

Les câbles réseau

1. Le câble coaxial

1.1. Composition du câble

- **Une partie centrale** faite d'un fil de cuivre : elle transporte les signaux constituant les données.
- **Un isolant** en matière plastique.
- **Un blindage** : il fait office de terre et protège la partie centrale contre le bruit et les interférences électriques. Le blindage et la partie centrale ne doivent jamais être en contact. Dans le cas contraire, il y aurait court-circuit ce qui entraînerait un dysfonctionnement du matériel et la destruction des données.
- **Une gaine extérieure** : en caoutchouc, téflon ou matière plastique. Elle protège des dommages physiques.

1.2. Composant de connexion : Connecteurs BNC (British Naval Connector)

- Connecteurs BNC soudés ou sertis à l'extrémité d'un câble.
- Connecteurs BNC en T qui relient 2 segments de câble sur une carte réseau.
- Connecteurs BNC en I qui relient 2 segments de câble pour en faire un câble plus long.
- Il existe des bouchon de terminaison BNC (résistance de 50 Ohms) qui ferme chaque extrémité d'un bus.

1.3. Types de câble coaxial

1.3.1. Coaxial fin "thin ethernet" (Radio Guide 58)

- **Diamètre**: environ 0,65 cm (câble souple).
- **Longueur max** de câble avec ethernet : 185 mètres.
- **Débit max** : 10 Mbps.
- **Coût** : Peu cher $\approx$ câble à paires torsadées.
- **Composant de connexion**: Connecteurs BNC.
- **Topologie** : bus.

1.3.2. Coaxial épais "thick ethernet" (RG11)

- **Diamètre**: environ 10 mm.
- **Longueur max** de câble : 500 mètres.
- **Débit max** : 100 Mbps.
- **Coût** : très cher.
- **Composant de connexion**: prise AUI (Attachment Unit Interface) appelé également connecteur de type "DIX" ou "DB15" et un transceiver séparé (composant qui permet d'émettre et de recevoir les données). Le transceiver comprend un connecteur, appelé prise vampire. Ce connecteur transperce l'enveloppe isolante et établit un contact direct avec la partie centrale conductrice. La connexion entre le transceiver et la carte réseau s'effectue à l'aide d'un câble de transceiver (câble de descente) qui se branche sur le connecteur du port AUI de la carte.

1.4. Quelques considérations sur le câble coaxial

- Il existe 2 normes :
 - Le coaxial en PVC qui peut dégager des gaz toxiques. Il est à utiliser dans les parties visibles des bureaux.
 - Le coaxial à la norme *plénum* qui est composé avec des matériaux spéciaux qui produisent très peu de fumée. Il s'utilise dans les espaces réduits comme les faux plafonds.
- Bonne protection contre les perturbations électromagnétiques.

2. Câble à paires torsadées

2.1. Composition du câble

Un câble à paires torsadées est composé d'une gaine (enveloppe protectrice) à l'intérieur de laquelle se trouve normalement 4 paires de fils de cuivre. Chaque paire de fils est entrelacée avec un taux de torsades différent. Plus il y a de torsades par mètres, plus la qualité du câble est bonne.

2.2. Facteurs influençant la qualité des câble :

- **Diamètre** : exprimé en AWG (American Wire Gauge):
 - 22 AWG => fils de 0.63 mm (le meilleur)
 - 24 AWG => fils de 0.5 mm (le plus courant)
 - 26 AWG => fils de 0.4 mm
- **Protection des câbles les plus courantes (par ordre de prix) :**
 - Paire torsadée non blindée non écrantée UTP (Unshielded Twisted Pair). C'est le type de câble le plus souple. On l'utilise pour les raccordements au réseau.
 - Paires écrantées FTP (Foiled Twisted Pair). Une feuille d'aluminium enrobe le câble et les protège des agressions extérieures (champ magnétique, humidité). Ce type de câble est utilisé pour le câblage dans les bâtiments peu parasités. Pour un fonctionnement optimal, les feuilles d'aluminium doivent être raccordées à la terre (les prises RJ45 sont donc métalliques).
 - Paire torsadée blindée et écrantée S/FTP (Screened Foiled Twisted Pair). Un blindage métallique est ajouté à la feuille d'aluminium pour renforcer la résistance aux agressions extérieures. Ce type de câble est utilisé pour le câblage dans les bâtiments fortement parasités. La mise à la terre est indispensable.
 - Paire torsadée blindée STP (Shielded Twisted Pair). Il contient une enveloppe de protection entre les paires et autour des paires.
- **Catégories des câbles :**
 - Catégorie 1 : voix uniquement (très ancien câble téléphonique)
 - Catégorie 2 : voix/données 4Mbps (rare)
 - Catégorie 3 : voix/données 10Mbps (câble téléphonique moderne)
 - Catégorie 4 : voix/données 16Mbps (rare)
 - Catégorie 5 ou "classe D": 100Mhz, RJ45, 100 Mbits (le plus courant)
 - Catégorie 5E ou "classe D": 100Mhz, RJ45, 1Gbits
 - Catégorie 6 ou "classe E" : 250Mhz, RJ45, 2.5Gbits
 - Catégorie 7 ou "classe F": 600Mhz, pas de connecteur, 10 Gbits

2.3. Quelques considérations sur la paire torsadée.

- Le câble à paires torsadée utilise le connecteur RJ45 (Register Jack 45) . Norme ISO 8877
- Il est utilisé avec la topologie en étoile ou token ring.
- Il existe des câbles droit et des câble croisé :
 - le câble utilisé entre le PC et le concentrateur ("hub") doit être droit. Le croisement est, en effet, réalisé dans la prise RJ45 du concentrateur.
 - Le câble utilisé entre deux pc sans passer par un concentrateur doit être croisé
 - Le câble de liaison entre deux concentrateur peut être croisé ou droit ("uplink")
- Les câbles peuvent être multibrin ou monobrin : les cordons monobrins ne doivent pas subir de courbures, de pliures ou de tensions répétées. Ils servent à relier un centre de câblage à la prise murale. Les cordons multibrins sont souples et servent à connecter la carte réseau ou comme cordon de brassage. Par contre l'atténuation est plus élevée avec le multibrin, il faut donc les conserver pour les câbles courts (<6 m)

2.4. Caractéristiques électriques des câbles à paires torsadées

2.4.1. La diaphonie

Elle est causée par des interférences venant des paires adjacentes de câbles mal blindés. Il existe deux types de mesure de la diaphonie :

- La paradiaphonie en ligne (NEXT) qui mesure la diaphonie entre deux paires quelconque du câble. Plus le taux en décibels est élevé, meilleur est le câble.
- La paradiaphonie cumulée (PSNEXT) qui mesure la totalité des diaphonies possibles entre une paire de fils et toutes les paires adjacentes dans la même gaine.

2.4.2. Le rapport signal/bruit

Le rapport entre la puissance du signal transmis PS et celle du signal de bruit PB qualifie le canal vis à vis du bruit. Ce rapport appelé signal bruit (S/B) s'exprime en décibels.

$$\frac{PS}{PB} = \exp\left(\frac{\ln(10)}{10} \cdot S/B\right) \quad S/B = 10 \cdot \log_{10}\left(\frac{PS}{PB}\right)$$

- ◆ PS puissance du signal en Watt.
- ◆ PB puissance du bruit en Watt.
- ◆ S/B rapport signal bruit en décibel.

2.4.3. L'atténuation (ou affaiblissement)

Cela désigne la perte d'intensité d'un signal à mesure qu'il s'éloigne de sa source. Elle s'exprime en décibels pour 100m. Plus le taux en décibels est bas, meilleur est le câble. Plus l'impédance d'un câble est élevée, plus l'atténuation est bonne. Pour compenser l'atténuation, les signaux analogiques ou numériques sont renforcés en cours de route pour circuler sur de plus grandes distances.

Les signaux analogiques passent par un **amplificateur**, un dispositif électrique qui augmente l'intensité des signaux. Le bruit accumulé est également amplifié.

Les signaux numériques passent par un **répéteur** qui régénère le signal. Les signaux sont retransmis dans sa forme d'origine et sans bruit.

2.5. Calculs du débit maximum d'un câble

2.5.1. Théorème de Shannon

Il permet d'exprimer le débit binaire maximum, c'est à dire le nombre maximum de bits qui peuvent être codés sans risque d'erreurs. Ce débit binaire varie en fonction du rapport signal bruit.

$$N_{max} = \log_2\left(\sqrt{1 + \frac{PS}{PB}}\right) \quad \log_2(x) = \frac{\ln(x)}{\ln(2)}$$

- ◆ Nmax débit binaire en bits
- ◆ PS/PB rapport des puissance du signal et du bruit (sans unités)

2.5.2. Théorème de Nyquist

Le débit maximum dépend de la bande passante et du rapport signal bruit du support. Le théorème de Nyquist donne la capacité maximum d'une voie en fonction de la bande passante.

$$C = 2 \cdot W \cdot N_{max}$$

- ◆ W bande passante en Hertz
- ◆ Nmax débit binaire (Shannon)

2.5.3. Exemple

Calcul de la *capacité maximum* d'une ancienne ligne téléphonique, bande passante de 3 KHz, S/B de 30 db.

$$PS/PB = \exp \left(\left(\ln(10) / 10 \right) \cdot 30 \right) = 1000$$

$$(\text{Shannon}) N_{\max} = \log_2 (1 + 1000)^{0.5} = \ln \left((1001)^{0.5} \right) / \ln(2) = 4,9836 \text{ bits}$$

$$(\text{Nyquist}) C = 2 \cdot 3000 \cdot 4,9836 = 29901 \text{ bits par seconde} = 2,99 \text{ kbps}$$

2.6. Différences entre le câble à paires torsadées cat5 et cat5E

Ils fonctionnent tous les deux à 100Mhz mais l'un correspond à un débit maximal de 100 Mbps et l'autre à un débit maximal de 1 Gbps. Cela s'explique d'une part par la qualité du câble et par le type de codage utilisé :

- cat 5 : NEXT=10db ==> S/B moyen, atténuation=22Db/100m, codage simple car on a un débit binaire faible.
- cat 5E : NEXT=35db ==> meilleur S/B , atténuation=22Db/100m, codage complexe car on a un débit binaire plus important.

3. Fibre optique

3.1. Composition du câble

- **Un cœur** (âme) : cylindre de verre ou de plastique extrêmement fin qui transporte les signaux optiques.
- **Une gaine** : couche de verre concentrique qui sert de barrière aux ondes lumineuses.
- **Un revêtement** : une couche de plastique qui entoure le cœur et la gaine pour renforcer le cœur de la fibre en absorbant les chocs. Il permet aussi d'éviter des courbures excessives.
- **Une armature en fibre** : elle permet de protéger le cœur contre l'écrasement.
- **Une gaine extérieure** : la couche extérieure de tout câble.

3.2. Le principe

Les fibres optiques transmettent les signaux sous forme d'onde lumineuse qui circule dans le cœur de la fibre. Une onde qui circule dans le cœur et qui vient buter sur la gaine, va être réfléchiée par la gaine et renvoyée vers le cœur, quasiment sans perte d'énergie de l'onde lumineuse. La lumière émise à l'entrée du câble va être guidée par la gaine jusqu'à l'autre extrémité. Les fibres transmettent les signaux dans **un seul sens**, un câble se compose de 2 fibres enveloppées : une qui émet, l'autre qui reçoit. La transmission du signal est unidirectionnelle.

3.3. Types de fibres

- **Monomode** : si on réduit assez le diamètre de la fibre, l'onde lumineuse n'a plus qu'une seule possibilité: se déplacer en ligne droite dans l'axe du cœur sans buter contre la gaine. Dans ce cas, on a une fibre monomode. Elle ne permet le passage que d'une seule onde lumineuse à la fois (donc un seul signal). Cela signifie qu'il n'y a aucun risque de chevauchement entre les longueurs d'onde véhiculées qui soient susceptibles d'affecter les données sur de longues distances. Les fibres monomodes sont trop fines et fragiles pour être utilisées comme jarretière de raccordement.
- **Multimodes** : le diamètre du cœur est assez grand et l'onde lumineuse va avancer dans le cœur en se réfléchissant sur la gaine. Ainsi il est possible de faire passer en même temps plusieurs ondes lumineuses (donc plusieurs signaux), ce qui peut provoquer des problèmes de chevauchement dès que l'on atteint des distances de 900m. La fibre multimodes peut être à saut d'indice ou à gradient d'indice :
 - A saut d'indice : tout le cœur a le même indice de réfraction. L'onde lumineuse va en ligne droite.
 - A gradient d'indice : tout le cœur n'a pas le même indice de réfraction, fort au centre, faible

vers la gaine. Cela se traduit par une onde lumineuse qui circule en se courbant.

3.4. Caractéristiques

- **Diamètre :**
 - Pour la multimode : 50 à 62 microns pour le coeur.
 - Pour la monomode : 7 à 9 microns pour le coeur.
- **Débit maxi :** à ce jour 1 Gbps
- **Connecteurs les plus courants :**

<i>ST</i>	<i>SC</i>	<i>LC</i>
		

- ST : Généralement utilisé pour les applications de bureau, de télévision câblée et de téléphonie.
- SC et LC : Généralement utilisé sur les switches.
- **Topologie :** Etoile

3.5. Quelques considérations sur la fibre optique

- La qualité de la fibre dépend du mode de propagation de la lumière, du diamètre de la gaine et du cœur, de leur composition (verre de silice, plastique, composite). Le verre de silice permet les meilleures performances. De plus, la qualité du signal dépend de la longueur d'onde émise (entre 850 et 1300 nm pour les multimodes, entre 1310 et 1550 nm pour les monomodes) ainsi que de la source lumineuse : une diode électroluminescence ou un laser.
- Les signaux rencontrent peu de résistance et peuvent circuler plus vite.
- Sécurité : les branchements clandestins sur la fibre sont faciles à détecter (fuite de lumière, ce qui met tout le système en panne).
- Bande passante plus large : elle permet de transporter davantage de données que le cuivre
- Insensibilité aux perturbations électromagnétiques.
- Pose délicate.
- Coût élevé de mise en place des connecteur qui terminent chaque fibre.
- Les raccordement de fibres optiques par soudure sont possibles, mais complexes à réaliser. Il faut toujours faire appel à une société spécialisée.

MegaLine 524 S

Câble de communication 100 MHz

F/UTP 100 Ohm

Câblage horizontal

meilleur que la Catégorie 5e

Type: KS-2Y(St)Y

4x2xAWG24/1-100 Ohm

Construction:

Conducteur: Fil de cuivre dénudé, AWG24/1

Isolation: PE

Assemblage: 2 conducteurs forment la paire

Code couleur: Paire 1: bc-bl/bl

Paire 2: bc-or/or

Paire 3: bc-vt/vt

Paire 4: bc-br/br

avec marquage d'anneau

Assemblage: 4 paires forment l'âme

Écran général: feuille d'aluminium avec un drain masse en cuivre AWG 24/1

Gaine extérieure: PVC

Couleur: gris, RAL-7000

Marquage:

KERPEN MegaLine 524 S 4P \$Lot de fabrication\$

\$Marquage métrique\$

Zones d'application:

- Campus, rocade, câblage horizontal
- EN50173 et ISO/CEI 11801
- IEEE 802.3 10 Base T Ethernet
- IEEE 802.3u 100 Base T Fast Ethernet
- IEEE 802.3ab 1000 Base T Gigabit Ethernet
- IEEE 802.5 Token Ring
- IEEE 802.12 100VG-AnyLan
- FDDI sur cuivre, RNIS(ISDN), B-RNIS(B-ISDN), ATM, DQDB, Video

Température d'usage:

Après l'installation -20 °C jusque +60 °C

Pendant l'installation 0 °C jusque +50 °C

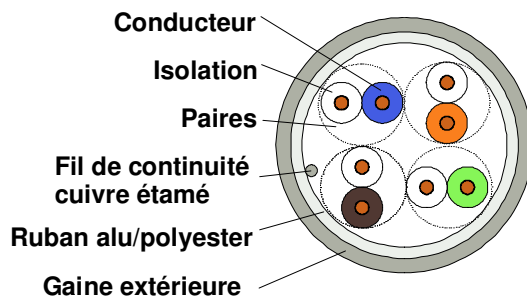
Rayon de courbure:

pendant l'installation min. 8 x diamètre extérieur

après l'installation min. 4 x diamètre extérieur

Comportement au feu:

selon CEI 60332-1-2



Autres caractéristiques

Dimension	Ø câble (nom.)	Poids (nom.)	Valeur calorifique (nom.)		Référence Kerpen
	mm	kg/km	MJ/m	KWh/m	
4x2xAWG24/1	6,4	47	0,32	0,09	7KS01487

305m-box, 500/1000m-drum

Câble de communication 100 MHz

F/UTP 100 Ohm

Câblage horizontal

MegaLine 524 S

Type: KS-2Y(St)Y

4x2xAWG24/1-100 Ohm

meilleur que la Catégorie 5e

Caractéristiques électriques à 20°C:

Résistance linéique (Ohm/km)	93,2 (max.)
Résistance d'isolement (MOhm x km)	500 (min.)
Capacité (pF/m)	50 (approx.)
Vitesse de propagation (c)	0,66 (approx.)
Durée de propagation (ns/100m)	517 (approx.)
Skew à 100 MHz (ns/100m)	27 (approx.)
Impédance caractéristique à 100 MHz (Ohm)	100±5
Impédance de transfert à 10 MHz (mOhm/m)	100 (valeur nominale)
Tension d'essai Ueff (V)	1000
Tension de service Ueff (V)	125 (max.)

Fréquence MHz	Affaiblissement dB/100m		NEXT dB		ACR dB@100m		PS-NEXT dB		PS-ACR dB@100m		EL-FEXT dB		PS-ELFEXT dB@100m		RL dB	
	nom.	cat.5 max.*	nom.	cat.5 min.*	nom.	cat.5 min.*	nom.	cat.5 min.*	nom.	cat.5 min.*	nom.	cat.5 min.*	nom.	cat.5 min.*	nom.	cat.5 min.*
1	2	2,1	70	65,0	67,9	63,2	67	62,3	64,9	60,2	71	63,8	68	60,8		
4	3,9	4	62	56,0	58,1	52,3	59	53,3	55,1	49,3	70	51,8	67	48,8	26,0	23,0
10	5,9	6,3	56	50,0	50,1	44,0	53	47,3	47,1	41,0	61	43,8	58	40,8	26,0	25,0
16	7,4	8	53	47,0	45,6	39,2	50	44,2	42,6	36,2	57	39,7	54	36,7	26,0	25,0
20	8,2	9	51	46,0	42,8	36,8	48	42,8	39,8	33,8	55	37,8	52	34,8	26,0	25,0
31,25	10,3	11,4	49	43,0	38,7	31,5	46	39,9	35,7	28,5	50	33,9	47	30,9	25,0	23,6
62,5	14,7	16,5	44	38,0	29,3	21,9	41	35,4	26,3	18,9	46	27,9	43	24,9	24,0	21,5
100	18,8	21,3	41	35,0	22,2	14,0	38	32,3	19,2	11,0	41	23,8	38	20,8	24,0	20,1
200	27		33		6,0		31		4,0		31		28		20,0	

*IEC 61156-1 et IEC 61156-5

