau est 192.168.2.0.

L'adresse de broadcast est 192.168.2.255.

7•3 Les classes de réseaux

Les différentes classes

Selon le nombre d'octets que l'on réserve pour le netID on pourra adresser plus ou moins de machines.

CLASSE A

On réserve un octet pour le netID avec le bit de poids fort à zéro.

On a donc 2^7 soit 128 adresses réseau, le réseau zéro n'existant pas et le réseau 127 étant réservé pour les machines (loopback), on dispose donc de la plage d'adresse suivante :

10.0.0.0 à 126.0.0.0

Il nous reste 3 octets pour adresser les machines mais on ne peut utiliser l'adresse hostID zéro (réservée pour l'adresse réseau) et l'adresse hostID où tous les bits sont à 1 (broadcast) soit :

$$2^{24} - 2 = 16\ 777\ 214 \text{ ordinateurs}$$

On peut représenter une adresse de classe A sous la forme suivante :

0xxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxx

Réseaux Ordinateurs

CLASSE B

On réserve ici les deux octets de poids élevé avec les deux premiers bits de poids fort valant 10.

On obtient donc les réseaux allant de 128.0.0.0 à 191.255.0.0

Il est possible d'adresser 65 534 machines.

On peut représenter une adresse de classe B sous la forme suivante :

CLASSE C

On réserve ici les trois octets de poids élevé avec les trois premiers bits de poids fort valant 110.

On obtient donc les réseaux allant de 192.0.0.0 à 223.255.255.0.

Il est possible d'adresser 254 machines.

On peut représenter une adresse de classe C sous la forme suivante :

CLASSE D

On réserve ici les trois octets de poids élevé avec les quatres premiers bits de poids fort valant 1110.

On obtient donc les réseaux allant de 224.0.0.0 à 239.255.255.0.

Il est possible d'adresser 254 machines.

On peut représenter une adresse de classe D sous la forme suivante :

1110xxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx xxxxxxxxxx
Réseaux Ordinateurs

CLASSE E

On réserve ici les trois octets de poids élevé avec les quatres premiers bits de poids fort valant 1111.

On obtient donc les réseaux allant de 240.0.0.0 à 255.255.255.0

Il est possible d'adresser 254 machines

On peut représenter une adresse de classe E sous la forme suivante :

7•4 Adresses IP réservées pour les réseaux privés

Pour chaque classe il y a un pool d'adresses réservées pour l'utilisation de réseaux privés. Ces adresses ne sont pas routées (transportées) sur Internet. Il faut obligatoirement utiliser ces adresses sur un réseau local privé.

Classe A	10.0.01 à 20.255.255.254
Classe B	172.16.0.1 à 172.31.255.254
Classe C	192.168.0.1 à 192.168.255.254

7•5 Le masque de réseau

Les masques de réseaux et de sous-réseaux

Après avoir donné une adresse IP à une machine il faut indiquer le masque de réseau qui va permettre de savoir à quel réseau appartient celle-ci.

Il se présente sous la forme de quatre octets.

Pour connaître l'adresse réseau, on réalise un ET logique entre l'adresse IP et le masque.

EXEMPLE

Soit l'adresse de classe C 192.168.1.15, on applique le masque 255.255.255.0 ce qui donne :

192.168.1.15	11000000	10101000	00000001	00001111
ET logique				
255.255.255.0	11111111	11111111	11111111	00000000
Adresse de réseau	11000000	10101000	00000001	00000000

L'adresse du réseau est 192.168.1.0.

Vous trouverez ci-dessous les masques suivant les classes de réseau :

Classe A	255.0.0.0
Classe B	255.255.0.0
Classe C	255.255.255.0

7•6 Les sous-réseaux

Les sous-réseaux

Il est souvent nécessaire de découper un réseau en sous-réseaux pour augmenter la bande passante de chaque sous-réseau (voir principe du CSMA/CD).

Pour créer des sous-réseaux nous utilisons les bits de poids fort de la partie hostID.

EXEMPLE

Pour une classe C on obtient :



Ici on a utilisé deux bits dans le champ hostID ; on pourrait créer 4 sous-réseaux mais comme 00 est réservé à l'adresse réseau et 11 au broadcast on pourra avoir 2 sous-réseaux 01 et 10.

Si on avait pris 3 bits on pourrait créer $2^3 = 8 - 2$ soit 6 sous-réseaux.

CALCUL DU MASQUE DE SOUS-RÉSEAU

Reprendons l'exemple ci-dessus.

On met tous les bits correspondant au réseau et sous-réseau à 1.

On obtient comme masque 255.255.255.192.

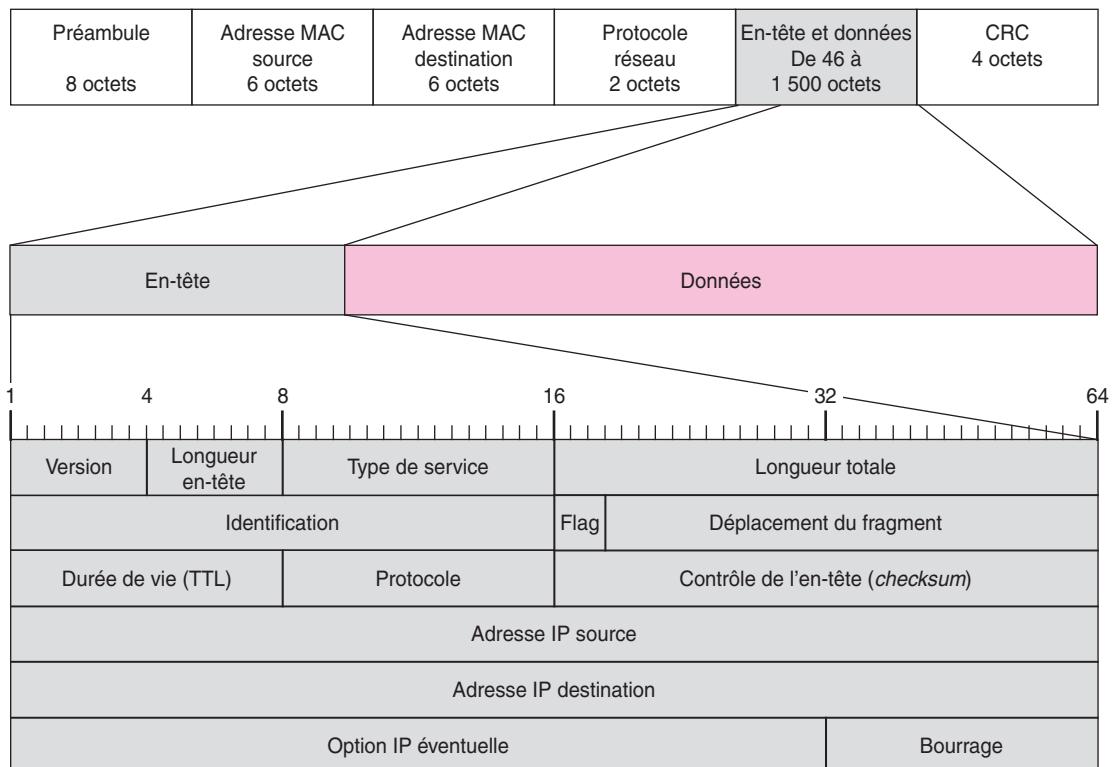
Les deux sous-réseaux sont :

192.168.1.64 et 192.168.1.128

Pour le réseau 192.168.1.64 les adresses machines iront de 192.168.1.65 à 192.168.1.126 et l'adresse de broadcast sera 192.168.1.127.

Pour le réseau 192.168.1.128 les adresses machines iront de 192.168.1.129 à 192.168.1.190 et l'adresse de broadcast sera 192.168.1.191.

7•7 Structure du datagramme



Version (4 bits) : version du protocole IP que l'on utilise (ici la version 4 /IP V4).

Longueur d'en-tête : longueur de l'en-tête en mots de 32 bits (la valeur minimale est 5).

Type de service (8 bits) : il indique la façon selon laquelle le datagramme doit être géré.

Longueur totale (16 bits) : il indique la taille totale du datagramme en octets. La taille de ce champ étant de 2 octets, la taille totale du datagramme ne peut dépasser 65 536 octets. Ce champ permet de déterminer où sont situées les données.

Identification, drapeaux (flags) et déplacement de fragment sont des champs qui permettent la fragmentation et le rattachement des datagrammes.

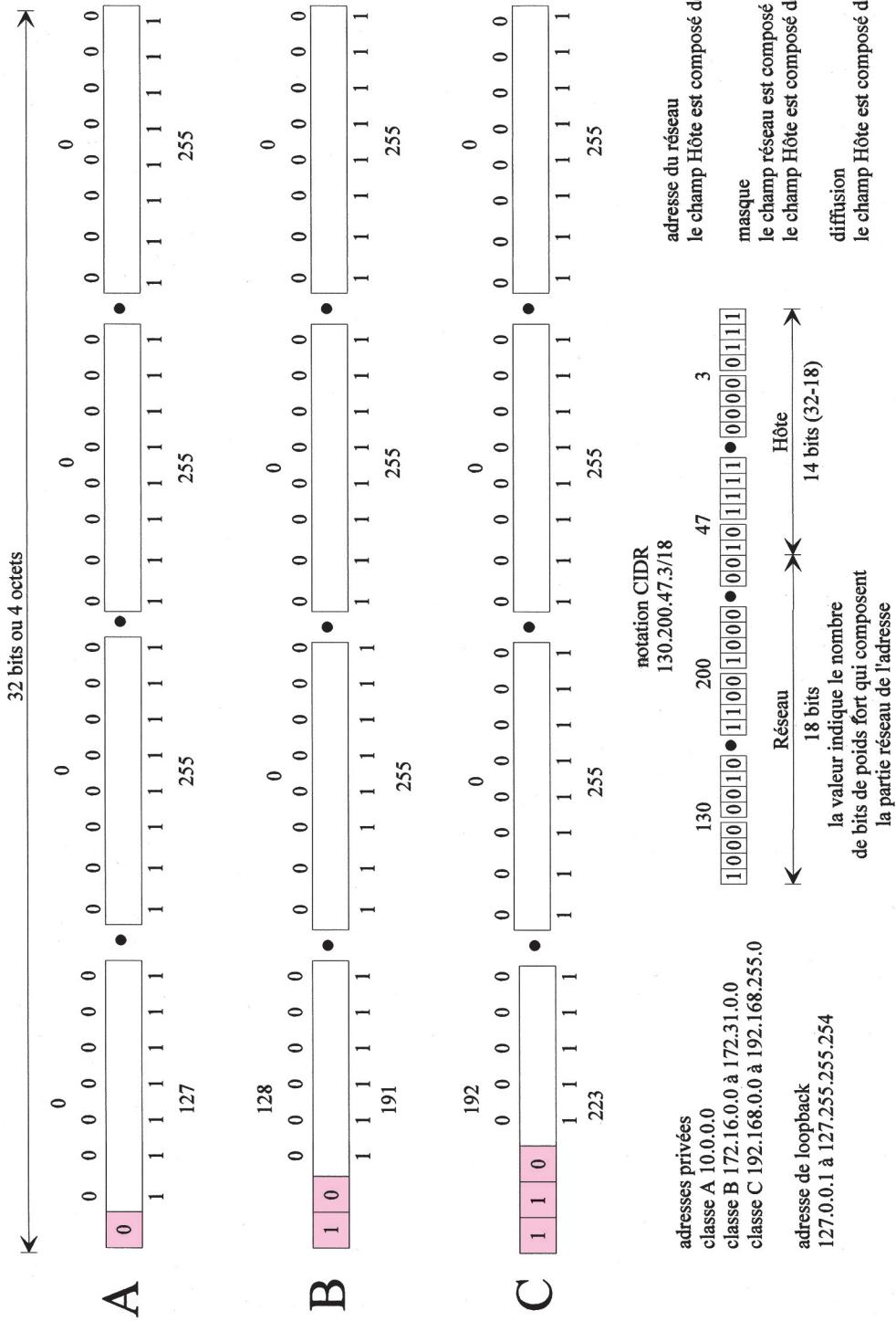
Durée de vie appelée aussi **TTL**, pour *Time To Live* (8 bits) : ce champ est modifié pendant le traitement de l'en-tête Internet. La durée de vie est mesurée en secondes. Chaque module Internet doit retirer au moins une unité de temps à ce champ. Celui-ci permet de limiter le temps pendant lequel un datagramme reste dans le réseau. Si ce champ prend la valeur zéro, le datagramme doit être détruit.

Protocole (8 bits) : ce champ permet de savoir de quel protocole est issu le datagramme.

- ICMP : 1
- IGMP : 2
- TCP : 6
- UDP : 17

Somme de contrôle de l'en-tête, ou en anglais *header checksum* (16 bits) : contrôle l'intégrité de l'en-tête afin de déterminer si celui-ci n'a pas été altéré pendant la transmission.

IPv4



8 IP V6

8•1 Présentation

IP V4 présente des limites :

- D'espace d'adressage.
- De complexité croissante des tables de routage.
- D'absence de mécanismes assurant la sécurité et la qualité de service.

Différences entre IP V4 et IP V6

L'IETF (*Internet Engineering Task Force*) a normalisé IP V6 afin de combler les manques d'IP V4.

- IP V6 est un protocole intervenant au niveau 3 du modèle OSI.
- Il propose une auto-configuration plus simple des adresses grâce au support DHCP natif.
- La configuration du multi-casting est devenue plus souple grâce à un champ « groupe » (scope).
- Un nouveau type d'adresses est apparu : « diffusion à tous » (*anycast address*) qui envoie un paquet à toutes les entités d'un groupe de nœuds.

8•2 Mode d'adressage

Différences entre IP V4 et IP V6 (suite)

Le mode d'adressage passe de 32 bits (IP V4) à 128 bits, une adresse IP V6 s'écrira donc sous la forme X.X.X.X.X.X.X où X représente les valeurs hexadécimales des huit portions de 16 bits de l'adresse.

8•3 Format de l'en-tête

6 des 12 en-têtes de IP V4 ont été enlevés, certains champs ont été renommés et d'autres ajoutés pour obtenir de nouvelles fonctionnalités.

Différences entre IP V4 et IP V6 (suite)

Version (4 bits)	Classe du trafic (8 bits)	Label du flux (20 bits)
Longueur de la charge utile (16 bits)	En-tête suivant (8 bits)	Nombre de sauts maximum (8 bits)
Adresse source (128 bits)		
Adresse destination (128 bits)		

8•4 Qualité de service (QoS) fourni

Différences entre IP V4 et IP V6 (suite)

Grâce à son support QoS il est possible de donner un ordre de priorité pour l'octroi des ressources réseau suivant l'application.

EXEMPLE

Privilégier les ressources pour une Visio-conférence par rapport à un téléchargement simultané.

8•5 Sécurité des communications

Différences entre IP V4 et IP V6 (suite)

IP V6 utilise la technologie IPSec (IP Security) et donc bénéficie d'une cryptographie avancée.

9 Introduction à la notation binaire et hexadécimale

9•1 Le bit

Combinaisons de bits

C'est l'élément binaire (noté souvent eb) avec lequel les ordinateurs fonctionnent. Il peut avoir deux valeurs 0 ou 1.

Avec n bits on obtient 2^n valeurs ou combinaisons.

Ex. :

Nombre de bits	3	2	1
Nombre de combinaisons	$2^3 = 8$	$2^2 = 4$	$2^1 = 2$
Combinaisons	000	00	0
	001	01	1
	010	10	
	011	11	
	100		
	101		
	110		
	111		

9•2 Le quartet

Quartet et caractère hexadécimal

C'est un ensemble de 4 éléments binaires représentant un caractère hexadécimal.

Quartet	Caractère hexadécimal
0000	0
0001	1
0010	2
0011	3
0100	4
0101	5
0110	6
0111	7
1000	8
1001	9
1010	A
1011	B
1100	C
1101	D
1110	E
1111	F

9•3 L'octet

Volume en informatique

C'est l'unité de référence permettant d'exprimer un volume en informatique.
1 octet comprend 2 quartets ou 8 bits : il a donc 2^8 valeurs soit 256 combinaisons.
 → La signature de l'octet en décimale est donc comprise entre 0 et 255.
 → La signature de l'octet en hexadécimale est donc comprise entre 00 et FF.
 → La signature de l'octet en binaire est donc comprise entre 0000 0000 et 1111 1111.

1 octet vaut 8 bits

1 Ko *Kilo octets* vaut 2^{10} octets = 1 024 octets

1 Mo *Méga octets* vaut 2^{20} octets = 1 048 576 octets

1 Go *Giga octets* vaut 2^{30} octets = 1 073 741 824 octets

1 To *Tera octets* vaut 2^{40} octets = 1 099 511 627 776 octets

9•4 Conversion d'écriture

Pour passer d'une représentation hexadécimale vers la décimale ou le contraire, il est judicieux d'utiliser une table de conversion binaire.

Ex. : conversion de \$BA (*hexa*) en décimal.

2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
128	64	32	16	8	4	2	1
1	0	1	1	1	0	1	0

Expression de B

Expression de A

$$\$BA_{(16)} = 2^7 + 2^5 + 2^4 + 2^3 + 2^1$$

$$\$BA_{(16)} = 128 + 32 + 16 + 8 + 2$$

$$\$BA_{(16)} = 186_{(10)}$$

Tableaux de conversion

Conversion de 192 (*base 10*) en hexa

2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
128	64	32	16	8	4	2	1
1	1	0	0	0	0	0	0

128₍₁₀₎ + 64₍₁₀₎
ce quarté vaut C₍₁₆₎

Ce quarté vaut 0₍₁₆₎

$$192_{(10)} = 128_{(10)} + 64_{(10)}$$

$$192_{(10)} = \$C0_{(16)}$$

\$ signifie « en hexadécimal ».

9•5 Autres exemples

Tableaux de conversion (suite)

Expression décimale	Représentation binaire	Représentation hexadécimale
0	0	\$0
1	1	\$1
2	10	\$2
3	11	\$3
4	100	\$4
5	101	\$5
6	110	\$6
7	111	\$7
8	1000	\$8
9	1001	\$9
10	1010	\$A
11	1011	\$B
12	1100	\$C
13	1101	\$D
14	1110	\$E
15	1111	\$F
16	1 0000	\$10
17	1 0001	\$11
18	1 0010	\$12
19	1 0011	\$13
64	100 0000	\$40
100	110 0100	\$64
126	111 1110	\$7E
127	111 1111	\$7F
128	1000 0000	\$80
192	1 1000 0000	\$C0
255	1111 1111	\$FF
256	1 0000 0000	\$1 00
512	10 0000 0000	\$2 00
1 024	100 0000 0000	\$4 00
2 048	1000 0000 0000	\$8 00
4 096	1 0000 0000 0000	\$10 00
8 192	10 0000 0000 0000	\$20 00
65 535	1111 1111 1111 1111	\$FF FF

Lorsqu'il n'y a pas d'ambiguïté sur la base employée, il n'est pas indispensable de la mentionner. Il existe plusieurs notations possibles. La méthode universelle consiste à placer en indice entre parenthèses le nombre de caractères différents employés dans la base à la suite du nombre à représenter. Pour le binaire on peut éventuellement faire usage d'un *b* minuscule à la suite du nombre (exemple: 0110110*b*). De la même manière, on utilisera la lettre « *o* » pour l'octal et « *h* » pour les nombres hexadécimaux (exemple 01ACh). En informatique, la lettre « *h* » faisant référence à l'hexadécimal est parfois remplacée par le signe « \$ ».

À l'affichage, sur certains systèmes le \$ est quelquefois représenté avant le nombre.

A

Les transmissions

10 Le codage ASCII

Introduction

Les réseaux de données se fondent sur la numérisation des informations, c'est-à-dire la représentation des données par des suites de 0 et de 1. Ils englobent la transmission de ces données, leur mémorisation dans des mémoires de stockage et enfin leur utilisation. La première étape consiste donc à coder les informations sous une forme binaire. Pour cela, on utilise des codes qui font correspondre à chaque caractère une suite précise d'éléments binaires. Le nombre de bits utilisés pour représenter un caractère correspond au nombre de moments d'un code. Le code à 11 moments permet de représenter 2^{11} caractères distincts.

Plusieurs codes ont été normalisés pour faciliter les échanges entre équipements informatiques. Le nombre de moments utilisés augmente avec la dimension de l'alphabet qui n'est autre que la liste des caractères qui doivent être codés. L'alphabet peut n'être constitué que de chiffres. On peut ajouter les lettres minuscules et majuscules, les signes de ponctuation, les opérateurs arithmétiques, mais aussi des commandes particulières.

10•1 L'alphabet international n° 5

ASCII et ISO 646

En 1963, une première version était définie aux USA et connue sous le nom de code ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*). Les organisations internationales de normalisation qui se préoccupaient de définir un code universel accepté par toutes les machines et assurant la compatibilité des supports et la possibilité des échanges, devaient en publier une version améliorée connue sous le nom de code ISO à 7 bits (norme ISO 646) ou alphabet international n° 5 ou encore CCITT n° 5.

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	NUL	DLE	SP	0	@	P	,	p
1	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
2	STX	DC2	"	2	B	R	b	r
3	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
4	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t
5	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
6	ACK	SYN		6	F	V	f	v
7	BEL	ETB	(7	G	W	g	w
8	BS	CAN)	8	H	X	h	x
9	HT	EM	*	9	I	Y	i	y
A	LF	SUB	+	:	J	Z	j	z
B	VT	ESC		;	K		k	{
C	FF	FS		<	L		l	
D	CR	GS		=	M		m	}
E	SOH	RS		>	N		n	~
F	SI	US	/	?	O		o	DEL

10•2 Description

Les commandes de transmission notées TCn (*Transmission Commands*).

Les commandes

HEXA	Sigle	Nom US	Signification
01	SOH	Start of heading	Début d'en-tête
02	STX	Start of text	Début de texte
03	ETX	End of text	Fin de texte
04	EOT	End of transmission	Fin de communication

Le codage ASCII

HEXA	Sigle	Nom US	Signification
05	ENQ	Enquiry	Demande
06	ACK	Acknowledge	Accusé de réception
10	DLE	Data link escape	Échappement transmission
15	NAK	Negative acknowledgement	Accusé de réception négatif
16	SYN	Synchronous	Synchronisation
17	ETB	End of transmission block	Fin de bloc de transmission

Les commandes de mise en page notées FEn (*Format Effectors*)

HEXA	Sigle	Nom US	Signification
08	BS	Backspace	Espace arrière
09	HT	Horizontal Tabulation	Tabulation horizontale
0A	LF	Line fed	Interligne
0B	VT	Vertical Tabulation	Tabulation verticale
0C	FF	From fed	Page suivante
0D	CR	Carriage return	Retour chariot

Les commandes d'appareils notées DCn (*Device Control*)

HEXA	Sigle	Nom US	Signification
11	DC1	Device control 1	Commande d'appareil 1
12	DC2	Device control 2	Commande d'appareil 2
13	DC3	Device control 3	Commande d'appareil 3
14	DC4	Device control 4	Commande d'appareil 4

Les commandes (suite)

Les séparateurs d'information notés ISn (*Information Separators*)

HEXA	Sigle	Nom US	Signification
1C	FS	File separator	Séparateur de fichier
1D	GS	Group separator	Séparateur de groupe
1E	RS	Record separator	Séparateur d'article
1F	US	United separator	Séparateur de sous-article

Les commandes d'extension de code

HEXA	Sigle	Nom US	Signification
0E	SOH	Shift out	Hors code
0F	SI	Shift in	En code
1B	ESC	Escape	Échappement

Les autres caractères de commandes

HEXA	Sigle	Nom US	Signification
00	NUL	Null	Nul
07	BEL	Bell	Sonnerie
18	CAN	Cancel	Annulation
19	EM	End of medium	Fin de support
1A	SUB	Substitute	Substitution
7F	DEL	Delete	Oblitération

REMARQUE

Il y a souvent confusion dans l'utilisation des mots « ASCII » International n° 5.

En effet, on parle indifféremment d'ASCII 7, d'ASCII 8 et de CCITT n° 5. Seul l'ASCII 7 est conforme au CCITT n° 5 puisqu'avec 7eb on dispose de 128 combinaisons ayant les significations du tableau général précédent édité dans la recommandation T50 du livre bleu du CCITT.

L'ASCII 8 quant à lui, permet donc 256 combinaisons de 00 à FF. Seules celles de 00 à 7F sont identiques au CCITT n° 5. Celles de 80 à FF sont à usage strictement national. Ainsi pour ces 128 dernières combinaisons y retrouve-t-on pour la France les caractères (î, è, à, û, etc.).

La grille de codes ASCII 8

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0 NUL DLE	SP	0	@	P	'	p	Ç	É	á	_	+	ð	Ó	-		
1 SOH DC1	!	1	A	Q	a	q	ü	æ	í	-	-	Ð	Þ	±		
2 STX DC2	"	2	B	R	b	r	é	Æ	ó	-	-	-	Ô	-		
3 ETX DC3	#	3	C	S	c	s	â	ô	ú	!	+	Ë	Ò	3/4		
4 EOT DC4	\$	4	D	T	d	t	ä	ö	ñ	!	-	È	õ	¶		
5 ENQ NAK	%	5	E	U	e	u	à	ò	-	Á	+	i	Ó	§		
6 ACK SYN	6	F	V	f	v	å	û	ª	Â	ã	í	µ	÷			
7 BEL ETB	(7	G	W	g	w	ç	ù	º	À	Ã	î	b	,		
8 BS CAN)	8	H	X	h	x	ê	ÿ	¿	©	+	í	b	°		
9 HT EM	*	9	I	Y	i	y	ë	Ö	®	!	+	+	Ú	"		
A LF SUB	+	:	J	Z	j	z	è	Ü	¬	!	-	+	Û	.		
B VT ESC	;	K			k	{	ï	ø	1/2	+	-	-	Ù	1		
C FF FS	<	L			l		î	£	1/4	+	!	-	ý	3		
D CR GS	=	M			m	}	ì	Ø	i	¢	-	!	Ý	2		
E SOH RS	>	N			n	~	Ä	×	«	¥	+	í	-	-		
F SI US	/	?	O		o	DEL	Å	f	»	+	¤	-	,			

L'ASCII 8

Pour obtenir dans un traitement de texte un caractère spécial, appuyer sur la touche Alt puis taper le numéro en décimal du caractère de la grille ci-dessus (référencée en hexa).

128 Ç	144 É	160 á	176 _	192 +	208 ð	224 Ó	240 -
129 ü	145 æ	161 í	177 _	193 -	209 Ð	225 ß	241 ±
130 é	146 Æ	162 ó	178 _	194 -	210	226 Ô	242 -
131 â	147 ô	163 ú	179 !	195 +	211 Ë	227 Ò	243 3/4
132 ä	148 ö	164 ñ	180 !	196 -	212 Ë	228 õ	244 ¶
133 à	149 ò	165 —	181 Á	197 +	213 i	229 Õ	245 §
134 å	150 û	166 ª	182 Â	198 á	214 í	230 µ	246 ÷
135 ç	151 ù	167 °	183 Â	199 Á	215 î	231 þ	247 ,
136 ê	152 ÿ	168 ¿	184 ©	200 +	216 ï	232 þ	248 °
137 ë	153 Ö	169 ®	185 !	201 +	217 +	233 Ú	249 "
138 è	154 Ü	170 ¬	186 !	202 -	218 +	234 Û	250 .
139 ï	155 ø	171 1/2	187 +	203 -	219 _	235 Ù	251 ¹
140 î	156 £	172 1/4	188 +	204 -	220 _	236 ý	252 ³
141 ï	157 Ø	173 i	189 ¢	205 -	221 !	237 Ý	253 ²
142 Ä	158 ×	174 «	190 ¥	206 +	222 ¡	238 —	254 —
143 Å	159 f	175 »	191 +	207	223 _	239 ,	255 ,

Exemple : avec la police de caractères **Times New Roman**

Alt + 171 = ½.

11 Circuits et liaisons de données

11•1 Généralités

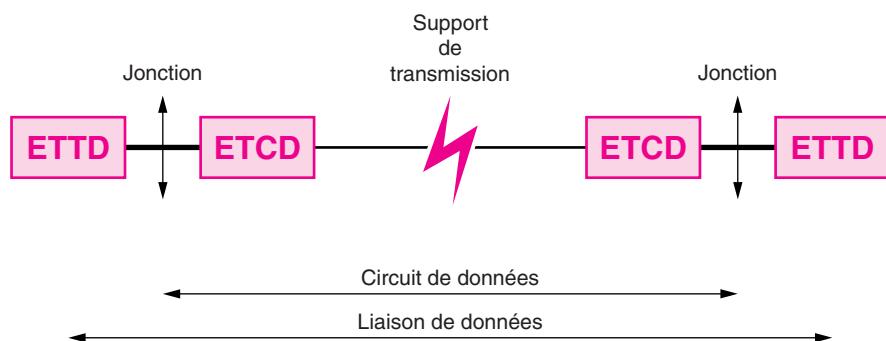
Si on considère les notions de canal de transmission et de support de transmission, pour définir leurs caractéristiques physiques et leurs performances, il faut s'intéresser aux configurations possibles des liaisons de données ainsi qu'aux équipements nécessaires à la transmission des données.

RAPPELS

- Un ETCD (*Equipement Terminal de Circuit de Données*) est un équipement placé à chaque extrémité du support de transmission. Il a pour rôle de convertir le signal à transmettre en un signal compatible avec les possibilités du support.
- Un ETTD (*Equipement Terminal de Traitement de Données*) est un équipement susceptible de transmettre des données. Un ETTD peut être indifféremment un terminal (console, Télétype) ou un ordinateur (serveur, poste de travail).

Relations entre ETTD et ETCD

Définitions



Une liaison de données représente l'ensemble des matériels et des logiciels fournissant les moyens fonctionnels nécessaires pour acheminer des données. La liaison de données gère le circuit de données et s'occupe de la correction d'erreurs générées sur le circuit de données.

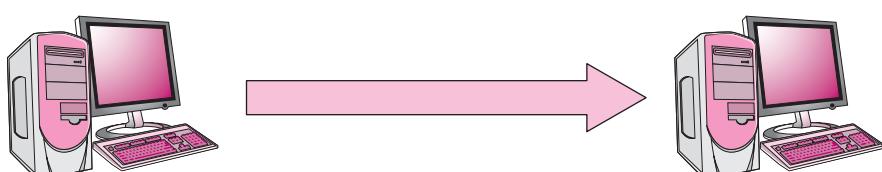
11•2 Nature des liaisons de données

Liaisons uni ou bidirectionnelles

Les liaisons de données permettent trois modes d'échange : la transmission unidirectionnelle, bidirectionnelle à l'alternat et bidirectionnelle simultanée.

LA LIAISON DE DONNÉES UNIDIRECTIONNELLE (SIMPLEX)

Dans ce type de circuit, un seul sens de transmission est possible.
Ex: radiodiffusion, télédiffusion etc.

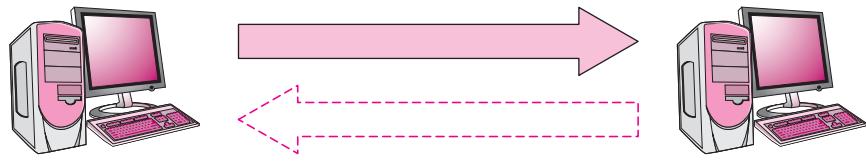


Liaisons
uni ou
bidirectionnelles
(suite)

LA LIAISON DE DONNÉES BIDIRECTIONNELLE À L'ALTERNAT (HALF DUPLEX)

Dans ce type de circuit, les deux sens de transmission sont possibles, mais alternativement. La transmission peut être assurée par une liaison 2 fils ou 4 fils.

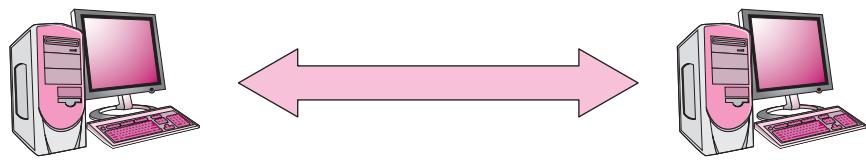
Ex. : Talkie walkie, C B (Citizen Band), etc.



LE CIRCUIT DE DONNÉES BIDIRECTIONNEL SIMULTANÉ

Dans ce type de circuit, les deux sens de transmission sont assurés simultanément. La transmission peut être assurée par une liaison 2 fils ou 4 fils.

Ex. : Téléphone, etc.

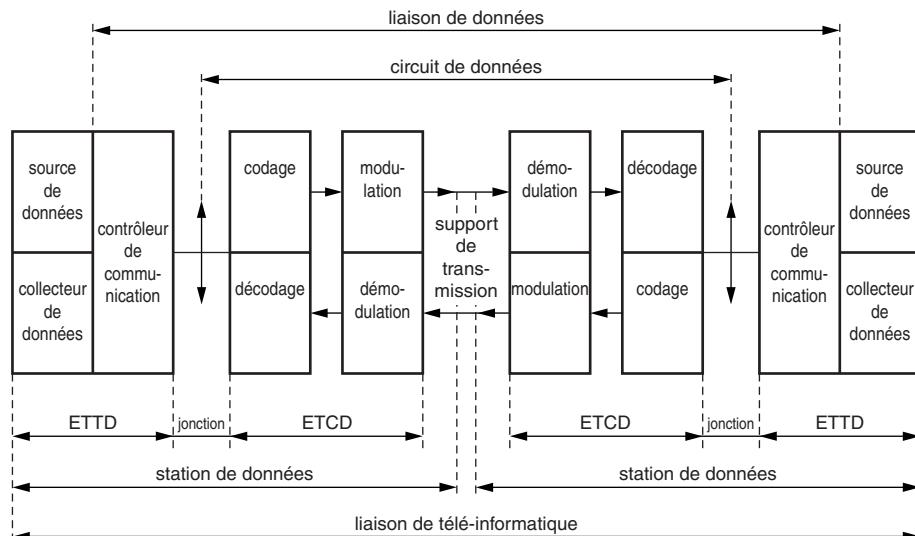


12 Jonction série V24 ou RS232

A

Les transmissions

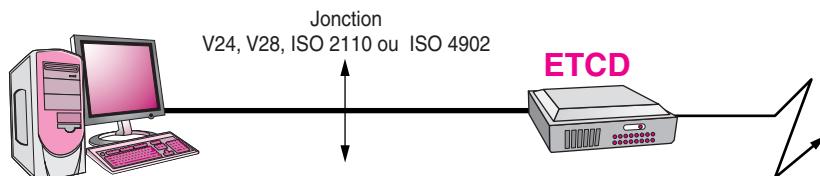
12•1 Généralités



Pour assurer une transmission de données, il est nécessaire d'échanger des informations (données, de supervision, commandes et de rythmes d'horloge...) entre l'ETCD (interface, modem ou ERBdB) et l'ETTD (terminal).

Ces circuits constituent la **JONCTION** ou *interface* entre ETTD et ETCD.

La jonction



V24 Nom usuel de la jonction. Il définit l'aspect fonctionnel de la jonction selon le CCITT.

V28 Définit les tensions électriques de la jonction selon le CCITT.

ISO 2110 Définit l'aspect mécanique et connectique (25 pts) de la jonction selon l'ISO.

ISO 4902 Définit l'aspect mécanique et connectique (9 pts) de la jonction selon l'ISO.

Pour les U.S., cette jonction est nommée RS 232 C.

Cette jonction a donc pour but de permettre la gestion par le terminal du déroulement d'une communication.

En général, une communication comprend quatre phases :

- 1 • **Établissement** d'un circuit entre deux correspondants
- 2 • **Initialisation** de la transmission
- 3 • **Transmission** proprement dite
- 4 • **Libération** de la transmission

12•1•1 Établissement du circuit

Il consiste à effectuer les opérations qui permettent de créer un chemin (routage) pour assurer la transmission de données.

Dans le cas d'une LS exclusivement utilisée pour la transmission de données, cette phase est inexistante.

Dans le cas d'une LS qui peut être alternativement utilisée pour un service téléphonique (transmission de la voix) et pour la transmission de données, l'établissement consiste (pour la transmission de données) à connecter l'ETCD à la ligne.

Dans le cas de l'utilisation du RTC, l'établissement consiste à gérer l'ensemble des opérations de numérotation et de routage et à connecter l'ETCD au réseau.

La phase d'établissement n'a lieu qu'une fois au moment de la mise en service des équipements.

ÉTABLISSEMENT DU CIRCUIT

Il consiste à effectuer les opérations qui permettent de créer un chemin (routage) pour assurer la transmission de données.

Dans le cas d'une LS (Ligne Spécialisée) exclusivement utilisée pour la transmission de données, cette phase est inexistante.

Dans le cas d'une LS qui peut être alternativement utilisée pour un service téléphonique (transmission de la voix) et pour la transmission de données, l'établissement consiste (pour la transmission de données) à connecter l'ETCD à la ligne.

Dans le cas de l'utilisation du RTC, l'établissement consiste à gérer l'ensemble des opérations de numérotation et de routage et à connecter l'ETCD au réseau.

La phase d'établissement n'a lieu qu'une fois au moment de la mise en service des équipements.

Opération de routage

INITIALISATION

Elle consiste à préparer les équipements pour assurer correctement la transmission : détection de présence du signal d'appel et convergence des asservissements internes tels que reconnaissance de la porteuse, égalisation, synchronisation des horloges...

Si la liaison fonctionne à l'alternat, une nouvelle initialisation est effectuée à chaque retournement.

TRANSMISSION

C'est la durée pendant laquelle les informations utiles sont effectivement transmises.

LIBÉRATION

Elle termine la communication et libère le circuit.

Jonction série V24 ou RS232

12•1•2 Les circuits et brochages

N° DB 25			Circuit de jonction de la série 100				
	ETTD	ETCD			Dénomination française		Dénomination américaine
7			102	TS	Terre de Signalisation	SG	Signal Ground
2			103	ED	Emission de Données	TD	Transmitted Data
3			104	RD	Réception de Données	RD	Received Data
4			105	DPE	Demande Pour Emettre	RTS	Request To Send
5			106	PAE	Prêt A Emettre	CTS	Clear To Send
6			107	PDP	Poste de Données Prêt	DSR	Data Set Ready
20			108/1	CPD	Connecter le Poste de Données	CDSL	Connect Data Set to Line
20			108/2	TDP	Terminal de Données Prêt	DTR	Data Terminal Ready
8			109	DS DP	Détection du Signal en ligne ou Détection de Porteuse	DCD	Data Carrier Detect
			110	DQ	Détection de Qualité du signal	DSQD	Data Signal Quality Detector
23			111	SDB	Sélection du Débit binaire	DSRS	Data Signal Rate Selector
24			113	HET	Horloge ExTerne émission	TCE	Transmitter Clock External
15			114	HEM	Horloge EMission binaire	TC	Transmitter Clock
17			115	HR	Horloge Réception	RC	Receiver Clock
22			125	IA	Indicateur d'Appel	RI	Ring Indicator
25			142	IE	Indicateur d'Essai	TI	Test Indicator

Aujourd'hui, cette jonction série 25 points a disparu.

Il existe néanmoins beaucoup d'appareils qui se paramètrent par un port série asynchrone du PC avec comme configuration par défaut :

Débit 9 600 bps
 Parité non
 Bit de start 1
 Bit de stop 1

La jonction permet de communiquer avec différents appareils ou entre PC en mode « modem nul » c'est-à-dire sans carte réseau.

L'interface série tend à disparaître sur nos ordinateurs.

Toutefois, il existe sur le marché de l'informatique des convertisseurs USB / V24 9 broches.

Jonction série V24 ou RS232

12•2 Jonction série V24 sur connecteur SUB-D 9 broches

12•2•1 Brochage de la jonction

	DB 9 pts	Signal	N° circuit	E/S	Utilisation
V24	1	CD	109	E	Carrier Detect : annonce que l'autre équipement reçoit une réponse
	2	RD	104	E	Received Data : entrée de réception des données
	3	TD	103	S	Transmitted Data : sortie d'émission des données
	4	DTR	108	S	Data Terminal Ready : indique à l'autre équipement que l'on souhaite communiquer
	5	SG	102		Signal Ground : masse de référence des signaux (0 V)
	6	DSR	107	E	Data Set Ready : indique que l'équipement opposé est prêt
	7	RTS	105	S	Request To Send : demande à l'équipement opposé de se tenir prêt à recevoir
	8	CTS	106	E	Clear To Send : indique que l'équipement opposé est prêt à recevoir
	9	RI	125	E	Ring Indicator : indique que le modem reçoit un appel

Les circuits principaux sont 102, 103 et 104.

12•2•2 Aspect électrique de la jonction

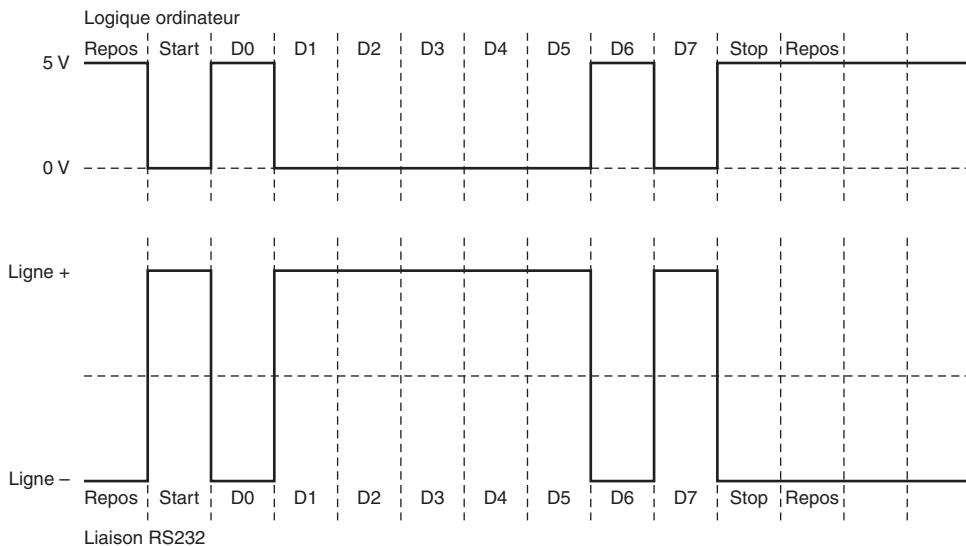
V28 Afin de compenser la perte des signaux en ligne, les signaux logiques sont lus dans deux fenêtres de potentiels :

1 logique	$-15 \text{ V} < U < -3 \text{ V}$
0 logique	$+3 \text{ V} < U < +15 \text{ V}$

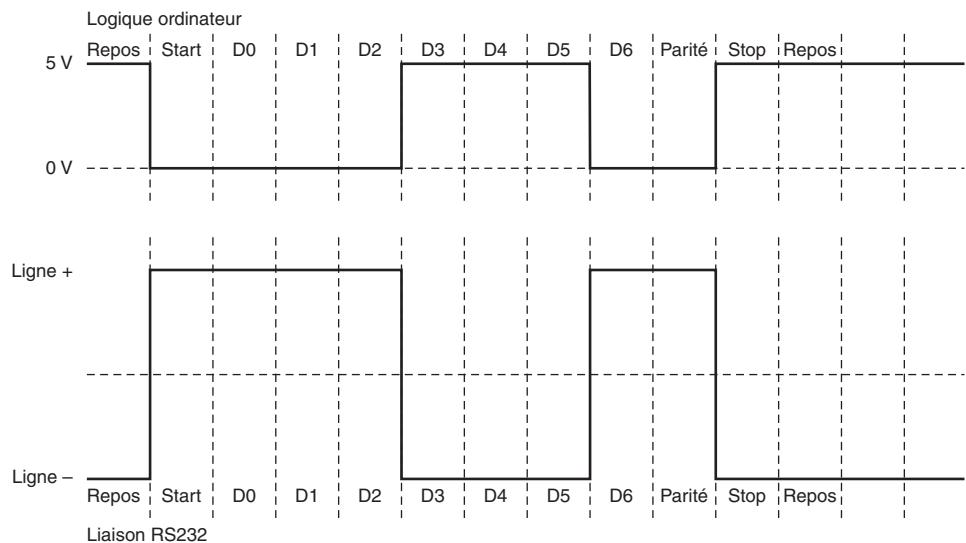
Jonction série V24 ou RS232

12•2•3 Transmission du caractère

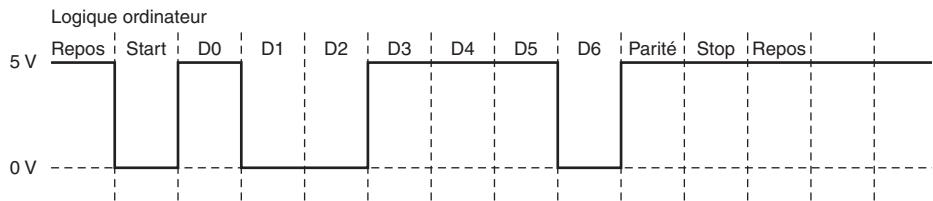
A = \$41 avec : 8 bits de donnée, 1 stop, aucune parité



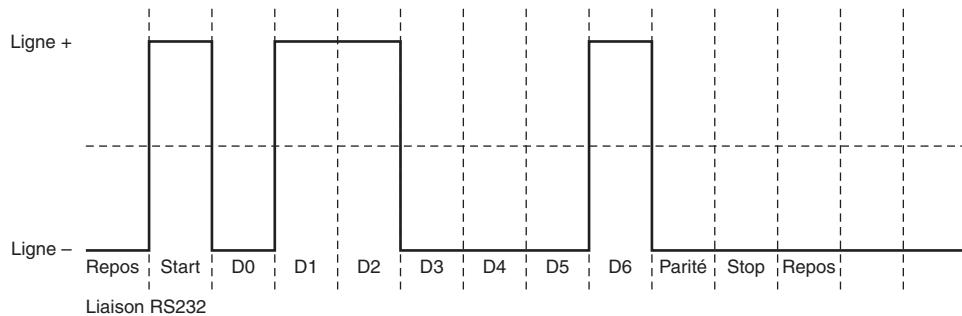
8 = \$38 avec 7 bits de donnée, 1 stop, parité impaire



9 = \$39 avec 7 bits de donnée, 1 stop, parité impaire

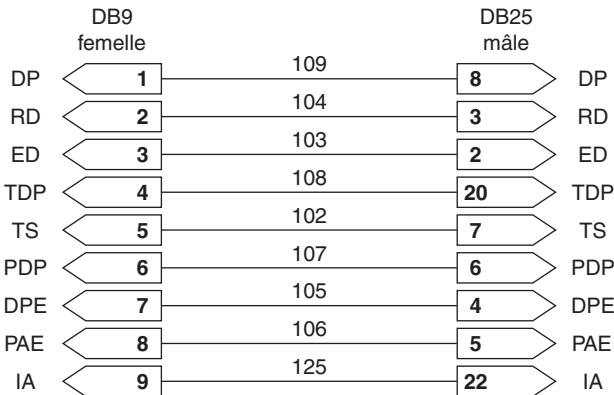


Jonction série V24 ou RS232

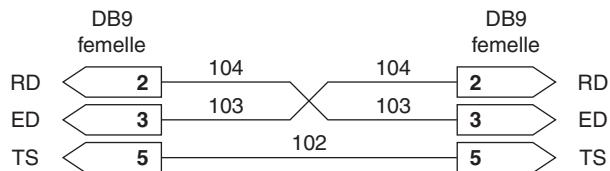


12•3 Connexions diverses

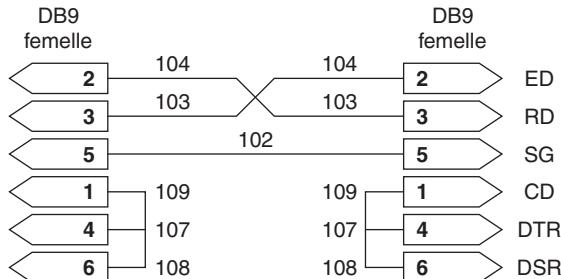
Connexion de la DB9 d'un ETTD et de la DB25 d'un ETCD (modem)
Le cordon est dit DROIT



Liaison minimum entre 2 PC via les ports com
Le cordon est dit croisé



Liaison entre 2 PC via les ports com
Le cordon est dit croisé avec 107, 108 et 109 forcés



Differentes liaisons

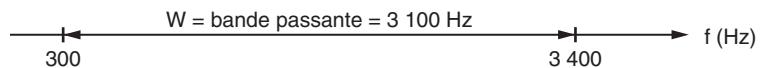
13 La modulation

13•1 Généralités sur la modulation

Généralités

Pour communiquer, il faut être capable d'adapter le signal à transmettre au support de transmission. Pour établir une communication avec un correspondant, il faut emprunter un chemin qui peut être une ligne spécialisée (LS) ou un réseau existant (numérique ou analogique).

Aujourd'hui, le réseau RTC est le plus couramment utilisé pour transmettre des informations. Mais il a ses spécificités, il nous faut donc adapter les signaux binaires de l'ordinateur au support de transmission qui n'accepte que des signaux sinusoïdaux dont la bande passante est bornée de la manière suivante :

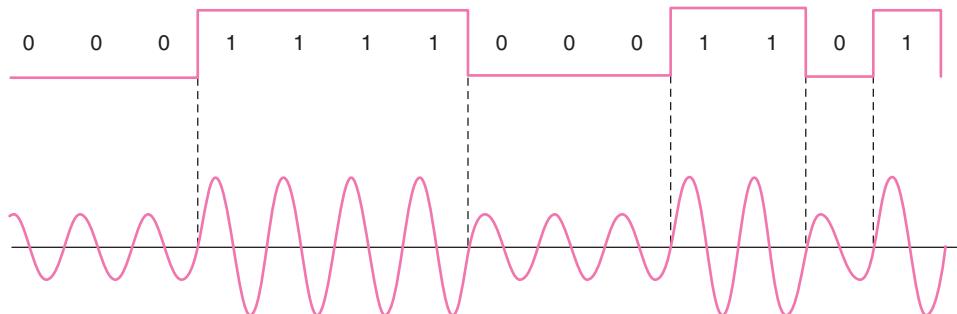


Pour cela, on utilise un ETCD appelé MODEM qui permet de moduler un signal binaire en fréquence, en phase, en amplitude ou encore en phase et amplitude.

13•2 La modulation d'amplitude

Modulation d'amplitude

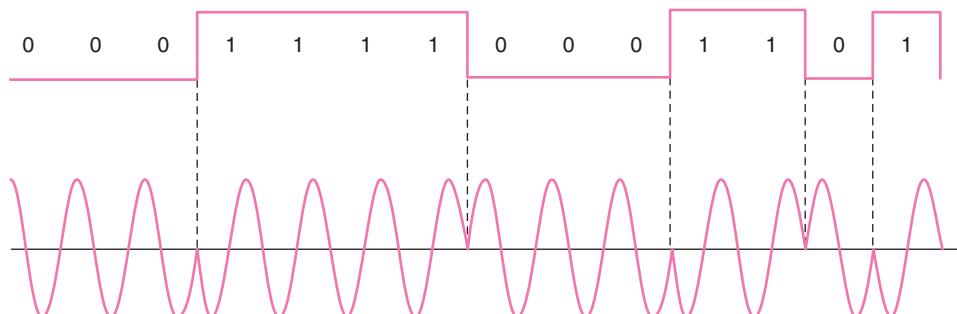
Pour cette modulation, la distinction entre le « 0 » et le « 1 » est obtenue de la manière suivante :



13•3 La modulation de phase

Modulation de phase

Pour la modulation de phase, la distinction entre le « 0 » et le « 1 » est effectuée par un signal qui commence à des emplacements différents de la sinusoïde (phase).

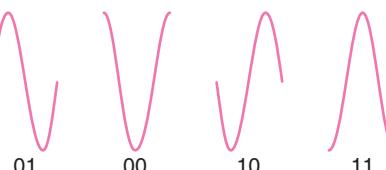
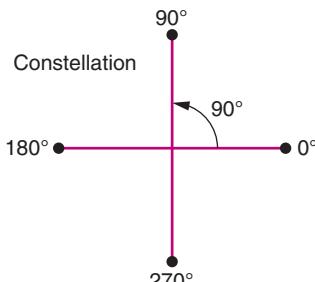


Le principe consiste à avancer de 180° le signal à chaque changement d'état binaire.

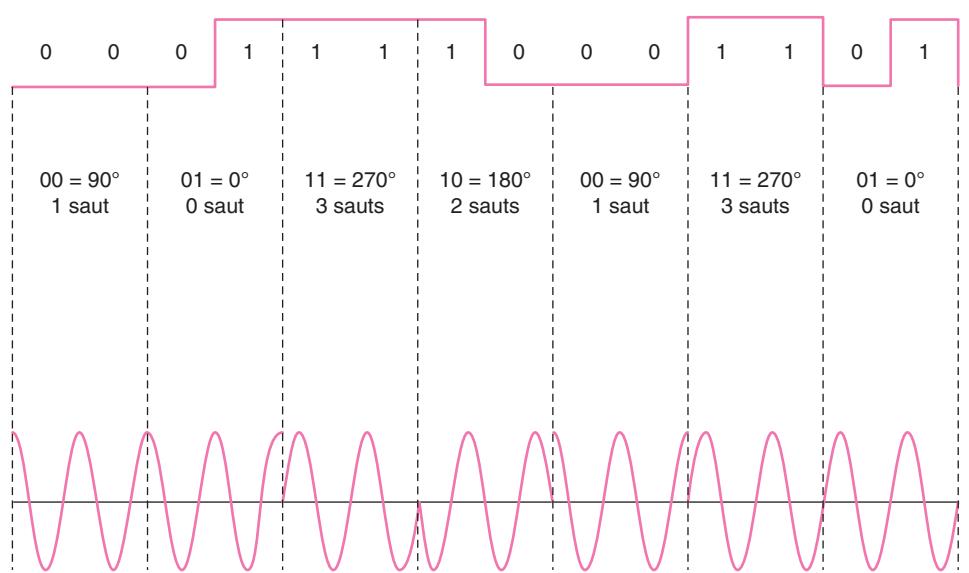
- En utilisant quatre phases « signal quadrivalent », on peut coder deux bits à chaque état. On dit aussi que le signal est de valence quatre. Cela a pour conséquence d'avoir un débit binaire deux fois plus important que la rapidité de modulation.

À la fin de chaque instant significatif, un saut de phase exprimera un dabit.

Table de conversion		
Dabit	Phase	Saut
01	0°	0
00	90°	1
10	180°	2
11	270°	3



Modulation de phase (suite)

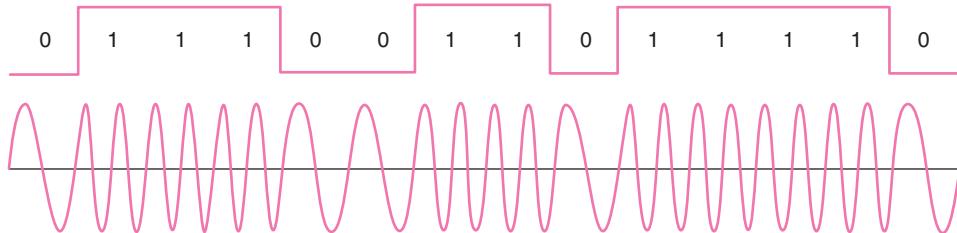


La modulation

13•4 La modulation de fréquence

Pour cette modulation, la distinction entre le « 0 » et le « 1 » est obtenue en changeant la fréquence de l'émetteur de la manière suivante :

Modulation de fréquence



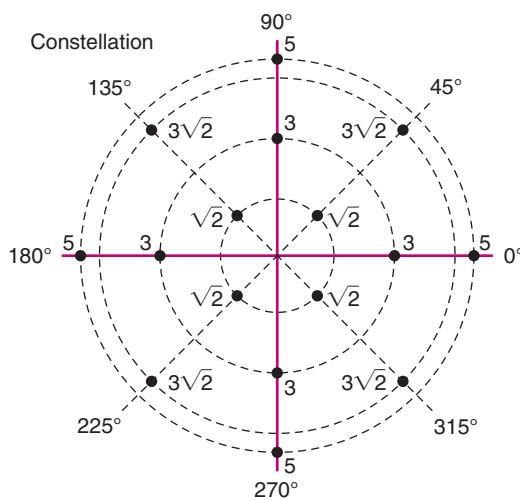
À un « 0 » logique correspond une fréquence f_1 et à un « 1 » logique, correspond une fréquence f_2 .

13•5 La modulation de phase et d'amplitude combinées

- Rapidité de modulation 2 400 Bauds
- Débit binaire 9 600 bps
- Valence 16 donc 4 bits sont émis par intervalle significatif.

Saut de phase	b1	Amplitude relative	b1	b2	b3	b4	Saut de phase
0°-90°	0	3		0	0	1	0°
180°-270°	1	5		0	0	0	45°
45°-135°	0	$\sqrt{2}$		0	1	0	90°
225°-315°	1	$3\sqrt{2}$		0	1	1	135°
				1	1	1	180°
				1	1	0	225°
				1	0	0	270°
				1	0	1	315°

Modulation combinée



13•6 Synthèse

Les Modem (Modulateur Démodulateur) ont pour charge de transformer le signal binaire NRZ présent sur la jonction, en un autre, de même débit binaire D (bit par seconde) respectant les deux critères suivants :

- Répartition d'énergie en fréquence (spectre) située dans la bande passante du support de transmission : par exemple, 300-3 400 Hz pour la voie téléphonique.
- Rapidité de modulation R (Bauds) c'est-à-dire le nombre d'éléments physiques du signal (états significatifs) transmis par seconde, ne dépassant pas la possibilité du support.

NOTA

Modem

Les différentes études démontrent que la rapidité de modulation possible sur un support de bande passante Bp finie est limitée. La valeur maximale théorique est donnée par le 1^{er} critère de NYQUIST :

$$R \text{ (Bauds)} < \text{ou} = \frac{1}{2} \times B_p \text{ (Hz)}$$

Dans le cas de la voie téléphonique 300-3 400 Hz, la bande passante théorique est de 3 100 Hz et donc la rapidité de modulation théorique maximale est de 6 200 Bauds.

Compte tenu des paramètres physiques de la ligne, du spectre et des problèmes technologiques liés à ce type de transmission, les modems téléphoniques actuellement construits ne dépassent pas 2 400 Bauds.

14 Codage en bande de base

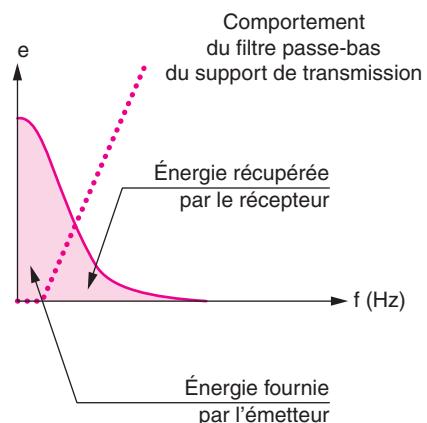
14•1 Généralités

Un ERBdB (appelé par abus de langage Modem Bande de Base) utilise des signaux bande de base. Ce sont des signaux qui n'ont pas subi de translation dans le domaine des fréquences.

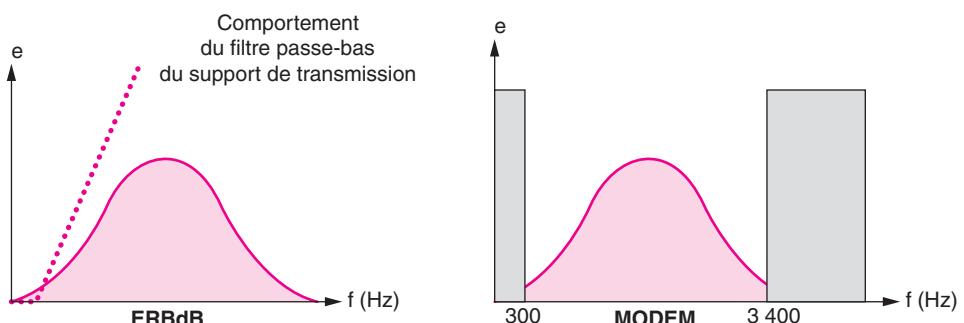
Ils perçoivent un signal aléatoire de la jonction qui est du type NRZ (Non Remis à Zéro) qui a pour principal défaut d'avoir un spectre d'énergie centré sur la fréquence « 0 », fréquence pour laquelle l'énergie est maximale.

Il faut donc transcoder le signal afin de décaler son spectre d'énergie car la ligne de transmission se comporte toujours comme un filtre « passe-bas » par exemple :

Spectre d'énergie du codage binaire NRZ de la jonction



Modem bande de base



Deux technologies sont mises en œuvre pour coder les signaux numériques dans les réseaux :

- Les codages en ligne qui impliquent la conversion en temps réel des informations « NRZ, Manchester, etc. ».
- Les codages complets qui se réfèrent à une table de conversion « 4B/5T, 2B1Q, etc. »

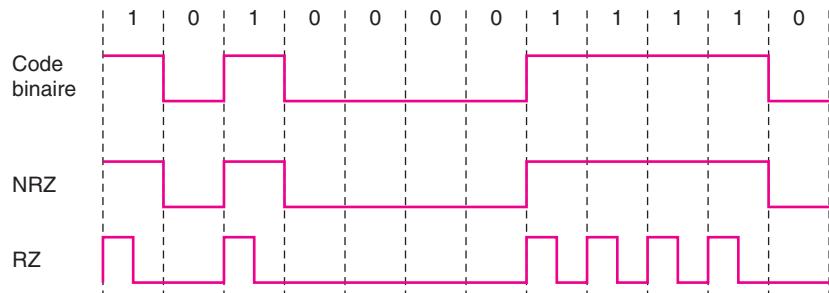
14•2 Les codages en ligne

LE CODAGE RZ ET NRZ

Le code le plus simple à réaliser est probablement le code **NRZ**, ces initiales provenant de *Non Retour à Zéro*. Dans ce code, le niveau haut à coder ne donne pas naissance à une impulsion revenant à zéro comme c'est le cas avec le code **RZ**, *Retour à Zéro*.

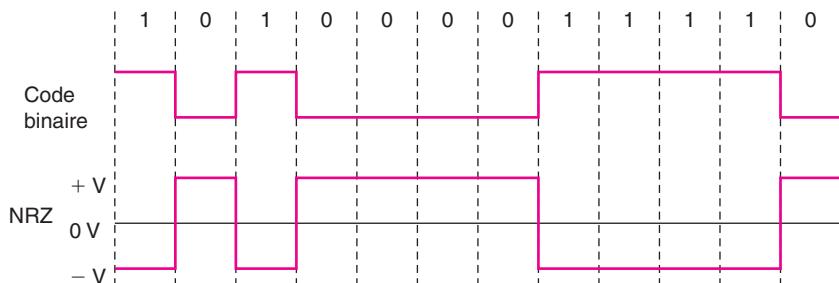
Toutefois, on constate qu'il y a une perte de synchronisation en ligne si répétition de « 1 » ou de « 0 ».

Codes
RZ et NRZ



Codage NRZ issu de l'interface série d'un PC.

Le port de communication série asynchrone du PC code le 1 logique – V et le 0 logique + V.

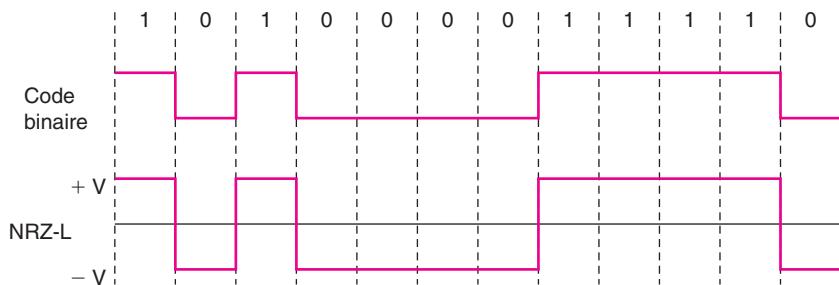


LE CODAGE NRZ-L (Non Return to Zero Level)

Ce code est identique au NRZ mais avec deux niveaux de voltage.

Ce code est utilisé par les réseaux 100 bVG-AnyLAN et Ethernet 100 bT4.

Codage
NRZ-L



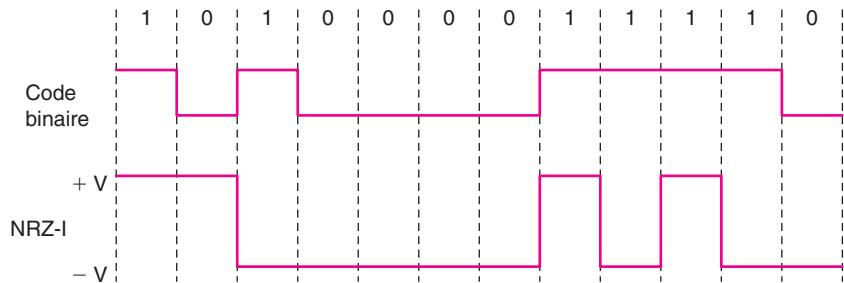
Codage en bande de base

LE CODAGE NRZ-I (Non Return to Zero Invert on one)

Ce code est une variante du code NRZ-L qui consiste à inverser la polarité pour chaque 1.

Ce code est utilisé par les réseaux FDDI et Ethernet 100 bFX.

Codage NRZ-I



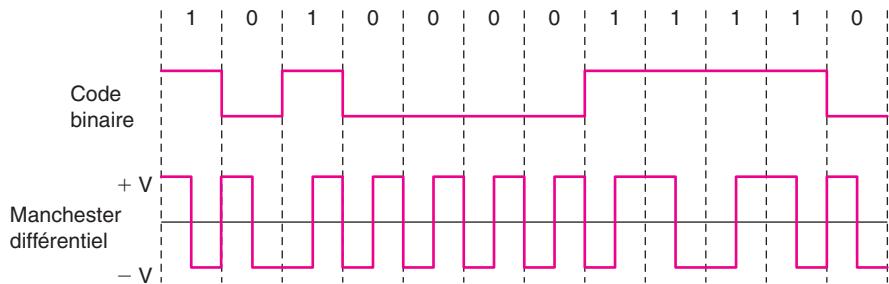
LE CODAGE BIPHASÉ DIFFÉRENTIEL OU MANCHESTER DIFFÉRENTIEL

À un « 0 » on recopie le symbole associé à l'élément binaire précédent.

À un « 1 » on déphase de π le symbole associé à l'élément binaire précédent.

Ce code est utilisé pour le réseau Token-Ring 802.5.

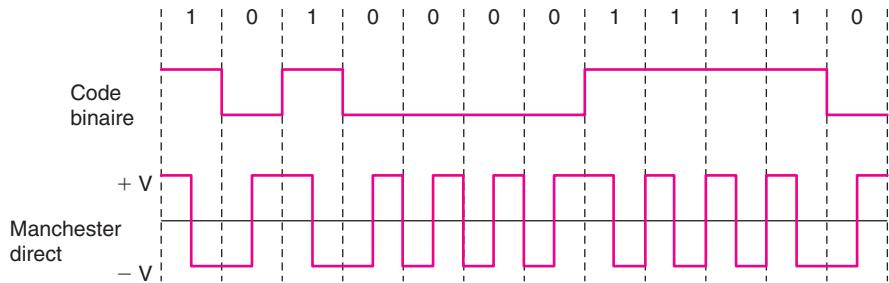
Codage biphasé



LE CODAGE BIPHASÉ DIRECT OU MANCHESTER DIRECT

Par rapport au codage précédent, dans la codage biphasé direct, on déphase le signal de π à chaque changement d'état du code binaire NRZ. Ainsi deux « 1 » ou deux « 0 » n'entraînent pas de changement de phase.

Ce code est utilisé par le réseau Ethernet 802.3.



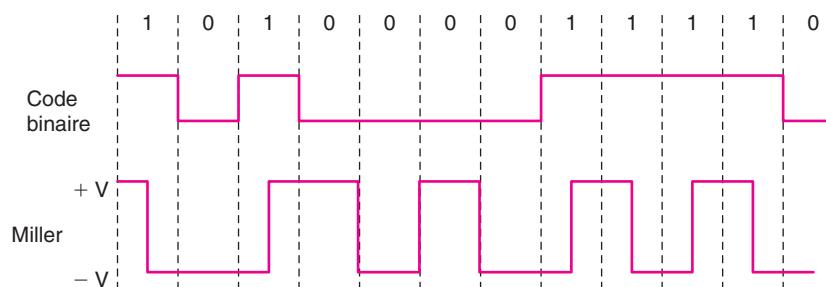
Codage en bande de base

AUTRES CODAGES

LE CODAGE DE MILLER ou DM (*Delay Modulation*)

Un « 1 » se traduit par une transition à mi-bit alors qu'un « 0 » ne se traduit par une transition en fin de bit que si le bit suivant est un zéro.

Codage de Miller

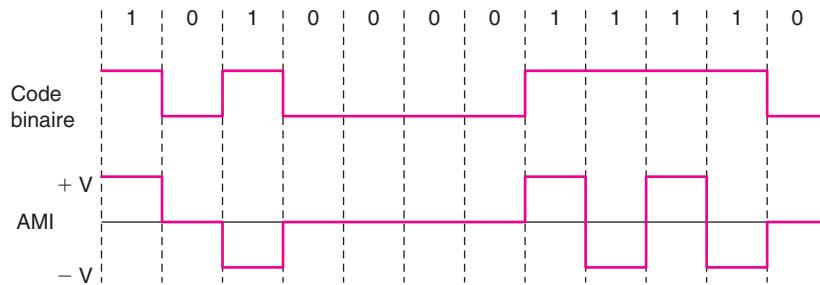


LE CODE BIPOLAIRE NRZ D'ORDRE 1 OU CODE AMI

À un « 0 » est associée une tension nulle.

Aux « 1 » on associe alternativement une tension + V et – V afin de supprimer la composante continue.

Code bipolaire NRZ d'ordre 1



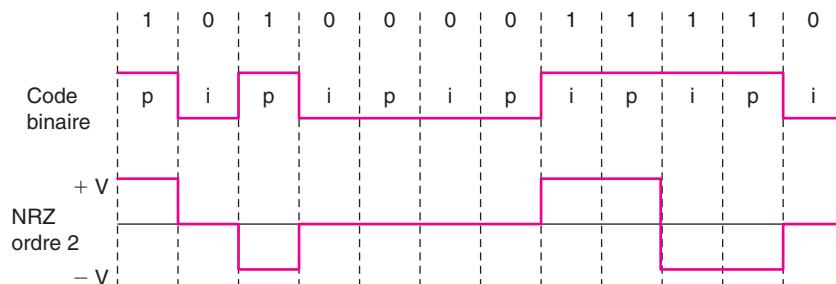
LE CODE BIPOLAIRE D'ORDRE 2

À un « 0 » est associée une tension nulle.

Les « 1 » de rangs pairs suivent la règle de bipolarité entre eux seulement et on leur associe les tensions + V et – V.

Les « 1 » de rangs impairs suivent la règle de bipolarité entre eux seulement et on leur associe les tensions + V et – V.

Code bipolaire NRZ d'ordre 2



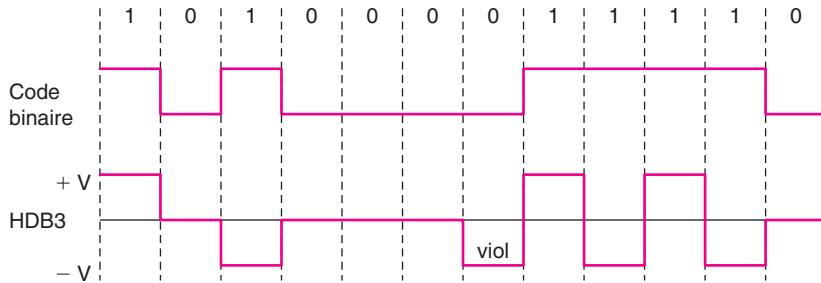
Codage en bande de base

LE CODE HDB3

Le code HDB3 (Haute Densité Bipolaire d'ordre 3) est dérivé du code AMI. Il est modifié de façon à éviter la présence en ligne de plus de trois « 0 » consécutifs. On force à « 1 » le quatrième « 0 » en viol de polarité.

Son utilisation est réservée pour les systèmes à 2, 4, 8, 34 Mbps.

Code HDB3

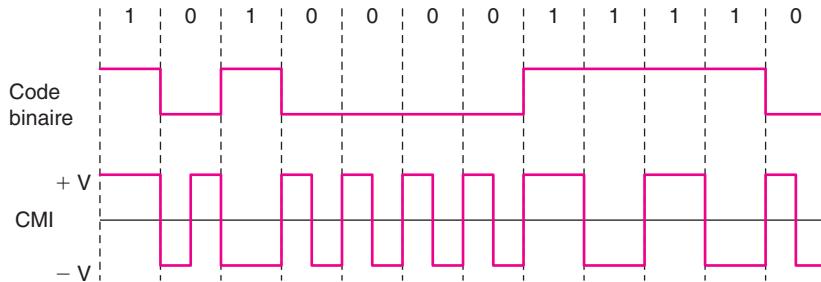


LE CODE CMI (*Coded Mark Inversion*)

Le code CMI (*Coded Mark Inversion*) est un code à deux niveaux sans composante continue. Les « 1 » sont représentés alternativement + V et - V. Les « 0 » sont transmis à 50 % de l'état significatif à - V et 50 % à + V.

Son utilisation est réservée pour les systèmes à 34 Mbps et 140 Mbps (fibre optique et fils métalliques).

Code CMI

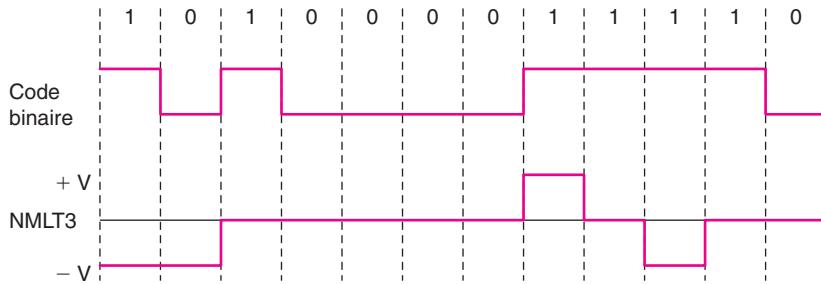


LE CODE MLT3

Le codage consiste à changer de niveau d'amplitude (parmi 3 niveaux) pour chaque 1.

Ce codage est utilisé pour le réseau 100 bTX.

Code MLT3



14•3 Les codages complets

Généralités

Les transferts de l'information numérique se faisant à des débits de plus en plus élevés, le problème de bande passante s'est posé avec acuité, en particulier pour les transmissions sur cuivre à haut débit (liaisons courtes, jonctions). Il a donc été nécessaire d'utiliser des codes qui présentent un encombrement spectral le plus réduit possible, en particulier vers les hautes fréquences. Parmi les codes retenus, deux types sont particulièrement utilisés : les codes type mBnT et 2B/1Q.

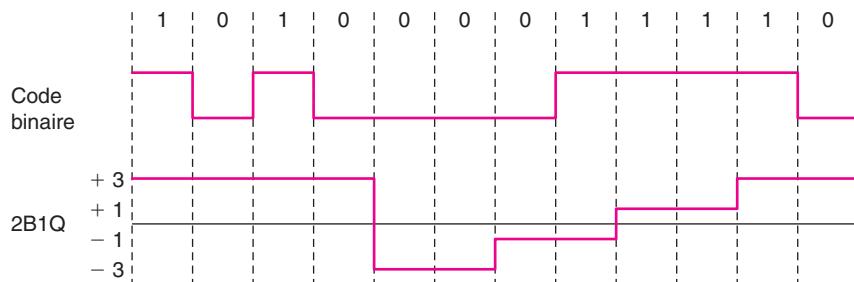
Les codes type mBnT présentent l'avantage de la simplicité, de la performance et la possibilité du contrôle d'erreurs.

LE CODE 2B/1Q

Ce code permet de réduire d'un facteur 2 la rapidité de modulation du signal en ligne (donc de diviser par deux la bande passante du support) en adoptant un signal électrique bipolaire équilibré électriquement de valence 4, l'alphabet de traduction est unique, il met en correspondance les mots binaires 2B encore appelés dabit avec les éléments 1Q appelés.

Mot binaire 2B	Code 1Q
00	- 3
01	- 1
11	+ 1
10	+ 3

Code 2B/1Q



REMARQUE

Ce code n'offrant pas la possibilité de contrôler directement les dépassements de somme, afin d'éviter l'apparition d'une composante continue, il est nécessaire d'assurer quoi qu'il arrive une répartition équiprobable des éléments quaternaires ; cela est réalisé par embrouillage de la source binaire.

Ce code n'est plus un code symétrique, il n'autorise pas l'inversion des fils de la paire en cours de transmission.

LE CODE 4B/3T

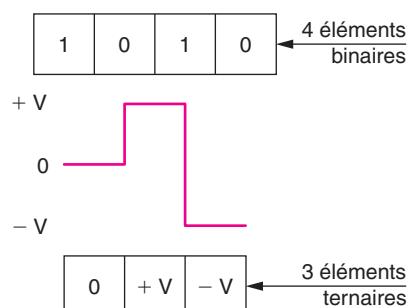
Utilisé depuis longtemps sur les lignes métalliques chargées de transporter les débits de 140 Mbit/s, le 4B/3T est un code bipolaire dont on a décidé d'utiliser toutes les potentialités.

Code 4B/3T

On utilise les différentes polarités des éléments de signal en faisant porter de l'information par cette polarité même.

Le principe est d'associer trois éléments de signal trivalent à quatre éléments binaires.

Le code ternaire obtenu possède des éléments de signal rallongés des 4/3 par rapport aux éléments binaires correspondants, ce qui donne une rapidité de modulation représentant les 3/4 de celle qu'il faudrait pour transmettre le binaire directement (transcodé HDB3, par exemple) ; la réduction de bande passante est alors évidente.



Codage en bande de base

Code
4B/3T
(suite)

Dans le cas du 140 Mbps, alors que la rapidité serait de 140 MBauds pour un codage HDB3, on obtient une rapidité de 104 MBauds avec le codage 4B/3T, ce qui se traduit par une bande passante (en respectant le critère de Nyquist) de 52 MHz pour le 4B/3T contre 70 MHz pour le HDB3.

Le code ternaire permet de véhiculer beaucoup plus d'informations puisque l'on tient compte de la polarité de ses éléments. Ainsi trois éléments ternaires permettent $3^3 = 27$ combinaisons, ce qui suffit amplement pour transporter les $4^4 = 16$ combinaisons des quatre éléments binaires à coder. La règle de codage doit tenir compte de deux principes fondamentaux :

- comme en réception il est indispensable de regrouper les éléments ternaires trois par trois en respectant l'ordre des triplets 3T, il faut pouvoir synchroniser facilement ces derniers ;
- le code 3T pouvant comporter des suites d'éléments de signal positifs ou négatifs, il faut mettre en place un mécanisme qui empêche l'apparition de déséquilibres électriques (apparition d'une composante continue qui serait préjudiciable à sa transmission en ligne).

Pour répondre à la première contrainte, on a interdit le triplet 000, ce qui fait que pendant la période d'initialisation du transcodeur réception 4B/3T, toute séquence reçue de type 000 indique que l'on n'est pas synchronisé correctement et qu'il faut donc décaler d'une unité le groupement en triplets des éléments de signal jusqu'à disparition des séquences interdites 000, la synchro triplet est alors réalisée.

Pour répondre à la seconde contrainte, on a créé deux « alphabets » qui permettent de traduire les seize configurations 4B en autant de triplets 3T. Un dispositif surveille la polarité cumulée des éléments de signal et dirige la traduction 4B vers 3T au moyen de l'un ou de l'autre des alphabets, étant entendu que l'on a pris soin de créer les alphabets de façon à ce que l'un ait tendance à donner des cumuls positifs et l'autre des cumuls négatifs.

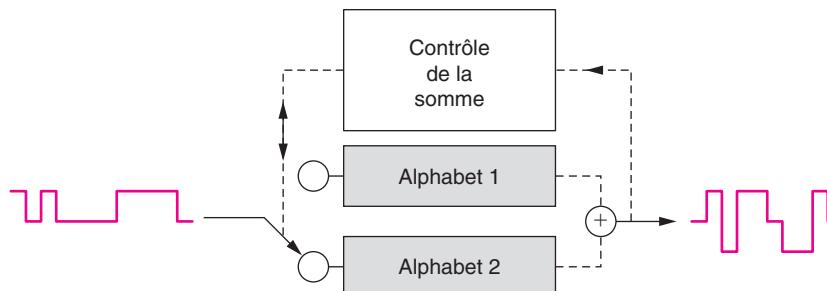
Les deux alphabets, permettant à chaque fois la traduction de seize possibilités 4B, devraient disposer de deux fois $16 = 32$ possibilités 3T, ce qui n'est pas possible. Il n'y a en effet que $27 - 1 = 26$ possibilités 3T (- 1 correspond à l'interdiction 000).

Cette apparente contradiction est levée par l'emploi de certaines possibilités 3T de façon redondante dans les deux alphabets comme illustré dans le tableau ci-après.

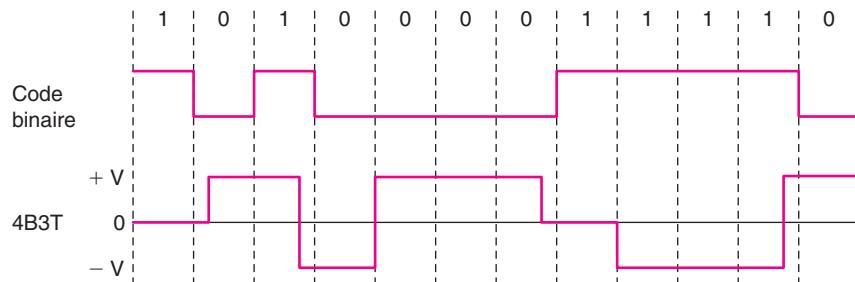
Mots binaires 4B	Alphabet 2 Choisi si cumul < 0	Cumul 2 > 0	Alphabet 1 Choisi si cumul > 0	Cumul 1 < 0
0000	+ V + V + V	+ 3	- V - V - V	- 3
0001	+ V + V 0	+ 2	- V - V 0	- 2
0010	+ V 0 + V	+ 2	- V 0 - V	- 2
0011	+ V 0 0	+ 1	- V 0 0	- 1
0100	0 + V + V	+ 2	0 - V - V	- 2
0101	0 + V 0	+ 1	0 - V 0	- 1
0110	+ V - V + V	+ 1	- V + V - V	- 1
0111	- V + V 0	0	- V + V 0	0
1000	+ V - V 0	0	+ V - V 0	0
1001	- V + V + V	+ 1	+ V - V - V	- 1
1010	0 + V - V	0	0 + V - V	0
1011	- V 0 + V	0	- V 0 + V	0
1100	+ V 0 - V	0	+ V 0 - V	0
1101	0 0 + V	+ 1	0 0 - V	- 1
1110	+ V + V - V	+ 1	- V - V + V	- 1
1111	0 - V + V	0	0 - V + V	0

Codage en bande de base

Le transcodeur 4B/3T effectue la surveillance du cumul (appelée aussi surveillance de somme) et impose au cumul de ne jamais dépasser ± 3 évitant ainsi l'apparition d'une composante continue sur le support.



Code 4B/3T (suite)



REMARQUE

Le code 4B/3T est un code symétrique, l'inversion de polarité de la paire en cours de transmission n'a pas d'importance (symétrie des alphabets).

Ce code est un code auto-surveillant car il permet de détecter la majeure partie des erreurs survenant en ligne ou « erreurs code » en surveillant, en réception, les événements de dépassement de somme positive et négative et de survenue de la séquence interdite 000.

15 Le câble téléphonique privé

Généralités

De manière générale, les capacités des câbles en cuivre les plus utilisées en téléphonie sont : 2 paires, 4 paires, 8 paires, 14 paires, 28 paires, 30 paires, 56 paires, 112 paires, 224 paires, 448 paires, 896 paires, 1792 paires, 2688 paires et 3584 paires.

Chaque paire torsadée est un circuit électrique différent.

Les premières paires sont au centre du câble et regroupées en amorces.

Une amorce est constituée de 7 paires de fils avec comme indication par paire :

- Fils 1 : une couleur significative **rangée par ordre alphabétique**.
- Fils 2 : un accompagnant ou **ACC** identique par amorce avec une couleur différente (bleu ciel, gris, orange, violet etc.).

Chaque amorce ou ensemble d'amorces sont enrubannés et l'ordre de rangement de ces « bottes de fils » se fait du centre du câble vers l'extérieur et dans l'ordre alphabétique du nom de la couleur.

Numéro de la paire dans l'amorce	Couleur significative
1	Blanc
2	Bleu
3	Jaune
4	Marron
5	Noir
6	Rouge
7	Vert

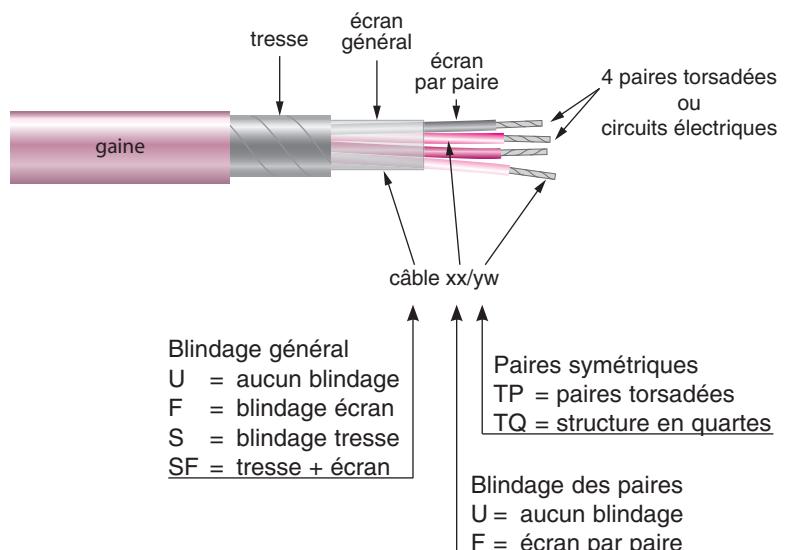
Exemple d'un câble téléphonique 30 paires.

Paire n°	Fil 1	Fil 2 ACC	ruban	Paire n°	Fil 1	Fil 2 ACC	ruban
1	Blanc	Bleu ciel	Blanc	16	Bleu	Orange	
2	Bleu	Bleu ciel	Blanc	17	Jaune	Orange	
3	Jaune	Bleu ciel	Blanc	18	Marron	Orange	
4	Marron	Bleu ciel	Blanc	19	Noir	Orange	
5	Noir	Bleu ciel	Blanc	20	Rouge	Orange	
6	Rouge	Bleu ciel	Blanc	21	Vert	Orange	
7	Vert	Bleu ciel	Blanc	22	Blanc	Violet	
8	Blanc	Gris	Blanc	23	Bleu	Violet	
9	Bleu	Gris	Blanc	24	Jaune	Violet	
10	Jaune	Gris	Blanc	25	Marron	Violet	
11	Marron	Gris	Blanc	26	Noir	Violet	
12	Noir	Gris	Blanc	27	Rouge	Violet	
13	Rouge	Gris	Blanc	28	Vert	Violet	
14	Vert	Gris	Blanc	29	Blanc	Bleu ciel	
15	Blanc	Orange		30	Bleu	Bleu ciel	

16 Le câble VDI multipaire

16·1 Appellation des câbles à paires torsadées

Avec la parution en septembre 2002 de la dernière révision concernant la norme internationale ISO 11 801 éd. 2, une normalisation d'appellation des câbles en fonction de leur structure a été définie.



Normalisation

Nouvelle appellation	Ancienne appellation	Désignation
U/UTP	UTP	Câble à paires torsadées non écranté
F/UTP	FTP	Câble à paires torsadées avec écran général
U/FTP	FTP PiMF	Câble à paires torsadées écranté par paire

Le câble VDI multipaire

Normalisation (suite)

Nouvelle appellation	Ancienne appellation	Désignation
 F/FTP Écran général Écran par paire	FFTP	Câble à paires torsadées avec écran général et écran par paire
S/FTP	SFTP	Câble à paires torsadées avec tresse générale et écranté par paire
F/UTQ	FTP	Câble à paires torsadées Structure en quartes avec écran général

16•2 Domaines d'utilisation et normes

Si le premier réseau d'échanges d'informations fut le réseau téléphonique (**WAN Wide Area Network**), dès les années 80 l'arrivée de l'informatique a imposé la cohabitation d'un deuxième réseau séparé (**LAN Local Area Network**).

Le développement croissant des LANs (Ethernet, voix sur IP, alarmes, contrôle d'accès etc.) et le besoin de flexibilité des installations (réseau physique en bus, étoile, anneau ou hiérarchisé) ont amené à avoir un câblage commun normalisé « le précâblage ».

La norme européenne EN 50-173 est applicable pour l'installation en précâblage, et la norme US EIA/TIA est relative aux câbles utilisés.

- L'architecture définie est l'étoile. Les câbles convergent du poste de travail vers l'armoire de brassage.
- Le support est la paire symétrique en cuivre et la fibre optique.
- La distribution horizontale en cuivre ne dépasse pas 100 m (les cordons de brassage compris).
- Les connecteurs sont les prises RJ45 (liaison cuivre), ou ST/SC (fibre optique).
- Les liaisons sont les classes A, B, C, D, E, F.
- La catégorie (de 1 à 7) se rapporte à la performance des composants du précâblage (câbles, prises, cordons de brassage).
- La classe (de A à F) définit les performances de la chaîne de liaison associant plusieurs composants.
- Pour valider une classe, tous les composants doivent être certifiés dans la catégorie correspondante.

Normalisation (suite)

16•3 Quelques règles de mise en œuvre

Précautions d'emploi

Les câbles transportent des signaux à haute fréquence, ce qui impose de prendre des précautions particulières lors de leur maniement.

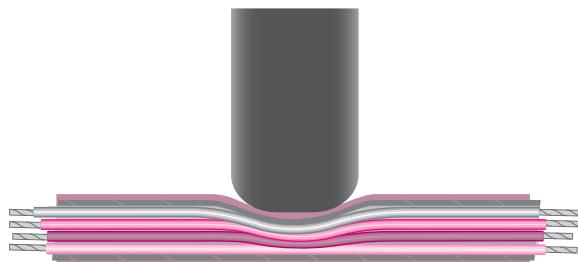
Toute action contraire entraînerait une modification de l'impédance caractéristique du câble et de ses performances.

Le touret de câble doit être stocké à l'abri de l'humidité.

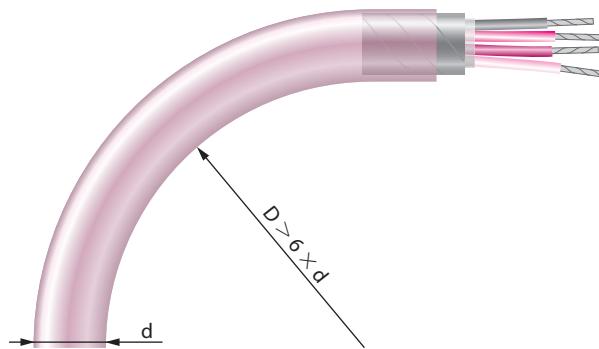
Un câble VDI doit être déroulé, il convient donc d'utiliser un dérouleur de câble.



Il ne faut pas marcher sur les câbles, ni les laisser au-dessous d'objets lourds.



La câble ne doit pas subir de torsions ou de déformations suite à un pli. Le rayon de courbure > 6 fois le diamètre du câble.

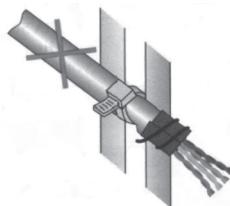


À la pose des câbles, il faut éviter que le câble se coinche lors d'un passage difficile. Il faut limiter l'effort de traction.



Le câble VDI multipaire

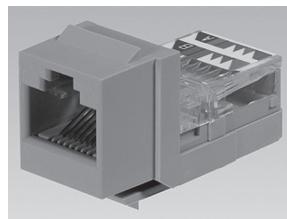
Utiliser de la bande velcro ou des colliers plastique non serrés pour le maintenir dans le chemin de câble.



Le câble VDI doit passer à plus de 50 centimètres des appareils perturbateurs (ballast et starter de fluo, moteurs, variateurs, onduleurs, etc.).

Si le cheminement du câble VDI doit couper une canalisation d'une autre nature, ce croisement devra se faire avec un angle de 90°. Si l'on utilise une goulotte pour la distribution, prendre une goulotte à deux ou trois compartiments et utiliser le compartiment inférieur pour le câble VDI. La tresse de masse d'un câble FTP doit être raccordée à au moins une des deux extrémités à 360° (queue de cochon à proscrire). Prévoir une terre unique entre les courants forts et les courants faibles.

Précautions d'emploi (suite)



Le raccordement des câbles sur des connecteurs muraux (RJ 45) sont généralement repérés par une double codification **EIA/ TIA 568A et 568B** et par le numéro des broches. La codification 568B est la plus utilisée en Europe.

Il est important de vérifier le codage initial d'une installation (568A ou B) avant d'effectuer une nouvelle installation.

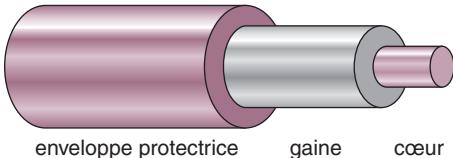
Le câblage du réseau doit être contrôlé pour la réception des travaux. Ce contrôle (appelé Recette) permet de vérifier les performances de l'installation.

17 La fibre optique

17•1 Présentation

Généralités

Une fibre optique est un fil de verre ou de plastique servant à conduire de la lumière. Elle offre un débit d'informations nettement supérieur aux autres supports de transmission comme le câble coaxial, le fil de cuivre, la transmission hertzienne, etc.

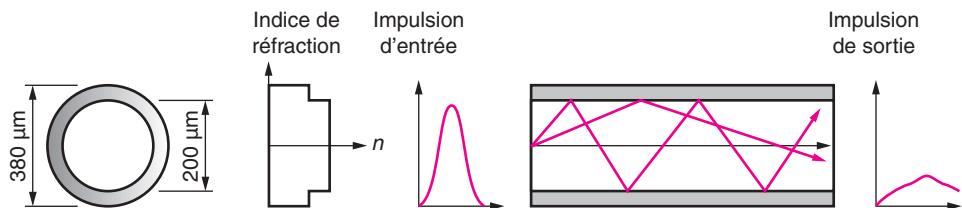


Elle est utilisée dans les réseaux locaux (LAN) pour s'affranchir des problèmes de rayonnement électromagnétique et augmenter la distance entre deux appareils communicants (distances supérieures à 100 m par rapport au câblage VDI avec paires torsadées en cuivre).

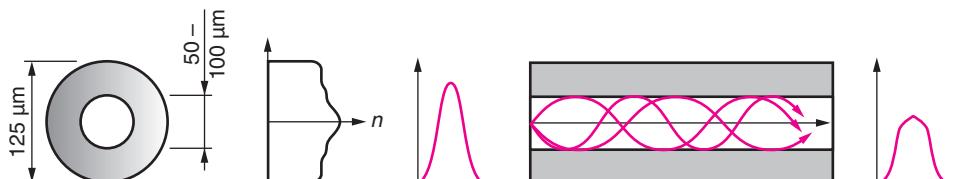
Elle est utilisée dans les réseaux étendus (WAN) pour interconnecter à l'échelle de la terre les systèmes de communications (télévision, téléphones, données informatiques etc). On la trouve dans tous les océans comme moyen d'interconnexion (réseaux maillés) des continents dans le domaine de la transmission de la voix et des données.

17•2 Les trois principales fibres optiques

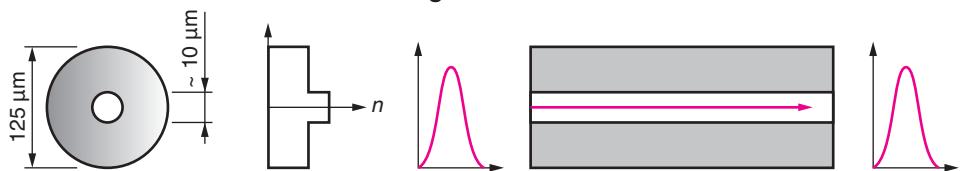
Fibre multimode à saut d'indice



Fibre à saut d'indice



Fibre à gradient d'indice



Fibre monomode

La fibre Multimode à saut d'indice 200/380 est constituée d'un cœur et d'une gaine optique en verre de différents indices de réfraction. Cette fibre provoque en raison de l'importante section du cœur, une grande dispersion des signaux la traversant, ce qui génère une déformation du signal reçu.

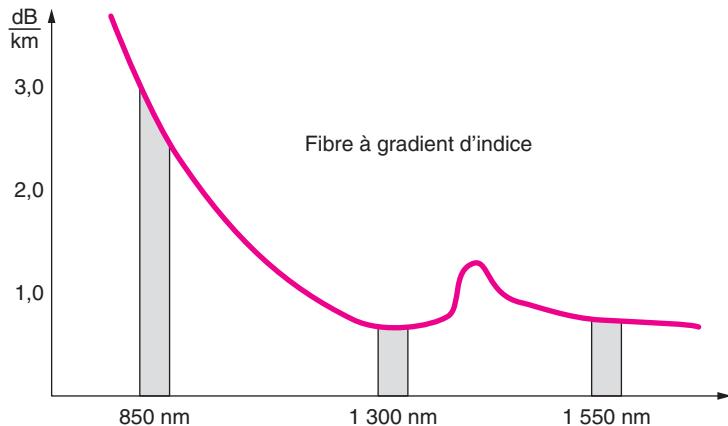
La fibre optique

La fibre Multimode à gradient d'indice a un cœur constitué de 2 couches de verre ayant un indice de réfraction proche. On s'approche ainsi d'une égalisation des temps de propagation, ce qui veut dire que l'on a réduit la dispersion nodale. Les principaux gabarits sont : (62,5/125) et (50/125).

En fonction de l'angle d'émission, le chemin parcouru n'a pas la même longueur pour tous les rayons. C'est ce que l'on appelle « la dispersion nodale ».

Affaiblissement de la lumière en fonction de la longueur d'onde de la source

Fibre multimode à gradient d'indice



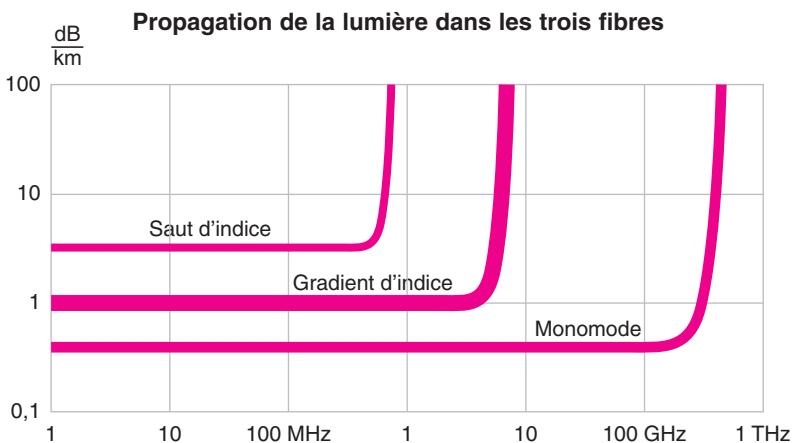
L'affaiblissement de la lumière dans la fibre est fonction de la longueur d'onde de la source. Elle est constante pour toutes les fréquences du signal utile transmis. Le dessin ci-dessus montre que l'affaiblissement est plus important dans le rouge (850 nm) que dans l'infrarouge (1 300 – 1 550 nm).

La fibre Monomode a un cœur si fin que le chemin de propagation est pratiquement direct. La dispersion nodale devient quasiment nulle. La bande passante transmise est presque infinie ($> 10 \text{ GHz}/\text{km}$). Cette fibre est utilisée essentiellement pour les sites à distance. Le petit diamètre du cœur ($10 \mu\text{m}$) nécessite une grande puissance d'émission, les diodes au laser sont donc utilisées dans ce cas.

Les émetteurs utilisés sont de trois types :

- Les LEDs *Light Emitting Diode* qui fonctionnent dans le rouge visible (850 nm). C'est ce qui est utilisé pour le standard Ethernet FOIRL.
- Les diodes à infrarouge qui émettent dans l'invisible à 1 300 nm.
- Les lasers, utilisés pour la fibre monomode, dont la longueur d'onde est 1 300 ou 1 550 nm.

Fibre monomode



17•3 Fabrication d'une fibre

Fabrication

La première étape, consiste à assembler une barre et un tube de verre d'une longueur d'un mètre et d'un diamètre extérieur de 10 centimètres pour l'obtention de plus de 100 km de fibre.

La deuxième étape consiste à chauffer ce tube et à le laminer jusqu'à l'obtention du diamètre extérieur voulu. La propriété du laminage est de garantir le même ratio entre le cœur et la gaine.

17•4 Quelques notions sur la lumière et la fibre optique

Longueur d'onde λ

On définit la longueur d'onde λ comme la distance parcourue par unité de temps en fonction de la célérité ou vitesse de la lumière dans le vide.

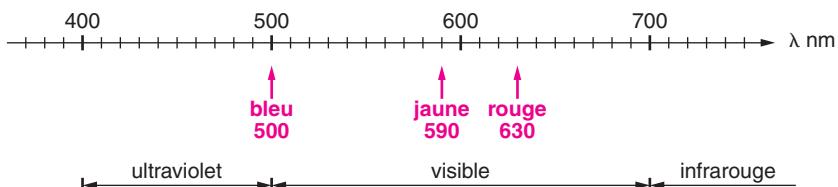
$$\lambda = ct \text{ ou } \lambda = c/f$$

$c = 3 \times 10^8$ m/s vitesse de la lumière dans le vide

t = temps de propagation du signal dans le milieu considéré

f = fréquence du signal dans le milieu considéré

λ = longueur d'onde en mètre



Indice du milieu

Un milieu est homogène s'il a les mêmes propriétés en tout point.

Un milieu est isotrope si les propriétés observées en un point ne dépendent pas de la direction d'observation.

Par définition : l'indice n d'un milieu est égal au rapport de la vitesse c de la lumière dans le vide à la vitesse v de la lumière dans ce milieu.

Pour l'air, $n \approx 1,000293$.

Propagation rectiligne de la lumière

Dans un milieu homogène et isotrope la lumière se propage en ligne droite.

Un milieu est homogène si ses propriétés sont les mêmes en tout point et isotrope si elles sont, en un point donné, indépendantes de la direction d'observation.

Principe de retour inverse

Le trajet suivi par la lumière est indépendant du sens de propagation.

La fibre optique

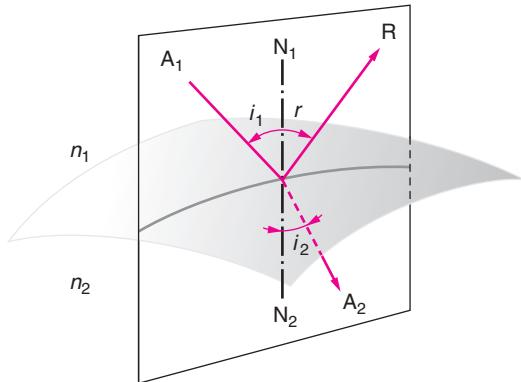
Elles ont été établies en Angleterre par SNELL en 1621 et retrouvées indépendamment en 1637, en France, par DESCARTES, d'une manière expérimentale. On sait aujourd'hui qu'elles résultent de la nature ondulatoire de la lumière.

Si on considère la surface de deux milieux homogènes isotropes ce dispositif constitue un dioptre. Quand on envoie à partir d'une source située dans le premier milieu (1) un faisceau de lumière incidente, l'expérience permet de distinguer de la lumière réfléchie (celle qui revient dans le milieu (1)) et (ou) de la lumière réfractée (celle qui passe dans le milieu (2)).

Lois de Descartes

Le plan d'incidence est défini par le rayon d'incidence (A_1) et la normale (N) à la surface de séparation des deux milieux au point d'incidence I.

Le rayon incident fait avec la normale au point d'incidence un angle i_1 , le rayon réfracté fait avec cette même normale un angle i_2 et le rayon réfléchi un angle géométrique (inférieur à 90°) noté r .



Avec ces conventions on a :

EN RÉSUMÉ

1^{re} LOI : Le rayon réfléchi et le rayon réfracté sont dans le plan d'incidence.

2^e LOI : Les angles d'incidence et de réflexion sont égaux et de sens contraires :

$$r = -i_1$$

3^e LOI : Pour chaque lumière monochromatique, les sinus des angles d'incidence et de réfraction sont liés par la relation :

$$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$$

REMARQUE IMPORTANTE

Formellement les lois de la réflexion et de la réfraction se réduisent à $n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$ si on convient de poser $n_2 = -n_1$ pour traduire le fait que la lumière se propage en sens contraire après réflexion à la surface de séparation de deux milieux.

Lois de Kepler

Au tout début du XVII^e siècle l'astronome KEPLER avait simplement posé que pour chaque couple de milieux (1) et (2) il existait un rapport constant n entre l'angle d'incidence i_1 et l'angle de réfraction i_2 :

$$(i_1/i_2) = n_{21}$$

Cette loi n'était que grossièrement vérifiée. Il est aujourd'hui aisément de comprendre qu'elle est une approximation des lois de Descartes, en bon accord avec l'expérience seulement si les angles sont assez petits. En effet dans ce cas on peut confondre les sinus avec les angles exprimés en radians et la troisième loi de Descartes devient très simplement :

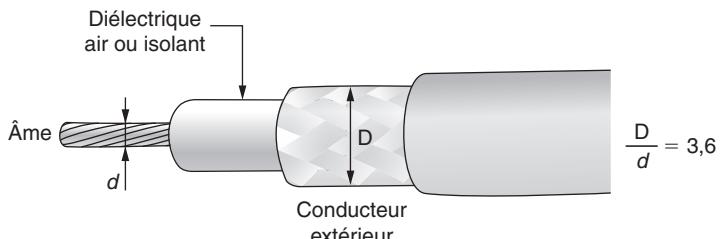
$$n_1 i_1 = n_2 i_2$$

Ceci permet également d'interpréter la constante n_{21} introduite par KEPLER comme l'indice relatif du milieu (2) par rapport au milieu (1) égal à (n_2/n_1) .

On peut par ailleurs remarquer que très souvent, dans la pratique, un des milieux est l'air. Dans ce cas l'indice relatif du second milieu est pratiquement égal à son indice absolu n .

18 Le câble coaxial

18•1 Présentation



Coupe

- Pour obtenir la meilleure performance du câble, le diamètre du fil extérieur doit être 3,6 fois plus grand que le diamètre de l'âme.
- L'âme peut être monobrin ou multibrin.
- Le conducteur extérieur est constitué d'une tresse et ou d'un feuillard.
- Les deux conducteurs sont concentriques.
- Deux impédances caractéristiques 50 et 75 ohms c'est-à-dire l'impédance du câble quelles que soient sa longueur et la fréquence d'utilisation (dans un espace fréquentiel prévu par le constructeur).

18•2 Domaines d'utilisation

18•2•1 Réseaux télécom

Réseaux d'utilisation

Les principaux types de câbles utilisés en France dans le domaine de la téléphonie sont :

- Câble 2,6/9,5 mm à 4 paires coaxiales et de bande passante maximale 12 MHz.
- Câble 1,2/4,4 mm avec 4 à 28 paires coaxiales de bande passante maximale 12 MHz.
- Câble 3,7/13,5 mm avec 4 à 10 paires coaxiales de bande passante maximale 60 MHz.

En transmission numérique c'est le câble de 50 ohms qui est utilisé.

En transmission analogique c'est le câble de 75 ohms qui est utilisé.

Leur rigidité, leur mise en œuvre, la connectique délicate et la nécessité de régénérer les signaux (2 à 9 km) font qu'ils sont aujourd'hui remplacés par la fibre optique.

18•2•2 Réseaux de distribution télévision

Réseaux d'utilisation (suite)

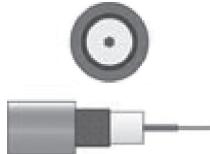
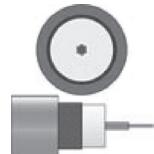
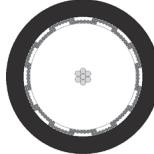
En technique numérique, l'exploitant capte plusieurs chaînes de télévision, compresse les signaux et les émet ensuite sur un canal de 8 MHz.

Chez l'abonné, un boîtier décodeur permet de déchiffrer les transmissions numériques et de les retransmettre en télévision analogique.

Les systèmes numériques pouvant compresser 6 à 10 chaînes sur une bande de fréquence de 8 MHz, il y a donc un total potentiel d'environ 1 000 chaînes de télévision sur un système de 750 MHz.

Le câble coaxial

18•3 Exemples de câbles coaxiaux

	Nom	Application	Impédance Ω	\varnothing ext. mm
	KX6	Vidéo surveillance	75	6
	KX8	Vidéo surveillance	75	10,3
	Miniplas	Câble micro	75	3
	RG11		75	10,3
	Alinéa 1350	Hybride Coax + 3G 2,5 mm ²	75	
	Dragon 2215	Hybride Coax 2 paires 0,22 3G 1,5 mm ²	75	
	Delta 1050	Câble guitare double guipage 1 × 0,5 mm ²		7
	RG58U	Application HF Réception voiture	50	5

19 Le pré-câblage VDI

19•1 Généralités

Définition

C'est l'ensemble des moyens passifs destinés à créer une infrastructure de transport. Il permet l'interconnexion et met en réseaux tous types d'équipements « quelle que soit la topologie employée » de communication « Voix, Données et Images » à l'intérieur ou entre les immeubles situés dans une enceinte privée « CAMPUS ».

Dans l'étude d'un précâblage informatique, il faut considérer deux domaines :

- Les matériels classés en catégorie (1, 2, 3, 4, 5, 6, etc.).
- Le respect des règles d'installation (classe A, B, C, D, E, etc.).

Il convient de distinguer :

- la topologie physique,
- la topologie logique.

La topologie physique représente l'implantation des câbles alors que la topologie logique permet de figurer l'architecture réelle du réseau local. Dans une structure de câblage en étoile peut se cacher une architecture en anneau.

LA TOPOLOGIE PHYSIQUE

On ne rencontre plus guère que :

- le bus,
- l'étoile.

Dans un bus, le câble relie les stations les unes aux autres comme dans un réseau de distribution d'eau.

Dans l'étoile, les câbles convergent vers un point central.

LA TOPOLOGIE LOGIQUE

On rencontre principalement trois topologies :

- réseau en étoile,
- réseau bus,
- réseau en anneau.

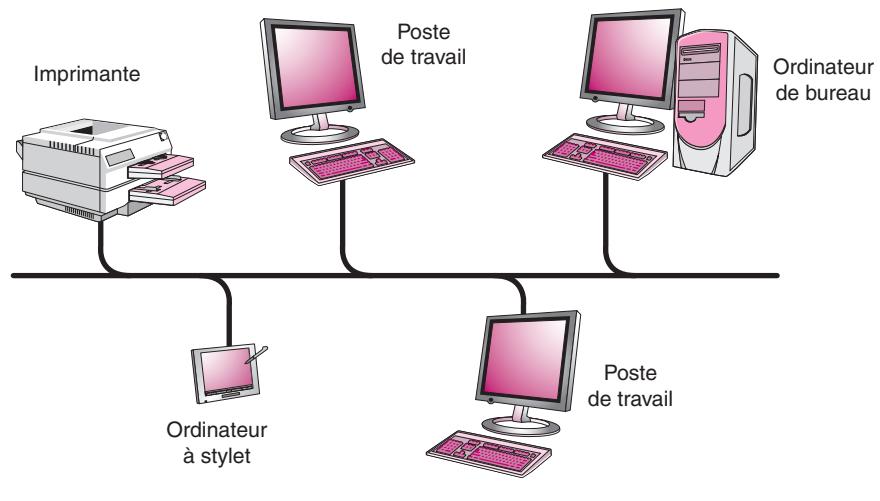
La justification du précâblage est avant tout technique et économique.

- Avant, le câblage informatique correspondait à des contraintes telles que :
 - liaisons point à point,
 - peu de matériel à connecter,
 - pas de souplesse de reconfiguration et d'extension,
 - vitesse de transmission faible « 300 à 9 600 Bauds ».
- Aujourd'hui, l'évolution des techniques émet d'autres contraintes telles que :
 - liaisons multipoints ou réseaux,
 - nécessité de travailler en groupe en partageant des applications et des ressources,
 - normalisation de plus en plus rigoureuse,
 - matériel à connecter important avec un parc multi-constructeur,
 - vitesse de transmission élevée « de quelques kbits/s à quelques Gbits/s,
 - l'informatisation des médias en temps réel « Données, Textes, Images, Sons ».

Le pré-câblage VDI

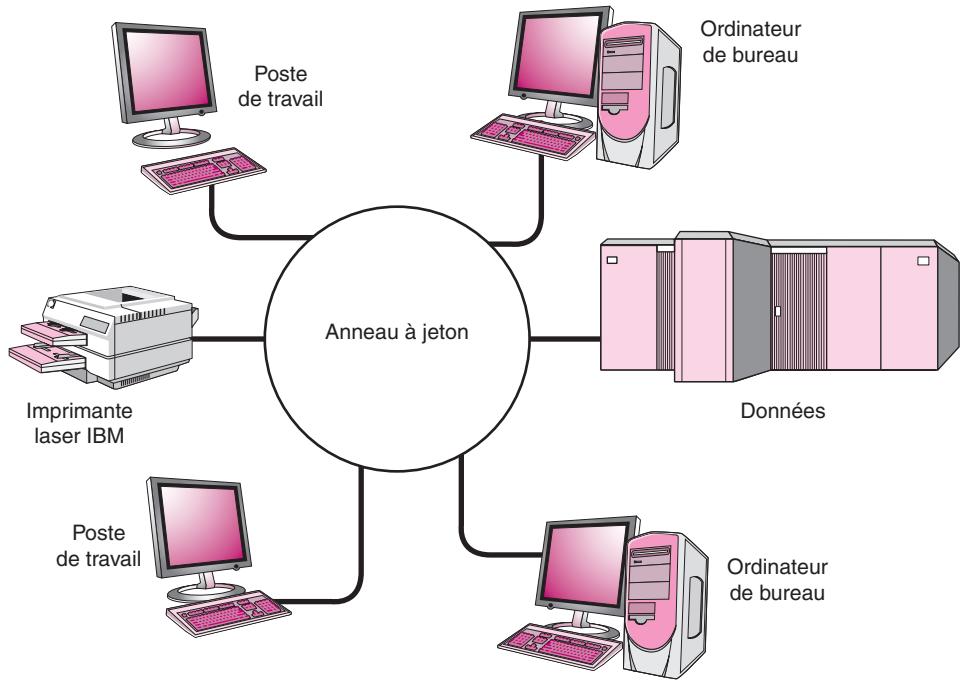
Le câblage doit être reconfigurable facilement en fonction des besoins « Téléphonie, Informatique, distribution audio et vidéo ».

Exemples de configuration



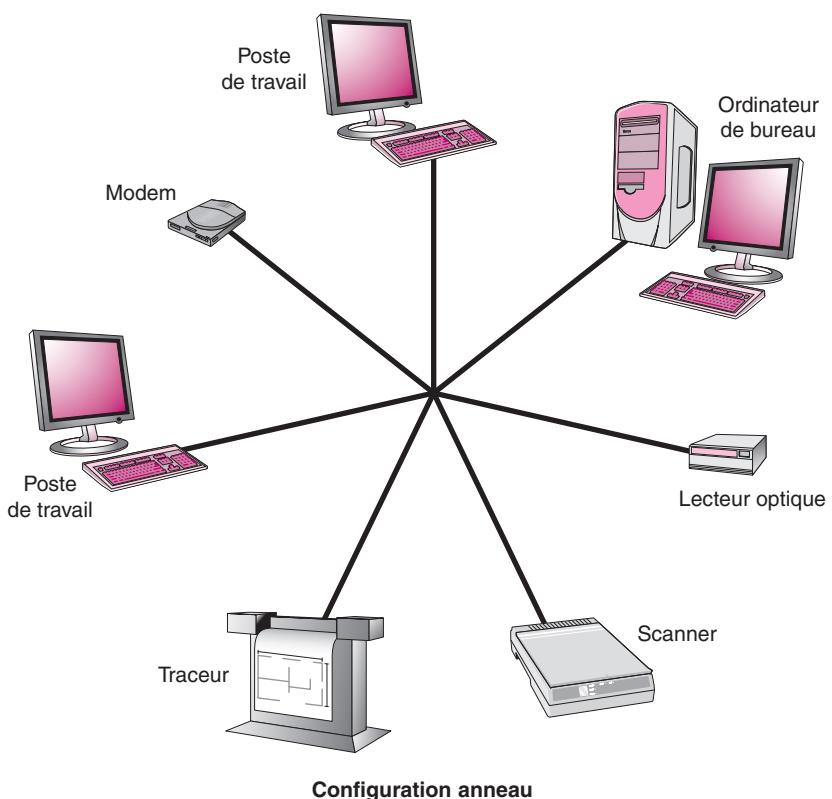
Configuration BUS

Origine du pré-câblage (suite)



Configuration anneau

Origine du pré-câblage (suite)



Configuration anneau

- La nécessité de précâbler « un bureau, un ensemble de bureaux, un immeuble, etc. » se justifie économiquement car l'adjonction au coup par coup d'un poste téléphonique ou d'un terminal coûte en moyenne 3 fois plus cher que son prix initial. Par contre l'installation équipée à sa capacité maximale, n'aura plus de dépense de câblage à rajouter lors de l'installation d'un matériel.
- Aujourd'hui, les attentes des utilisateurs sont :
 - un câblage performant en quantité et qualité,
 - un câblage non remis en cause à chaque changement de génération de produit,
 - un câblage compatible avec plusieurs constructeurs informatiques,
 - un câblage évolutif et reconfigurable.

SYSTÉMATIQUE

Tous les équipements susceptibles de devenir des postes de travail doivent être précâblés.

Densités : – 2 postes par bureau

- 1 poste tous les 2,5 m
- 1 poste pour 6 m² utile

Principe du pré-câblage

BANALISÉ

Toutes les liaisons précâblées sont identiques.

RECONFIGURABLE

Le système de câblage doit pouvoir évoluer pour passer d'une topologie à une autre.

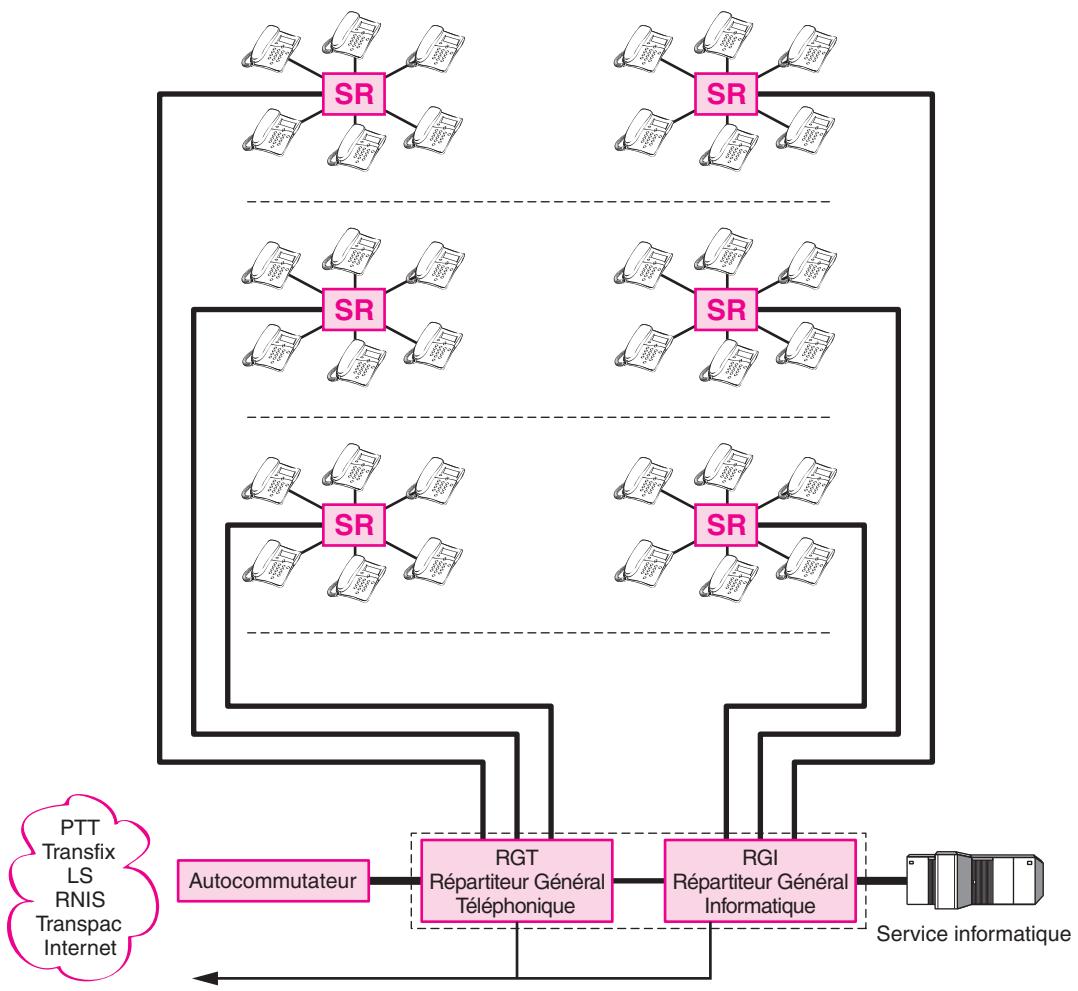
Le pré-câblage VDI

Organisation d'un précâblage

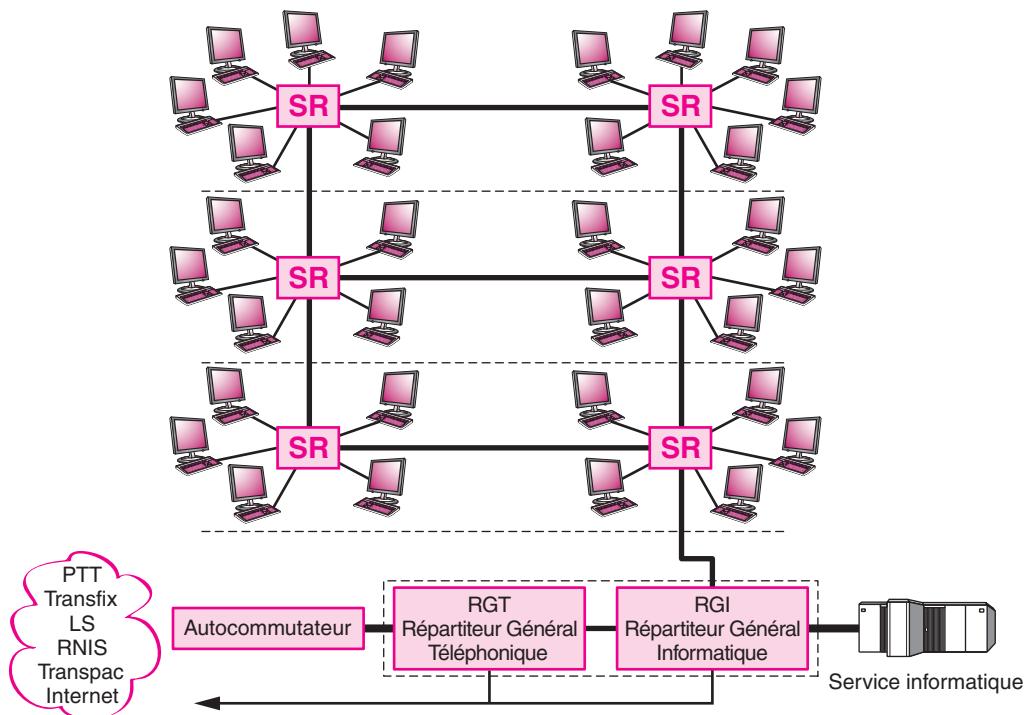
- Des prises dans les bureaux pour connecter les matériels informatique et téléphonique.
- Des câbles 4 paires blindées, écrantées ou non écrantées distribués horizontalement en étoile jusqu'au bureau.
- Des sous-répartiteurs, nœuds de l'étoile vers lequel convergent les câbles horizontaux.
- Des locaux de sous-répartitions, locaux techniques contenant les sous-répartiteurs.
- Des liaisons verticales en câbles métalliques multipaires, câbles coaxiaux ou fibres optiques pour interconnecter les sous-répartiteurs.
- Des cordons de brassage utilisés pour réaliser les topologies.

À l'évidence, la banalisation des usages passe par une topologie unificatrice. La seule réponse à cette exigence, est une organisation en étoile à partir de sous-répartiteurs reliés entre eux.

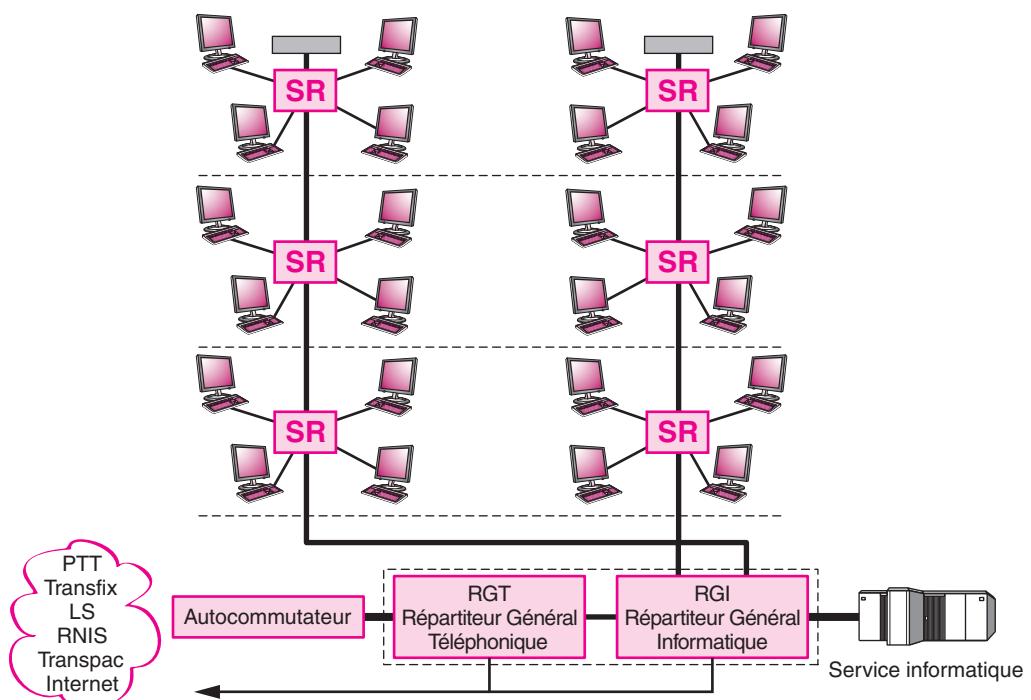
Exemple
d'organisation téléphonique



Exemple d'organisation informatique avec rocade

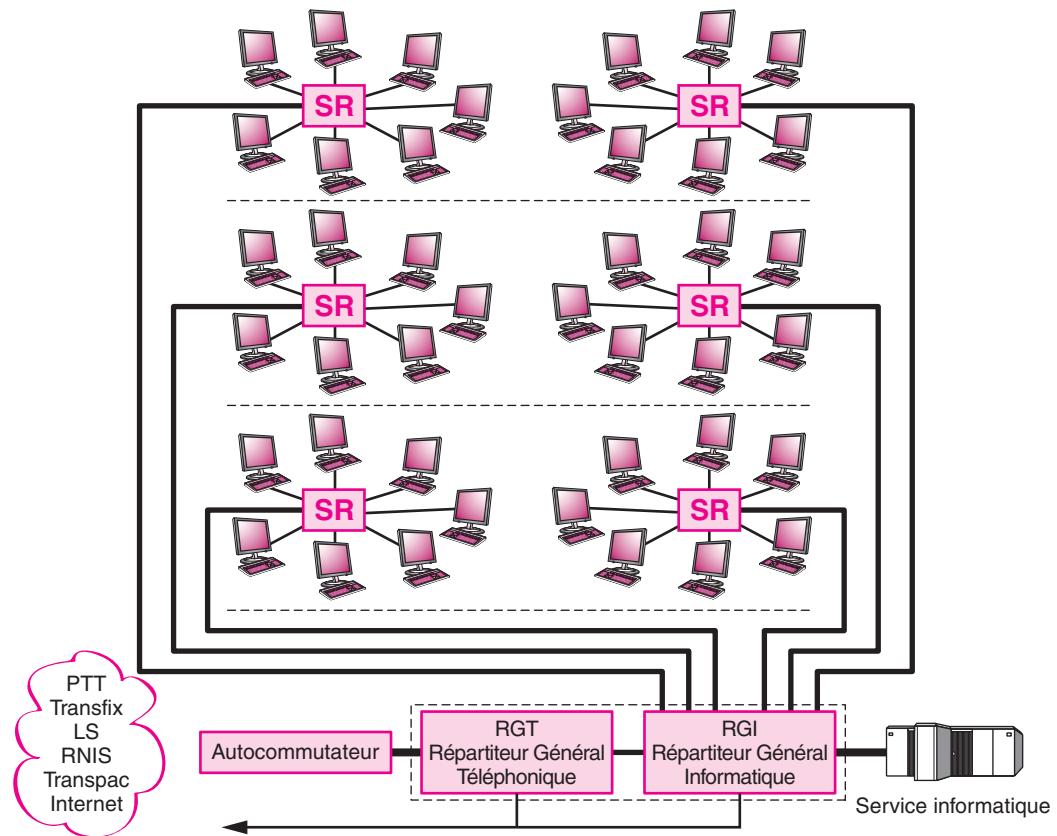


Exemple d'organisation informatique avec câble coaxial

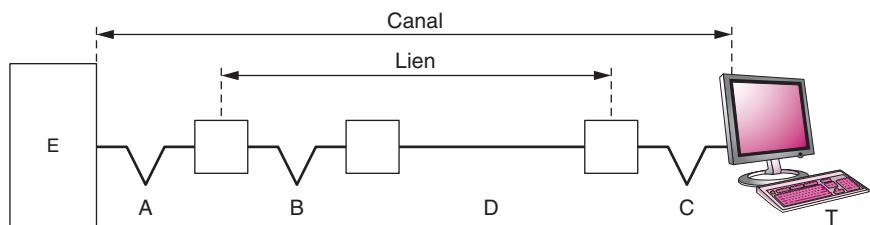


Le pré-câblage VDI

Exemple d'organisation informatique avec fibre optique



Définition du lien



- Connecteur unique RJ 45
- Câble 4 paires
- 1 point de brassage
- A câble de l'équipement
- B cordon de brassage
- C câble du terminal
- D câble horizontal < 90 m
- E équipement actif
- T terminal
- $A + B + C \leq 10 \text{ m}$
- $A + B + C + D < 100 \text{ m}$

Classes des applications

- La norme définit plusieurs classes d'application avec des longueurs maximales suivant la catégorie des composants.
- **La classe A** Un lien de câblage supportant la classe A est défini jusqu'à 100 kHz. Cela concerne les applications basses fréquences (voix).
 - **La classe B** Un lien de câblage supportant la classe B est défini jusqu'à 1 MHz. Cela concerne les applications à moyen débit (transmission de données).
 - **La classe C** Un lien de câblage supportant la classe C est défini jusqu'à 16 MHz. Cela concerne les applications à haut débit (transmission de données, réseaux Ethernet ou Token-Ring).
 - **La classe D** Un lien de câblage supportant la classe D est défini jusqu'à 100 MHz. Cela concerne les applications à haut débit (transmission de données, 100 Base T, ATM 155).
 - **La classe E** Un lien de câblage supportant la classe E est défini jusqu'à 250 MHz. Cela concerne les applications à très haut débit (1000 base T).
 - **La classe F** Un lien de câblage supportant la classe F est défini jusqu'à 600 MHz (norme en cours d'étude).

Composants	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D	Classe E	Classe F
Catégorie 3	2 km	500 m	100 m			
Catégorie 4	3 km	600 m	150 m			
Catégorie 5	3 km	700 m	160 m	100 m		
Catégorie 6					100 m	
Catégorie 7						100 m

19•2 Normes et exigences**ISO 11801**

L'ISO 11801 dont l'équivalent européen est l'EN 50173 (USA TIA/EIA-568A).

La norme ISO existe depuis 1994. Elle précise notamment les points suivants :

L'ensemble de tous les points d'accès doivent être identiques quelle que soit l'application. La norme ne définit pas d'autre point d'accès que la connectique RJ45. On ne peut donc en principe pas valider une installation si le point d'accès banalisé en connectique RJ45 n'est pas respecté. Les connectiques Cat7 ou 8 non RJ45 sont en discussion depuis des années. Elles pourraient faire l'objet d'une norme pour le résidentiel.

Le poste de travail doit comporter au minimum 2 prises.

La norme limite le nombre de postes de travail par répartiteur à 150 (soit 300 prises) ; au-delà il faut créer un autre sous-répartiteur.

Les locaux techniques sont définis de la manière suivante : 1 local par zone de 1 000 m² (soit 100 à 120 postes de travail). Il est préférable de multiplier les sous-répartiteurs de façon à limiter les longueurs de câble à environ 50 m.

Pour la distribution horizontale la norme impose du câble 4 paires. La norme accepte 3 impédances : 100, 120 et 150 ohms.

Le lien (*link* en anglais) représente le câblage générique ; il est constitué d'un câble horizontal de 90 m maximum, de 3 points de connexion maximum et d'un cordon de brassage.

Le pré-câblage VDI

ISO 11801 (suite)

Le canal (*channel* en anglais) est constitué de l'ensemble des matériels de câblage compris entre le terminal utilisateur et l'équipement électronique installé dans le répartiteur d'étage. La longueur totale du canal ne doit pas excéder 100 m (90 m de câble et 10 m de cordons).

La distribution verticale est définie en fibre optique. Par dérogation les rocades cuivre peuvent être utilisées.

Enfin, la norme définit un certain nombre de performances pour les composants qui, s'ils y sont satisfait, sont qualifiés catégorie 5, 5E, 6 (en finalisation) et 7 (en discussion) ainsi que des performances pour les chaînes de liaison. Leur conformité à ces performances les qualifient en classe D, E et F. Dans le cadre du résidentiel on commence à parler d'une classe G Cat8 !

Rattaché à la norme principale 11801, on trouve aussi un volet optique qui définit depuis début 2002 trois catégories de composants OM1, OM2 et OM3 ainsi que 3 classes de liens OF300, OF500 et OF2000.

Cette norme est donc en discussion constante.

19•3 Le câblage catégorie 5 de l'EIA/TIA 568A

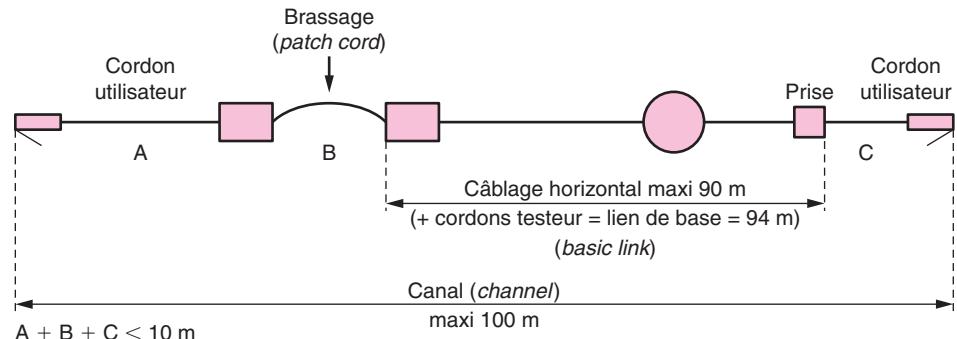
Norme EIA/TIA

La norme de référence est l'EIA/TIA 568A de septembre 1994 qui reprend en fait les spécifications de 568, TSB 36 et TSB 40.

Ce standard **ne couvre que le 100 Ω UTP** (et le 150 STP dont nous ne parlerons pas).

L'annexe E de L'EIA/TIA 568A définit les valeurs d'atténuation et de paradiaphonie (NEXT pour Near End Crosstalk) pour une liaison complète (et non pas seulement pour le câble). Elle **classe les systèmes de câblage en trois catégories** (ne pas confondre avec les catégories des câbles) les catégories 3, 4 et 5. Pour compléter cette norme l'EIA/TIA a édité un Technical Service Bulletin, le TSB 67, qui stipule les conditions de test d'une liaison.

La liaison est définie de la façon suivante :



La définition du **canal** (*channel*) **comprend donc toute la chaîne de transmission** entre les deux **équipements** (ex. : hub / terminal), et donc les cordons utilisateurs (maxi 100 m au total). C'est le cas où l'on fera la recette dans les meilleures conditions (cas le plus critique), et donc **celui qu'il est préférable de prendre en compte**.

Le **lien de base**, lui, a été défini pour répondre au besoin des installateurs qui ne mettent parfois en place que le câblage horizontal. Il **comprend donc le câblage horizontal** allant du répartiteur de brassage jusqu'à la prise murale utilisateur **et les cordons de raccordement de l'appareil de mesure** (maxi 94 m au total) servant à la recette de câblage.

Il faut contrôler :

1. Brochage fil à fil entre RJ45 (wire map)

Permet de **détecter** mauvais brochage mais aussi **dépairage** (*split pairs*) et **paires croisées** (*crossed pairs*).

2. Longueur

Ce test se fait en utilisant le principe de la **rélectrométrie**. Une impulsion est envoyée sur une extrémité du câble, et celle-ci se réfléchissant à l'autre extrémité, il suffit de mesurer le temps de propagation pour en déduire la distance. Pour cela il est **indispensable** de **connaître** la vitesse de propagation dans le câble (**NVP Nominal Velocity Propagation**) qui s'exprime en pourcentage de la vitesse de la lumière. Ce paramètre variant d'un câble à l'autre, il est indispensable de le rentrer dans le testeur au moment de la mesure.

La formule est la suivante :

$$\text{Longueur} = \frac{\text{Temps mesuré} \times \text{NVP} \times \text{Vitesse de la lumière}}{2}$$

REMARQUES

→ Certains appareils de test sont d'ailleurs capables de mesurer ce coefficient de propagation à partir d'un tronçon de câble de longueur connue (ex. : Pentascanner de Microtest). Il est donc préférable, avant de recetter une installation, de mesurer la NVP du câble qui a été utilisé.

→ Il est courant que les différentes paires d'un câble aient des longueurs sensiblement différentes ceci étant dû aux torsades entre paires.

3. Atténuation

Le test d'atténuation se fait en tenant compte de la longueur maximum du type de lien à mesurer (*channel ou basic link*). Les **appareils de mesure ne tiendront donc pas compte de la longueur réelle** du câble pour fixer les **limites du test**.

- **Le testeur doit reporter au minimum :**

Si le test est bon :

- l'atténuation maximum trouvée dans la bande de fréquence mesurée,
- la fréquence à laquelle a été trouvée cette atténuation,
- la limite prise en compte pour le test à cette fréquence.

Si le test est mauvais :

- atténuation pour laquelle la valeur limite est franchie,
- la fréquence à laquelle a été trouvée cette atténuation,
- la limite prise en compte pour le test à cette fréquence.

REMARQUES : il faut noter que **l'affaiblissement dépend de la température** et que par conséquent un coefficient de **+ 0,4 %** est à appliquer aux valeurs limites de test **pour tout degré celsius au-delà de 20 °C**.

4. Paradiaphonie (NEXT)

C'est le paramètre le plus délicat à mesurer et le plus sensible aux parasites. Le travail du câbleur lui-même peut engendrer de la paradiaphonie (dénudage de câble sur des longueurs excessives, retrait de la « torsade » à l'extrémité d'une paire pour la câbler).

La **paradiaphonie n'est pas proportionnelle à la longueur**, et doit être **mesurée dans les deux sens** (avec une résolution en fréquence de 150 kHz dans la bande 1 à 31,25 MHz et 250 kHz au-delà de 31,25 MHz).

- **Le testeur doit reporter :**

Le minimum de la valeur mesurée pour la paradiaphonie entre toutes les paires (paire 1 sur 2, 1 sur 3...)

Si le test est bon :

- le cas le plus critique de diaphonie,
- la fréquence à laquelle ce cas a été trouvé,
- les limites du test à cette fréquence.

Si le test est mauvais :

- la mesure qui est hors limites,
- la fréquence à laquelle a été faite cette mesure,
- les limites du test.

Paramètres à contrôler

Le pré-câblage VDI

Le tableau ci-dessous reprend les valeurs limites, pour cette norme, correspondant à l'atténuation et la paradiaphonie pour une catégorie 5 de câblage.

Valeurs issues des documentations constructeur de matériel de test (MICROTEST / FLUKE). Ces valeurs sont tirées de la norme ANSI EIA/TIA 568A (annexe E).

Fréquence (MHz)	CHANNEL		BASIC LINK	
	Atténuation maxi (dB)	Paradiaphonie mini (dB)	Atténuation maxi (dB)	Paradiaphonie mini (dB)
1,0	2,5	60,0	2,1	60,0
4,0	4,5	50,6	4,0	51,8
8,0	6,3	45,6	5,7	47,1
10,0	7	44,0	6,3	45,5
16,0	9,2	40,6	8,2	42,3
20,0	10,3	39,0	9,2	40,7
25	11,4	37,4	10,3	39,1
31,25	12,8	35,7	11,5	37,6
62,5	18,5	30,6	16,7	32,7
100,0	24	27,1	21,6	29,3

Ces valeurs sont en fait obtenues à partir des formules suivantes données par l'EIA/TIA :

Paramètres à contrôler (suite)

Link type	Atténuation	NEXT
Channel	$att_{câble, 100\ m} \times \left(\frac{length + 2}{100} \right) + 4 \times att_{conn}$	$-20 \log \left(10^{\frac{-NEXT_{câble}}{100}} + 2 \times 10^{\frac{-NEXT_{conn}}{100}} \right)$
Basic Link	$att_{câble, 100\ m} \times \left(\frac{length + 0,8}{100} \right) + 2 \times att_{conn}$	$-20 \log \left(10^{\frac{-NEXT_{câble}}{100}} + 10^{\frac{-NEXT_{conn}}{100}} \right)$

$att_{câble, 100\ m}$: atténuation correspondant à la catégorie du câble pour 100 m.

$length$: longueur du câble en mètres.

$NEXT_{câble}$: paradiaphonie correspondant à la catégorie du câble.

$NEXT_{conn}$: paradiaphonie correspondant à la catégorie de la connectique utilisée.

REMARQUES

- La formule de catégorie 5 concernant la paradiaphonie pour le « channel » est fréquemment utilisée par les appareils de mesure.
- Les équations permettant de trouver l'atténuation et la paradiaphonie des câbles et de la connectique sont données dans les spécifications EIA/TIA 568A (cf. pages suivantes).

NOTES : pour les mesures correspondant à cette norme, il est recommandé d'utiliser :

- Les cordons livrés avec l'appareil de mesure et donc qualifiés pour mesurer le lien de base (*basic link*). La connectique sur l'appareil ne doit pas perturber la mesure.
- Les cordons utilisateurs qui serviront au raccordement des équipements et seront construits avec du câble de catégorie 5 pour la mesure du canal (*channel*).

Norme	Avantages	Inconvénients
EIA/TIA 568A Basic Link	• toutes les applications sont couvertes par la norme en termes d'affaiblissement et de paradiaphonie	• le 120 ohms n'est pas pris en compte par la norme • mesure d'ACR non prévue

19•4 Le câblage classe D de l'ISO/IEC IS 11801

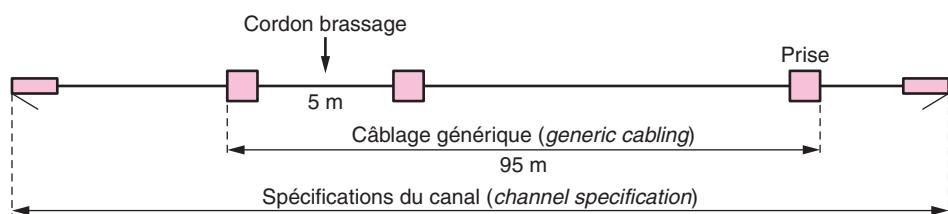
Généralités

Cette norme est basée en partie sur EIA/TIA 568 et est devenue un standard en juillet 1995. Une différence importante est à noter avec la norme précédente : celle-ci **supporte** l'utilisation du **câble 120 Ω** en plus du 100 Ω.

L'**ISO/IEC IS 11801 définit** les systèmes de câblage (et non pas les câbles) en termes de **classes d'application**. On retrouve ainsi 4 classes (**A, B, C, D**) qui chacune associe les applications qui sont supportées par le système de câblage. Ainsi les classes C et D sont similaires aux catégories de câblage 3 et 5 définies par l'EIA/TIA 568A.

Les **performances** d'une classe sont donc **fixées par l'application la plus contraignante** qui entre dans cette classe.

La **définition du lien** au sens de l'ISO/IEC est la suivante :



Le **test de qualification** d'un système de câblage conformément à une des classes d'application doit se faire sur le câblage générique (*generic cabling*).

Il faut contrôler :

→ **Impédance caractéristique**

La mesure doit se faire entre 1 MHz et la fréquence la plus haute définie par la classe avec une **tolérance** de $\pm 15\%$.

→ **Affaiblissement de retour minimum (return loss)**

Pour ce test l'extrémité du câble devra être rebouclée sur l'impédance caractéristique.

Pour une classe D, on doit être **au-dessus de 15 dB**.

→ **Atténuation et paradiaphonie**

Fixée par des valeurs limites de **l'application la plus contraignante de la classe**.

Le tableau ci-dessous donne ces valeurs limites pour une **classe D** :

Valeurs issues de l'ISO/IEC IS 11801 pour une classe D
Ces valeurs sont en fait issues de l'application la plus contraignante
qui entre dans la liste des applications couvertes par la classe D.

Fréquence (MHz)	Atténuation maxi (dB)	Paradiaphonie mini (dB)
1,0	2,5	54
4,0	4,8	45
10,0	7,5	39
16,0	9,4	36
20,0	10,5	34,5
31,25	13,1	31,5
62,5	18,4	27
100,0	23,2	24

REMARQUE : c'est à ce tableau que Pouyet se réfère pour son SCP (Système de Câblage Polyvalent).

Le pré-câblage VDI

Paramètres à contrôler (suite)

→ Résistance en courant continu (*DC resistance*)

La valeur **maximum** admissible pour une classe D est de **40 Ω**.

→ Temps de propagation (*Propagation delay*)

La valeur **maximum** admissible pour une classe D est de **1 µs à 30 MHz**.

Norme	Avantages	Inconvénients
ISO/IEC IS 11801 Generic Cabling	<ul style="list-style-type: none"> mesure d'ACR prévue 120 ohms pris en compte dans la norme 	<ul style="list-style-type: none"> difficulté de pouvoir tester le cordon de brassage certaines applications sont plus contraignantes que les valeurs limites imposées par l'ISO.

**SPÉCIFICATIONS (ISO/IEC IS 11801)
POUR CÂBLES ET CONNECTIQUE DE CATÉGORIE 5**

CÂBLES DE CATÉGORIE 5

Valeurs issues de l'ISO/IEC DIS 11801 pour le câble 100 Ω pour 100 m de câble à 20 °C

Fréquence (MHz)	Atténuation maxi (dB)	Paradiaphonie mini (dB)
0,064	0,8	/
0,256	1,1	/
0,512	1,5	/
0,772	1,8	64
1,0	2,1	62
4,0	4,3	53
10,0	6,6	47
16,0	8,2	44
20,0	9,2	42
31,25	11,8	40
62,5	17,1	35
100,0	22,0	32

Valeurs issues de l'ISO/IEC DIS 11801 pour le câble 120 Ω pour 100 m de câble à 20 °C

Fréquence (MHz)	Atténuation maxi (dB)	Paradiaphonie mini (dB)
0,064	0,8	/
0,256	1,1	/
0,512	1,5	/
0,772	1,7	64
1,0	1,8	62
4,0	3,6	53
10,0	5,2	47
16,0	6,2	44
20,0	7,0	42
31,25	8,8	40
62,5	12,5	35
100,0	17,0	32

Spécifications

Spécifications
(suite)

CONNECTIQUE DE CATÉGORIE 5

Valeurs issues de l'ISO/IEC IS 11801
pour les connecteurs utilisés pour le 100 ou 120 Ω

Fréquence (MHz)	Atténuation maxi (dB)	Paradiaphonie mini (dB)
1,0	0,1	80
4,0	0,1	68
10,0	0,1	60
16,0	0,2	56
20,0	0,2	54
31,25	0,2	50
62,5	0,3	44
100,0	0,4	40

SPÉCIFICATIONS (EIA/TIA 568A)
POUR CÂBLES ET CONNECTIQUE DE CATÉGORIE 5

CÂBLES DE CATÉGORIE 5

Fréquence (MHz)	Atténuation maxi (dB)	Paradiaphonie mini (dB)
0,772	1,8	64
1,0	2,0	62,3
4,0	4,0	53,3
8,0	5,8	48,8
10,0	6,5	47,3
16,0	8,2	44,3
20,0	9,3	42,8
25,0	10,4	41,3
31,25	11,7	39,9
62,5	17,0	35,4
100,0	22,0	32,3

Ces valeurs sont calculées à partir des formules données dans l'EIA/TIA 568A pour le câble 100 Ω. Ces formules sont rappelées ci-dessous :

Link type	Atténuation / 100 m	NEXT
5 1-100 MHz	$0,967 \times \sqrt{f} + 0,023 \times f + \frac{0,05}{\sqrt{f}}$	$64 - 15 \log \left(\frac{f}{0,0772} \right)$ (avec 64 = NEXT à 0,772 MHz)

CONNECTIQUE DE CATÉGORIE 5

Link type	Atténuation / 100 m	NEXT
5 1-100 MHz	0,1 dB de 1 MHz à 10 MHz 0,2 dB à 10 MHz < f ≤ 31,25 MHz 0,3 dB à 31,25 MHz < f ≤ 62,5 MHz 0,4 dB à f > 62,5 MHz	$56 - 20 \log \left(\frac{f}{16} \right)$ (avec 56 = NEXT à 16 MHz)

Le pré-câblage VDI

Valeurs issues du calcul à partir des équations précédentes.

Fréquence (MHz)	Atténuation maxi (dB)	Paradiaphonie mini (dB)
1,0	0,1	80
4,0	0,1	68
10,0	0,1	60
16,0	0,2	56
20,0	0,2	54
31,25	0,2	50
62,5	0,3	44
100,0	0,4	40

Amendement pour la cat. 5E

CLASSE D GIGA ETHERNET CAT. 5E – 100 MHz

Un amendement de la norme en 2001 a précisé les valeurs minimales pour atteindre la cat. 5E qui représente un niveau de qualité minimum pour supporter le réseau Gigabit Ethernet. Ce n'est en aucun cas un objectif vers lequel doivent tendre de nouvelles installations, mais plutôt un niveau minimum.

Amendement Classe D pour le Canal, pour Giga Ethernet

Fréquences (MHz)	Insertion Loos maxi (dB)	NEXT limite (dB)	ACR limite (dB)	ELFLEXT limite (dB)	PS NEXT limite (dB)	PS ACR limite (dB)	PS EL-FEXT limite (dB)	Return Loss limite (dB)
1	4	60	60	58,6	57	57	55,6	19
4	4	54,8	51	46,6	51,8	48	43,6	19
10	6,1	48,5	42,4	38,6	45,5	39,4	35,6	19
16	7,7	45,2	37,5	34,5	42,2	34,5	31,5	19
20	8,7	43,7	35	32,6	40,7	32	29,6	19
62,5	15,8	35,7	19,8	22,7	32,7	16,8	19,7	14
100	20,4	32,3	11,9	18,6	29,3	8,9	15,6	12

19•5 La catégorie 6

Paramètres à contrôler

La catégorie 6 n'est pas une simple évolution de la catégorie 5. Elle fait apparaître un certain nombre de nouveaux paramètres qui sont liés au mode de transmission des futurs réseaux informatiques.

En effet, jusqu'à aujourd'hui les réseaux locaux n'utilisaient que deux paires, une pour l'émission, l'autre pour la réception.

Les nouveaux réseaux informatiques à haut débit comme le giga bit Ethernet fonctionnent eux, en revanche, sur les quatre paires du câble en full duplex c'est-à-dire en émission / réception sur chacune des quatre paires.

Ce mode de fonctionnement exige la prise en compte de nouveaux paramètres dont la norme fixera les valeurs.

Quels sont les nouveaux paramètres ?

LE FEXT

Fext ou télé-diaphonie.

La diaphonie est définie comme étant une source de perturbation proche du point de réception. La télé-diaphonie est, elle, une source de perturbation lointaine.

Exemple : la télé-diaphonie serait assimilable à une voiture qui arriverait tous phares allumés en sens inverse et qui vous empêcherait également de lire le panneau de signalisation.

EL FEXT

C'est l'écart télé-diaphonique. Il est égal au FEXT moins l'affaiblissement linéaire ramené à 100 mètres.

On peut l'appeler à ce titre ACR Distant.

RL RETURN LOSS OU AFFAIBLISSEMENT DE RÉFLEXION

Cette valeur détermine la régularité d'impédance de la chaîne de liaison. L'impédance dans un câble est déterminée par la distance entre les deux coeurs de l'âme cuivre des deux fils qui composent une paire.

Les irrégularités de cette distance provoquent un retour de signal vers sa source ; ce phénomène assimilable à un écho est important à prendre en compte lorsque l'on parle de réseaux émettant et recevant sur une même paire.

LCL AFFAIBLISSEMENT DE SYMÉTRIE

Cette valeur est une mesure de la symétrie de la paire qui, si elle n'est pas très importante à bas débit, le devient à hauts débits.

Les réseaux hauts débits utilisent en effet des codages complexes plus difficiles à reconnaître et plus facilement perturbés.

SKEW DIFFÉRENCE DE TEMPS DE PROPAGATION

Les pas de torsade des paires étant différents les uns des autres, il est évident que le signal met plus longtemps à se propager sur la paire la plus torsadée ce qui peut être gênant dans le cas du giga Ethernet fonctionnant avec 250 Mbit/s en émission / réception sur chaque paire simultanément.

Le skew impose une limite dans le cas le plus défavorable (limite entre la paire la plus torsadée et la paire la moins torsadée).

Classe E lien cat. 6 tableau de la norme EN50173 – ISO CEI 11801

Fréquences (MHz)	Insertion Loos maxi (dB)	NEXT limite (dB)	ACR limite (dB)	EL-FEXT limite (dB)	PS NEXT limite (dB)	PS ACR limite (dB)	PS EL-FEXT limite (dB)	Return Loss limite (dB)
1	4	65	65	64,2	62	62	61,2	21
4	4	64,1	60,5	52,1	61,8	58,2	49,1	21
10	5,6	57,8	52,2	44,2	55,5	49,9	41,2	21
16	7,1	54,6	47,5	40,1	52,2	45,1	37,1	20
20	7,9	53,1	45,1	38,2	50,7	42,7	35,2	19,5
62,5	14,4	45,1	30,7	28,3	42,7	28,2	25,3	16
100	18,5	41,8	23,3	24,2	39,3	20,8	21,2	14,1
155	23,5	38,7	15,2	20,4	36,2	12,6	17,4	12,1
200	27,1	36,9	9,9	18,2	34,3	7,2	15,2	11
250	30,7	35,3	4,7	16,2	32,7	2	13,2	10

Paramètres
à contrôler
(suite)

19•6 Évolution du câblage VDI

(D'après documentation guide IBCS)

19•6•1 Les principales évolutions technologiques

De nombreuses innovations et évolutions sont intervenues dans le domaine des réseaux et des systèmes VDI depuis la précédente édition du guide IBCS.

Sans être exhaustif, nous exposons ci-dessous celles nous paraissant les plus marquantes et les plus susceptibles d'avoir un impact sur la conception d'une infrastructure réseau VDI :

- Dans le domaine des média et télécommunications :
 - Édition définitive de la 2^e édition de la norme ISO 11 801 (édition 2002), définissant entre autres, les systèmes de câblage à paires torsadées de Catégorie 6 et 7 pour le support des classes E et F et révisant la catégorie 5 et la classe D pour le support de Gigabit Ethernet (**disparition de la Catégorie 5e**).
 - Développement du médium radio avec le Wireless LAN normalisé IEEE 802.11 et ses déclinaisons.
 - Émergence d'un nouveau médium constitué par le câblage basse et moyenne tension, avec le CPL (Courant Porteur en Ligne).
 - Le multiplexage en longueur d'onde sur fibres optiques.
- Dans le domaine des réseaux LAN et WAN :
 - Généralisation et banalisation d'Ethernet comme protocole de réseau LAN.
 - Généralisation sur les réseaux LAN, des infrastructures commutées « Intelligentes » basées sur les normes IEEE 802.1p (classes de services) et 802.1q (VLAN tagging).
 - Généralisation des services Intranet et Internet, messagerie, navigation, forums, services ftp, applications http, etc.
 - Émergence des ASP (*Appliance Service Provider*) et du concept d'architecture client léger, en concurrence de l'architecture classique client/serveur.
 - Généralisation et banalisation d'IP comme protocole réseau de niveau 3 et évolutions IPSec et IPv6 du protocole.
 - Convergence vers IP pour véhiculer sur le réseau des informations numériques Voix, Données et Images.
 - Émergence des technologies de tunneling VPN, ainsi que de fonctionnalités logicielles de sécurité, d'authentification et de cryptage efficaces.
 - Émergence de technologies de commutation et de routage photonique de longueurs d'onde optiques.
 - Généralisation et banalisation des protocoles xDSL et de leur fer de lance ADSL, pour un accès haut débit à Internet et/ou à un Internet/Extranet.
 - Mise à disposition par les opérateurs de téléphonie cellulaire de services sur GPRS et UMTS.
- Dans le domaine des systèmes VDI :
 - Arrivée sur le marché de produits de routage et de commutation sachant gérer les couches 4 à 7 du modèle ISO.
 - Élargissement de l'offre du marché avec des produits voix et téléphonie sur IP.
 - Élargissement de l'offre du marché des produits images sur IP, avec notamment l'émergence de systèmes de vidéosurveillance sur IP et la multiplication des systèmes de streaming vidéo IP.
 - Élargissement de l'offre du marché avec la multiplication de produits GTB intégrables à un réseau Ethernet-IP.

A

Les transmissions

Évolution
des médias,
réseaux,
systèmes
VDI

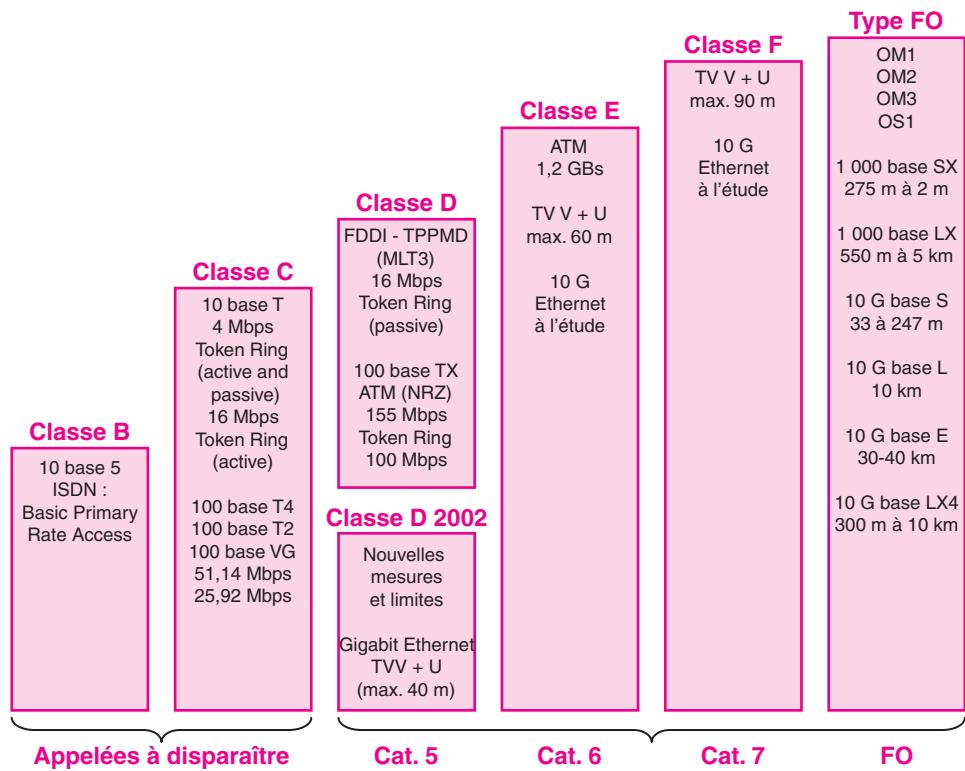
- Maturité et banalisation des formats JPEG et MPEG pour le support sur IP de l'image et de la vidéo numérique. Grosse progression du rapport qualité/bande passante avec le nouveau format MPEG 4.
- Banalisation des protocoles de vidéoconférence supportés par IP, tel que H323 et des produits et logiciels supportant ces protocoles standards.
- Émergence sur le marché de produits permettant le support de la télévision sur câbles à paires torsadées optimisés de Catégorie 5.

Une vision globale des évolutions technologiques indiquées, montrent qu'elles tendent à :

- Favoriser l'ouverture des réseaux privés au réseau public Internet et le déploiement d'Intranet/Extranet privés, sans contrainte de localisation et de façon sécurisée.
- Permettre un accès nomade ou délocalisé aux systèmes VDI.
- Permettre la virtualisation des réseaux sous forme de communautés d'utilisateurs, ainsi que l'externalisation de tout système, application ou service, qui y est intégré.
- Mettre à disposition des infrastructures réseaux offrant toujours plus de débit et d'intelligence, par « la logiciellisation » des infrastructures physiques.
- Imposer Ethernet comme standard de réseau LAN y compris pour des LAN très étendus, permettant des dimensions assimilables à celles d'un WAN.
- Imposer IP comme protocole de niveau 3 pour le support d'informations numériques VDI sur le réseau de l'entreprise.
- Banaliser l'interface réseau des systèmes Voix, Données, Images et GTB, en généralisant l'interface Ethernet-IP.

Évolution des médias, réseaux, systèmes VDI

Classes et catégories

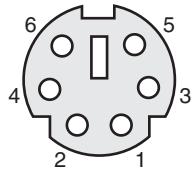


20 La connectique informatique

A

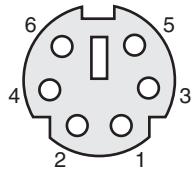
Les transmissions

Connecteur souris mini DIN 6 points (femelle)



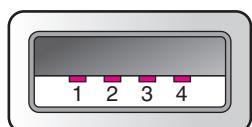
Broches	Repère	Désignation
1	mouse data	Mouse data
2		nc
3	GND	ground
4	VCC	+ 5 V
5	Mouse clock	Mouse clock
6		nc

Connecteur clavier mini DIN 6 points (femelle)



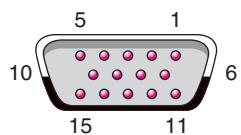
Broches	Repère	Désignation
1	mouse data	keyboard data
2		nc
3	GND	ground
4	VCC	+ 5 V
5	keyboard clock	keyboard clock
6		nc

Connecteur USB



Broches	Repère	Désignation
1	VCC	+ 5 V
2	– data	Negative data
3	+ data	Positive data
4	GND	ground

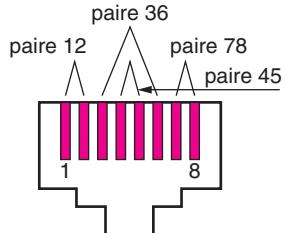
Connecteur vidéo 15 points (femelle)



Broches	Repère	Désignation
1	Red	Red video (75Ω 0,7 Vpp)
2	Green	Green video (75Ω 0,7 Vpp)
3	Blue	Blue video (75Ω 0,7 Vpp)
4	ID2	Motor ID bit 2
5	GND	Ground
6	RGND	Red Ground
7	GGND	Green Ground
8	BGND	Blue Ground
9	KEY	Key
10	SGND	Sync ground
11	ID0	Monitor ID bit 0
12	ID1 or SDA	Monitor ID bit 1
13	H SYNC or CSYNC	Horizontal sync or composite sync
14	V SYNC	Vertical sync
15	ID3 or SCL	Motor ID bit 3

Différents types de connecteurs

Connecteur Réseau RJ 45 (pour RS 232)

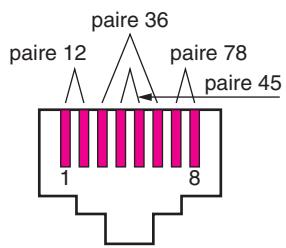


Broches	Repère	Désignation
1	RTS	Request To Send
2	DTR	Data Terminal Ready
3	RD	Transmit Data
4	GND	Ground
5	GND	Ground
6	TD	Receive Data
7	DCD	Data Carry Detect
8	CTS	Clear To Send

Attention le brochage de la RS 232 sur une RJ45 est différent selon le fabricant de matériel. Il n'y a pas de standard sur l'affectation des repères par rapport aux broches.

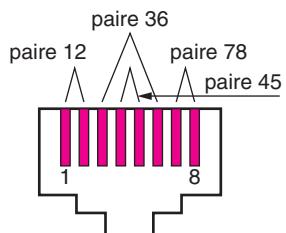
Connecteur Réseau RJ 45 (réseau 10 et 100 base T)

Différents types de connecteurs (suite)



Broches	Repère	Désignation
1	+ E	+ Emission
2	- E	- Emission
3	+ R	+ Reception
4		nc
5		nc
6	- R	- Reception
7		nc
8		nc

Connecteur Réseau RJ 45 (réseau 1 000 base T)

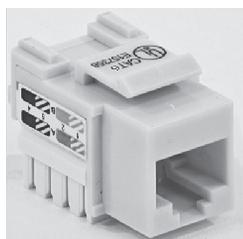
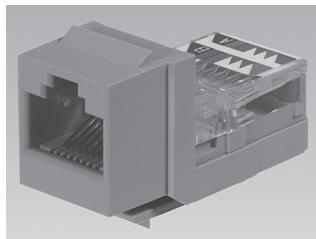


Broches	Repère	Désignation
1	+ ER1	+ Emission/Reception 1
2	- ER1	- Emission/Reception 1
3	+ ER2	+ Emission/Reception 2
4	+ ER3	+ Emission/Reception 3
5	- ER3	- Emission/Reception 3
6	- ER2	- Emission/Reception 2
7	+ ER4	+ Emission/Reception 4
8	- ER4	- Emission/Reception 4

La connectique informatique

Fiche RJ45 emplacement repérage de ses broches

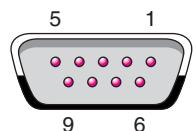
Le RJ45



EIA/TIA 568 A	
Broches	Couleurs
1	Blanc/vert
2	Vert
3	Blanc/orange
4	Bleu
5	Blanc/bleu
6	Orange
7	Blanc/marron
8	Marron

EIA/TIA 568 B	
Broches	Couleurs
1	Blanc/orange
2	Orange
3	Blanc/vert
4	Bleu
5	Blanc/bleu
6	Vert
7	Blanc/marron
8	Marron

Connecteur 9 points



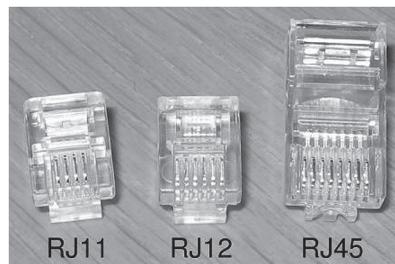
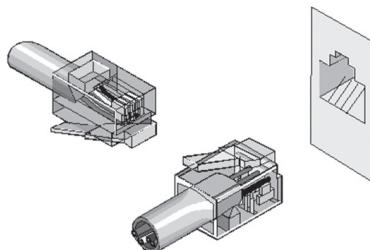
Connecteur série 9 points

Broches	Repère	Désignation
1	CD	Carrier Detect
2	RD	Received Data
3	TD	Transmitted Data
4	DTR	Data Terminal Ready
5	SG	Signal Ground
6	DSR	Data Set Ready
7	RTS	Request To Send
8	CTS	Clear to Send
9	RI	Ring Indicator

RJ11

Connecteur RJ11

Domaine d'utilisation :
Téléphonie et réseaux locaux



RJ12

Fiche RJ12

Domaine d'utilisation :
Téléphonie et réseaux locaux

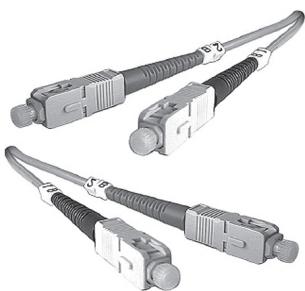


Fibre optique

Connecteurs pour fibre optique

Le connecteur SC

Le connecteur SC est un connecteur fibre optique avec un push-pull mécanisme de verrouillage qui offre l'insertion et le retrait tout en assurant un lien positif.



Ce connecteur carré est très répandu dans les applications informatiques

Le connecteur SC a été uniformisé FOCIS 3 (*Fiber Optic Connector Interminateability normes*) dans EIA/TIA-604-03.

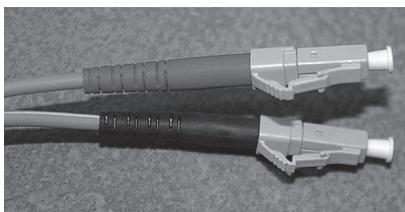


Le connecteur ST

Le connecteur ST est un connecteur de fibre optique qui utilise un plug-and-socket qui est verrouillé en place avec une demi-torsion de verrouillage à baïonnette.

Le connecteur ST a été le premier standard pour le câblage à fibre optique.

Le connecteur ST a été au standard FOCIS 2 (*Fiber Optic Connector Interminateability normes*) dans EIA/TIA-604-02.



Connecteur LC

Le connecteur LC ressemble à un petit connecteur SC.

Lucent Technologies a développé le connecteur LC pour utilisation dans des environnements Telco.

Le connecteur LC a été uniformisé FOCIS 10 (*Fiber Optic Connector Interminateability normes*) dans EIA/TIA-604-10.



Le connecteur MTRJ

Le connecteur MTRJ accepte deux fibres et utilise le gabarit d'un connecteur RJ45.

Le connecteur MTRJ a été conçu par l'AMP, mais a été par la suite au standard FOCIS 12 (*Fiber Optic Connector Interminateability normes*) dans EIA/TIA-604-12.



Le connecteur CF

Le CF est un connecteur fibre optique avec un connecteur fileté, organisme qui a été conçu pour être utilisé dans les environnements avec vibrations.

Le connecteur CF a été normalisé dans un FOCIS 4 (*fibre optique Connecteur Interminateability normes*) dans EIA/TIA-604-04.

HDMI

Le HDMI est une interface multimédia haute définition (*High Definition Multimedia Interface*). Elle vise à remplacer la prise périphérique.



Interface HDMI (type A)

Broches	Désignation
1	TMDS Data 2+
2	Blindage TMDS Data 2
3	TMDS Data 2-
4	TMDS Data 1+
5	Blindage TMDS Data 1
6	TMDS Data 1-
7	TMDS Data 0+
8	Blindage TMDS Data 0
9	TMDS Data 0-
10	TMDS Clock+
11	Blindage TMDS Clock
12	TMDS Clock-
13	CEC
14	NC
15	SCL
16	SDA
17	Masse DDC/CEC
18	+5V
19	Détection connexion à chaud

Les données circulant dans une liaison HDMI sont codées ; elles contiennent aussi bien des informations audio que vidéo.

La longueur des cordons HDMI ne doit pas excéder 10 m. La norme HDMI 2.0 permet la visualisation de contenus 4K avec un taux de rafraîchissement de 60 images par seconde. Le HDMI 1.4a offre un débit de 10,2 Gb/s tandis que le HDMI 2.0 permet d'atteindre une vitesse de transfert de 17,28 Gb/s.

Une mauvaise qualité de connexion peut provoquer un gel de l'image ou un scintillement avec un changement de certaines couleurs.

Pour des résolutions supérieures à 3200 x 2048 pixels, le connecteur HDMI doit être de type B. Ce dernier se distingue du type A en proposant dix broches supplémentaires.