

LE CABLAGE D'IMMEUBLE

1	PRINCIPES GÉNÉRAUX.....	2
1.1	OBJECTIFS.....	2
1.2	APPLICATIONS CÂBLÉES	2
1.3	DÉFINITIONS	2
1.3.1	<i>Diaphonie</i> :.....	2
1.3.2	<i>Câbles de distribution</i> :	3
1.3.3	<i>Point d'accès</i> :.....	3
1.3.4	<i>Canal et lien</i> :	4
1.3.5	<i>Classes de services</i> :.....	4
1.3.6	<i>Jauge des câbles</i> :.....	4
1.4	NORMALISATION	4
1.4.1	<i>EIA/TIA</i> :	4
1.4.2	<i>ISO/CEI – IS 11801</i> :.....	5
1.4.3	<i>CENELEC</i>	6
1.5	SOLUTIONS ACTUELLES	6
1.6	COÛT D'UN CÂBLAGE	7
2	ARCHITECTURE GÉNÉRALE DU CABLAGE.....	8
2.1	ARCHITECTURE « CAMPUS »	8
2.2	DISTANCES DE RACCORDEMENTS.....	8
2.3	ORGANISATION GÉNÉRALE DANS UN BÂTIMENT	9
2.4	ARCHITECTURE DU CÂBLAGE.....	10
2.4.1	<i>Répartiteur général</i>	10
2.4.2	<i>Sous-répartiteur ou répartiteur de distribution</i>	11
2.4.3	<i>Points d'accès</i>	11
2.5	DIMENSIONNEMENT.....	11
3	INSTALLATION	12
3.1	RÈGLES DE POSE DES CÂBLES MÉTALLIQUES.....	12
3.2	MODULES DE RACCORDEMENT	12
3.3	CÂBLAGE DES PRISES RJ45	12
3.4	CÂBLES DE ROCADES	13
3.5	CÂBLAGE DES FIBRES OPTIQUES.....	14
4	QUALITE - RECETTE	15
4.1	CEM (COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE)	15
4.2	MODE D'ACTION DES PERTURBATIONS DANS UN CÂBLAGE.....	15
4.3	RÉSEAU DE MASSE	15
4.4	RECETTE DU CÂBLAGE.....	16
4.5	EXEMPLE D'UNE RECETTE CATÉGORIE 5 - CLASSE D	17
4.6	EXEMPLE D'UNE RECETTE OPTIQUE	18
5	EXEMPLES DE RACCORDEMENTS	20
5.1	RACCORDEMENT ETHERNET PAR RJ45	20
5.2	RACCORDEMENT TOKEN-RING	20
5.3	RACCORDEMENT TÉLÉPHONIQUES PAR RJ45	21
6	TENDANCES.....	22
7	DOCUMENTATIONS.....	22

1 PRINCIPES GÉNÉRAUX

1.1 Objectifs

Effectué lors d'une construction neuve ou d'une rénovation, un précâblage d'immeuble doit permettre le raccordement de tous les systèmes actuels et futurs en évitant les interventions sur le câble lui-même. Ce câblage est réalisé au même titre que les autres alimentations en fluides (*énergie, eau...*).

Afin de réduire les coûts et les délais des modifications futures, le précâblage doit être **systematique** (*câbles dans tous les locaux*) et **banalisé** (*même type de raccordement partout*).

La durée de vie d'un matériel informatique est d'environ 3 à 5 ans, tandis que celle d'un bâtiment est de 50 ans. Plusieurs générations de matériels se succèdent donc dans le même immeuble. Le précâblage doit permettre leur connexion, il sera amorti dès le premier changement.

1.2 Applications câblées

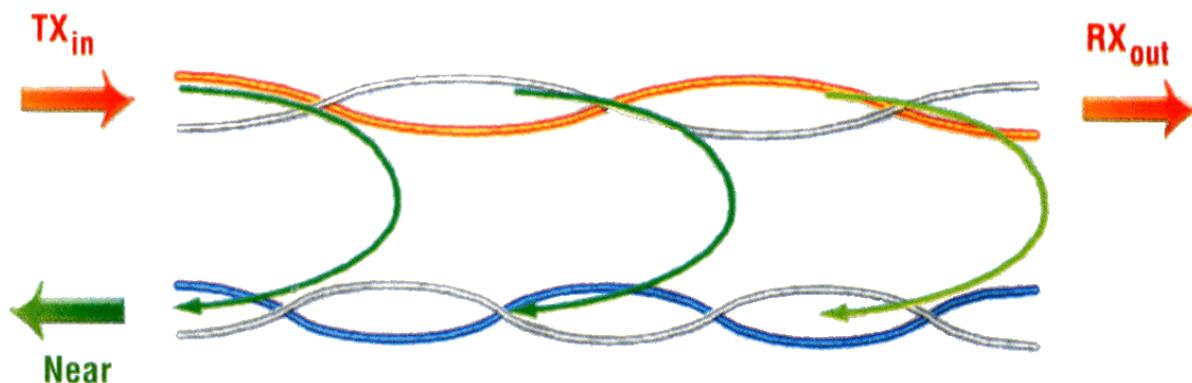
- Téléphonie (*analogique et numérique*).
- Informatique, quel que soit le constructeur et la topologie.
- Vidéo (*diffusion et réception d'images, surveillance*).
- Gestion technique du bâtiment (*GTB: alarmes intrusion-incendie, chauffage*).
- Gestion Administration centralisée (*GAC : contrôle d'accès, pointage...*).

1.3 Définitions

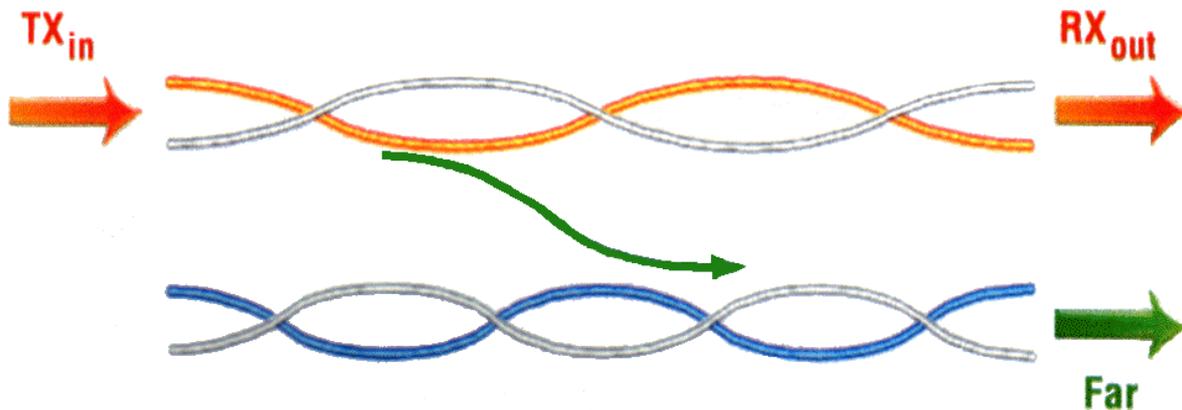
1.3.1 Diaphonie :

Induction d'un signal transitant sur un câble sur le câble voisin. Dans le cas des paires, cette diaphonie sera réduite par un torsadage régulier des conducteurs.

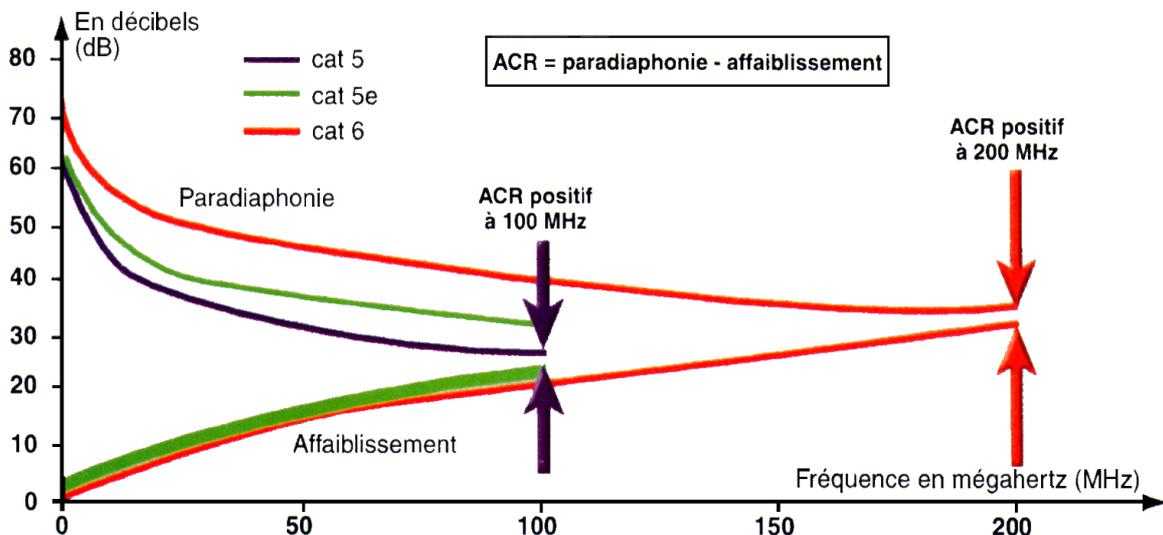
- **PARADIAPHONIE** : (*NEXT = Near End Cross-talk*) L'influence d'un signal émis sur une paire sera mesuré sur la paire voisine à la même extrémité (les câbles étant adaptés sur leur impédance caractéristique). Cette mesure est la seule utile pour les câbles capillaires utilisés en transmission de données car il n'y a qu'un seul équipement à chaque extrémité du câble, une paire étant utilisée en émission et l'autre en réception.



- **TELEDIAPHONIE** : (*FEXT = Far End Cross-talk*) L'influence d'un signal émis sur une paire sera mesuré sur la paire voisine à l'extrémité opposée (les câbles étant adaptés sur leur impédance caractéristique). Cette mesure est utile en téléphonie et pour les câbles de rocade multipaires.



- **ACR** : (*Attenuation to Cross-talk Ratio*) Différence entre les mesure de paradiaphonie et l'affaiblissement. L'ACR doit être suffisamment positif pour une réception correcte.



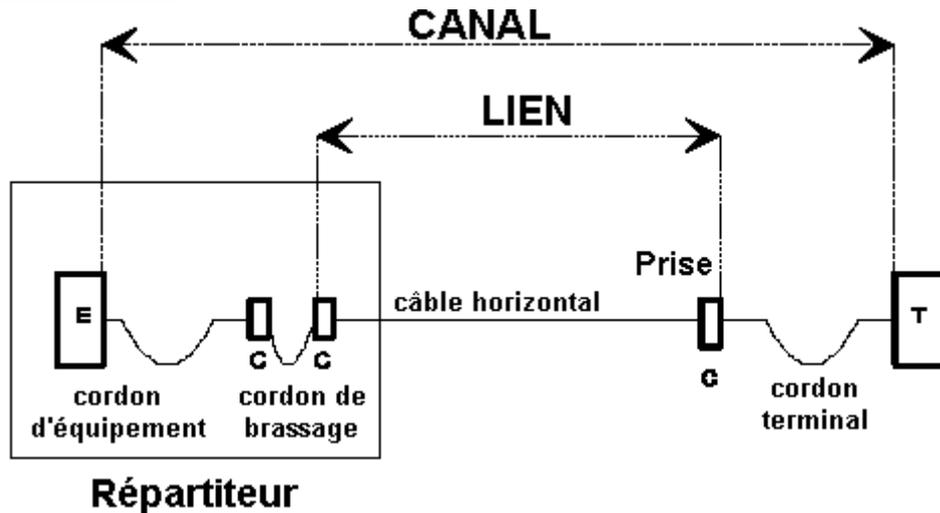
1.3.2 Câbles de distribution :

- * **ROCADE (Distribution verticale)** : Câbles multipaires interconnectant les répartiteurs entre eux.
- * **CAPILLAIRE (Distribution horizontale)** : Câble assurant la liaison entre le point d'accès et le répartiteur de distribution.

1.3.3 Point d'accès :

Un point d'accès permet le raccordement complet d'un poste de travail, il comporte des prises énergie et des prises courant faible (téléphone, informatique..).

1.3.4 Canal et lien :



Le lien de base (*basic link*) est celui posé par l'installateur, il va de la prise murale au panneau de brassage. En catégorie 5 classe D il sera limité à 90m.

Le canal (*Channel link*) est le lien complet y compris les cordons.

1.3.5 Classes de services :

On a classé les différentes applications envisagées (fréquence maximum à transmettre) par une lettre :

- **A** : téléphonie analogique... ($f < 20\text{kHz}$)
- **B** : téléphonie numérique... ($f < 1\text{MHz}$)
- **C** : Réseaux locaux (Ethernet, Token-ring)... ($f < 16\text{MHz}$)
- **D** : Réseaux locaux haut débits... ($f < 100\text{MHz}$)
- **E** : Hauts débits... ($f < 200\text{MHz}$)

1.3.6 Jauge des câbles :

AWG = *American Wire Gauge*, norme américaine de diamètre des fils :

AWG 20	0.81mm	(coaxial RG58)
AWG 22	0.64mm	Paires usuelles
AWG 24	0.51mm	(ou 7x0.2mm, câbles télécom)
AWG 26	0.40mm	(ou 7x0.16mm)

...

1.4 Normalisation

La première solution de précâblage a été proposée par IBM (*IBM Cabling System*) en 1983 afin d'offrir une solution à la diversité de ses matériels, d'autres constructeurs ou câbliers s'en sont inspiré (*Bull cabling system, DEC open link, Wang Net...*). Sous la pression des clients, ces solutions évoluent vers une solution uniforme.

Depuis 1993, quelques normes ou projets de normes ont fait leur apparition.

1.4.1 EIA/TIA :

L'EIA/TIA (*Electronic Industries Association – Telecommunication IA*) association de constructeurs américains a défini les caractéristiques d'un câblage sur paire torsadée UTP 100 via le TSB 36 (*Technical System Bulletin*) et d'une prise via le TSB 40. En l'absence de normes, le standard 568 définit en 1991 et les TSB 36 et 40 ont

longtemps servi de référence. De même les TSB67 et TSB95 servent de référence pour les tests de certification.

Les Américains installent généralement les câbles dans des gaines métalliques, les câbles non écrantés et non blindés (UTP) peuvent donc être utilisés.

1.4.2 ISO/CEI – IS 11801 :

L'ISO via le ISO-IEC/JTC1/SC25/WG3 (*International Electrotechnic Comitee / Joint Technical Comitee 1 (technologie de l'information) / Sub Comitee 25 (interconnexion des appareils de traitement de l'information) / Work Group 3 (câblage des locaux utilisateur)*) a publié en juillet 1994 la norme "Generic cabling for customer premises" référencé **ISO/CEI IS 11801**.

Sont normalisés, les atténuations et paradiaphonies des câbles de distribution, de la chaîne de liaison et la prise terminale. La fibre optique est en cours de définition.

* Câble de distribution horizontale (cat 5) :

- Diamètres 0,4 à 0,65mm pour 100/120 Ω et 0,6 à 0,66mm pour 150 Ω
- Réflexion max. 23 dB.

Fréquence (MHz)	Affaiblissement (dB/100m)			Paradiaphonie (dB)	
	100 Ω	120 Ω	150 Ω	100/120 Ω	150 Ω
1	2,1	1,8		62	
4	4,3	3,6	2,2	53	58
10	6,6	5,2	3,6	47	53
16	8,2	6,2	4,4	44	50
20	9,2	7	4,9	42	49
31.25	11,8	8,8	6,9	40	46
62.5	17,1	12,5	9,8	35	41
100	22	17	12,3	32	38

* Prise terminale (cat. 5) :

Réflexion max. 23dB jusqu'à 20MHz et 14dB jusqu'à 100MHz.

Fréquence (MHz)	Affaiblissement (dB)		Paradiaphonie (dB)	
	100/120 Ω	120 Ω	100/120 Ω	150 Ω
1	0,1	0,05	80	86,5
4	0,1	0,05	68	74,4
10	0,1	0,10	60	66,5
16	0,2	0,15	56	62,4
20	0,2	0,15	54	60,5
31.25	0,2	0,15	50	56,6
62.5	0,3	0,20	44	50,6
100	0,4	0,25	40	46,5

* Chaîne de liaison :

catégories pour les câbles 100/120 Ω et connecteurs :

- catégorie 3 = caractéristiques définies jusqu'à 16 MHz,
- catégorie 4 = caractéristiques définies jusqu'à 20 MHz,
- catégorie 5 = caractéristiques définies jusqu'à 100 MHz.

- catégorie 6 = caractéristiques définies jusqu'à 200 MHz.

Chaîne de liaison de classe D (100m)		
Fréquence (MHz)	Affaiblissement (dB)	Paradiaphonie (dB)
1	2,50	54
4	4,80	45
10	7,50	39
16	9,40	36
20	10,50	34,5
31.25	13,10	31,5
62.5	18,40	27
100	23,20	24

** Rode optique :*

Pour une fibre optique on préconise de vérifier par réflectométrie les atténuations maximum :

Distance max.	Affaiblissement à 850 nm	Affaiblissement à 1300 nm
Rode d'immeuble 500 m	3,9 dB	2,6 dB
Rode de campus 2000 m	7,4 dB	3,6 dB

1.4.3 CENELEC

Le CENELEC a élaboré les normes européennes, applicables en juillet 1995, à partir de l'ISO IS 11801 à laquelle on a ajouté la définition des cordons de raccordement, les câbles de roades et l'exigence de la conformité aux normes LS0H (Low Smoke Zéro Halogène) et CEM (Compatibilité électromagnétique)(écran obligatoire).

- * EN 50167 : Câbles de distribution
 - Tient compte du diamètre des conducteurs
- * EN 50168 : Cordons
 - atténuation selon le diamètre des brins.
- * EN 50169 : Câbles de roades
 - Même caractéristiques que les câbles de distribution.
- * EN 50173 : Chaîne de liaison
 - idem ISO IS 11801 mais ajout du LS0H et CEM.

1.5 Solutions actuelles

La paire de cuivre devient la règle et autorise des débits de 100 Mbps sur des distances inférieures à 100m (catégorie 5).

STP : Shielded Twisted Pair (paire torsadée blindée).

- UTP** : Unshielded Twisted Pair (paire torsadée non blindée).
FTP : Foilded Twisted Pair (paire torsadée écrantée).

La fibre optique progresse, surtout pour l'interconnexion des bâtiments, la plus utilisée étant la fibre de silice à gradient d'indice (62,5/125 μ) avec un raccordement à baïonnette de type ST.

Certains constructeurs proposent des solutions centralisées à base de fibre optique et avec des liaisons pouvant aisément dépasser les 100m.

Quelques solutions :

- **IBM Cabling System**, sur câble blindé 150 Ω spécifique.
- **PDS Systimax d'ATT**, câblage sur de l'UTP 100 Ω catégorie 4 ou 5 associé à une connectique RJ45.
- **IBM (ICS 100)** permet l'utilisation d'un câble 100 Ω UTP cat.5 au lieu du câble 150 Ω STP initial. Cette solution est similaire à celle d'ATT.
- **COREL** (*Câblage Ouvert pour Réseaux d'Entreprise Locaux*) défini en Europe par France télécom et Deutch telekom sur câble L120 (120 Ω écranté) associé à des modules CAD (*contact auto-dénudant*) et des prises RJ45.
- **Bull Cabling System** sur câbles écrantés 100 Ω ou 120 Ω avec CAD et RJ45.
 - **SCP de Pouyet** (*Système de Câblage Polyvalent*) sur câble 120 Ω associés à des modules répartiteurs et RJ45 pour toutes applications.

Actuellement les solutions les plus employées sont INFRA+, Lucent Technologies (ATT) puis viennent Pouyet, AMP, ACS et IBM.

1.6 Coût d'un câblage

Par définition, un précâblage sera sur-dimensionné, mais l'expérience montre que le surcoût entraîné par ce sur-dimensionnement est rentabilisé dès la première modification notable de l'installation des équipements. Il ne faut pas oublier que la durée de vie moyenne d'un équipement informatique est de 5 ans alors qu'un câblage peut durer de 15 à 30 ans !

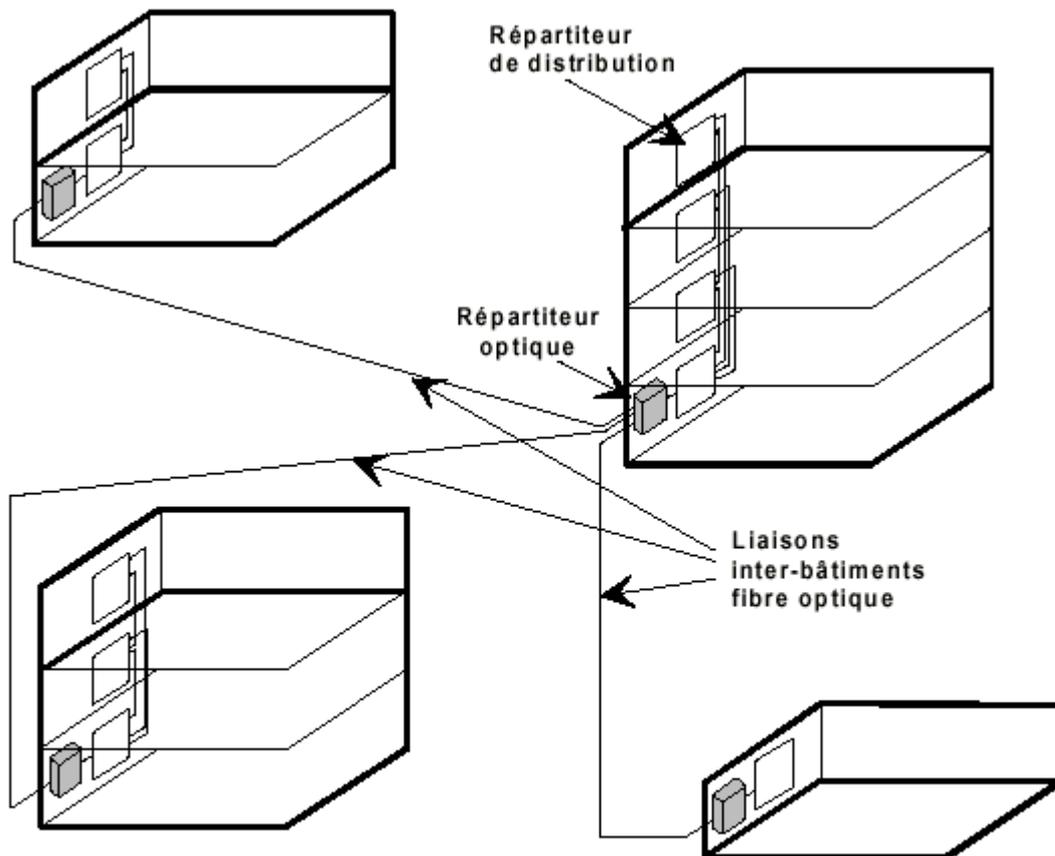
Le câble installé devra être d'excellente qualité pour permettre la montée en débit prévisible. On peut remarquer ci-dessous, qu'une variation sur le coût du câble sera sans grande incidence sur le coût du câblage.

<u>Coût d'un câblage :</u>	Etude, recette	5%
	Câble	12%
	Connectique, armoires	28%
	Main d'œuvre	55%

2 ARCHITECTURE GÉNÉRALE DU CABLAGE

2.1 Architecture « campus »

Lorsque l'on doit raccorder plusieurs bâtiments, la fibre optique s'impose car elle assure l'isolation galvanique indispensable et permet les très hauts débits futurs. Pour des raisons de coûts on pourra encore utiliser des rocares métalliques pour la téléphonie. Un maillage des liaisons permet d'assurer une plus grande sécurité physique du réseau.



Principe d'architecture site
multibâtiments

2.2 Distances de raccordements

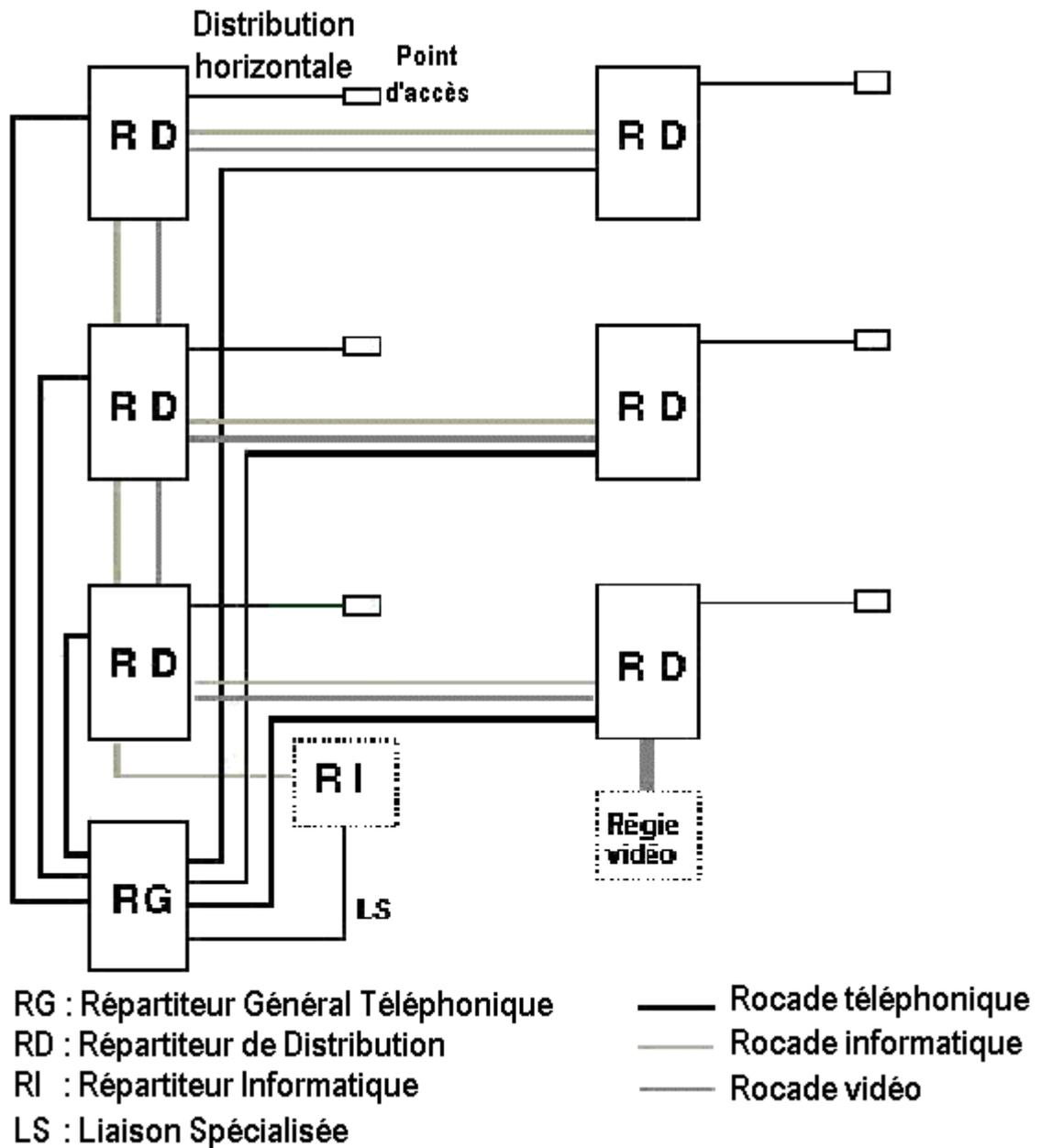
La distance maximum entre deux équipements dépend de la classe d'application envisagée et de la catégorie du câble. Actuellement, pour les raccordements capillaires on installe le plus souvent du câble de catégorie 5e (*enhanced* = amélioré) largement suffisant pour les besoins actuels (il permet le Gigabit Ethernet sur 100m) et parfois du câble catégorie 6 pour préserver une éventuelle évolution. Pour les raccordements inter bâtiments et les rocares la fibre optique tend à s'imposer.

Classe	A (voix, BF)	B (< 1MHz)	C (<16MHz)	D (100MHz)	E (200MHz)	F (600MHz)	Optique
Cat 3	2 km	500 m	100 m				
Cat 4	3 km	600 m	150 m				
Cat 5	3 km	700 m	160 m	100 m			
Cat 6					100 m		
Cat 7						100 m	
FO multi							2 km
FO mono							3 km

2.3 Organisation générale dans un bâtiment

- Le câblage doit être éloigné des sources perturbantes.
- On groupera les points d'accès d'une zone ou d'un étage sur un sous-répartiteur (répartiteur de distribution).
- Le local de sous-répartition sera équipé d'une arrivée d'énergie (*pour répéteurs, HUB, modems...*) et d'une terre.

2.4 Architecture du câblage



2.4.1 Répartiteur général :

Celui ci contient toutes les liaisons téléphoniques et, en général, l'autocommutateur (PABX). Le local doit être aéré, à l'abri de l'humidité et des inondations...

Pour les liaisons téléphoniques, les distances avec les sous-répartiteurs sont de classe A (téléphonie analogique = 3km) ou de classe B (téléphonie numérique = 700m). Les liaisons sont en étoile.

Le matériel utilisé est celui de la téléphonie : modules sur rails à coupure, raccordements par jarretières... Le local contiendra onduleur, batterie, modem pour télémaintenance du PABX...

2.4.2 Sous-répartiteur ou répartiteur de distribution :

Un sous-répartiteur dessert une cinquantaine de points d'accès situés à moins de 90m. Il reçoit les liaisons téléphoniques du répartiteur général et est relié aux autres sous-répartiteurs par des câbles de rocade (*câbles "données" 32, 64 paires*).

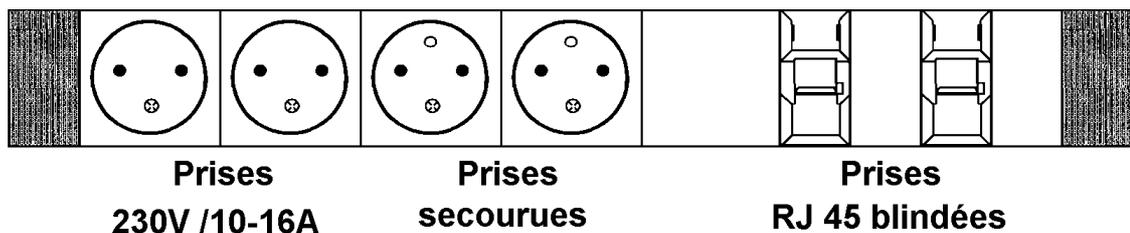
Le sous-répartiteur héberge (*rack 19'*) les HUB, concentrateurs, répéteurs éventuels. Si le nombre de points d'accès n'est pas trop important il peut être entièrement logé dans une armoire, voire même être fixé au mur et sous un capot.

Actuellement on tend à utiliser une connectique entièrement RJ45 (ISO 8877) pour la répartition métallique.

2.4.3 Points d'accès :

Le point d'accès conseillé est constitué de prises d'énergie dont une secourue et de deux prises ISO 8877 (*RJ45 à 8 contacts + écran*) raccordées par des câbles 8 paires ou 2x4 paires écrantés. On pourra, pour banaliser totalement l'installation, utiliser des prises avec modules interchangeables selon l'application envisagée, dans le cas d'une sortie sur coaxial (BNC) le BALUN (*BALanced UNbalanced*) sera alors intégré au module.

Il est conseillé d'installer un point d'accès par bureau cellulaire et tous les 6m² pour les bureaux paysagers.



2.5 Dimensionnement

- On conseille d'installer un point d'accès pour 8 à 12 m² utile ou pour 1,35m de façade.
- Le câble capillaire sera en 4 paires 100 ou 120Ω (100Ω recommandés). Il existe des ensembles de 2x4 ou 3x4 paires écrantées séparément. La catégorie 5e est la plus employée à ce jour.
- Le câble de distribution générale (téléphonie) aura 1,5 à 2 paires par point d'accès (par câbles de 64 ou 128 paires de préférence).
- Le câble de rocade aura une dimension égale à 25% des paires distribuées (un câble de 32 paires au minimum). On pourra aussi envisager une rocade optique (6 fibres au minimum).
- En rocade optique on préconise d'installer le double des besoins (6 fibres minimum).

3 INSTALLATION

3.1 Règles de pose des câbles métalliques

- Les chemins de câbles seront métalliques de préférence.
- Ecarter au minimum de 30cm des câbles d'énergie et des tubes fluorescents.
- Dans les bureaux on pourra tolérer un écart de 2cm pour un cheminement parallèle inférieur à 2m et un écart de 5cm pour un cheminement de moins de 5m (goulottes compartimentées)(4cm pour L<10m tolérés par certains).
- Croisement avec les câbles énergie à angle droit (réduction du couplage).
- Eloignement de 3m des sources perturbantes (moteurs, enseignes...).
- Rayon de courbure minimum : 8 fois le diamètre d'un câble métallique (~4 cm pour capillaire et 9cm pour rocade) et 15 fois le diamètre d'un câble optique.
- Ne pas faire voisiner de l'analogique et du numérique dans un même câble.
- Utilisation obligatoire de câbles gainé LSOH (*Low Smoke Zero Halogen*) dans les locaux recevant du public (norme NFC 32-062).

3.2 Modules de raccordement

Les répartiteurs contiendront au moins deux fermes sur lesquelles seront « clipsés » les modules. Une ferme sera réservée aux points d'accès et à la distribution (habituellement celle de gauche) et l'autre pour les rocares et les équipements réseau (habituellement celle de droite).

La téléphonie sera câblée par jarretières entre modules CAD simples et les données utiliseront des cordons spécialisés (*2/4 paires, droit/croisés, baluns...*) pour raccorder les modules CAD spécifiques (*avec RJ45 en général*).

Couleurs des modules couramment utilisées :

- ◇ **Vert** : Rocades (distribution verticale),
- ◇ **Bleu** : Points d'accès (distribution horizontale),
- ◇ **Jaune** : Equipements actifs (HUB, concentrateurs...),
- ◇ **Ivoire** : RNIS

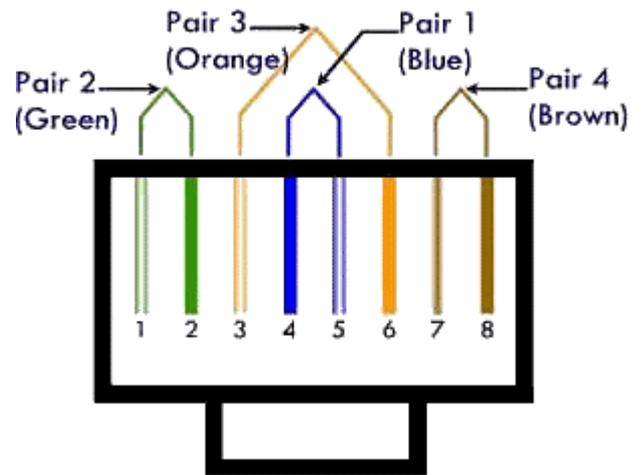
La tendance actuelle privilégie l'usage exclusif de prises RJ45. En effet, les solutions réseaux se réduisent (Ethernet essentiellement) et ce type de raccordement se généralise. Une installation entièrement RJ45 permet de réduire le nombre de coupures et de cordons de raccordement. Les panneaux de brassage comportent 16 ou 32 RJ45 au format 19".

3.3 Câblage des prises RJ45

Les paires raccordées aux prises RJ45 devront rester au maximum torsadées : 13mm de détorsadage maximum en CAT5 (8mm conseillé), 25mm en CAT4.

Le brochage des paires sur la RJ45 sera le suivant :

Paire	Couleurs		Broches RJ45
	RNIS	568a	
1(2)	Gris	Blanc/vert	1
	blanc	Vert	2
2(3)	Incolore ou vert	Blanc/orange	3
	bleu	Orange	6
3(1)	Orange	Bleu	4
	jaune	Blanc/bleu	5
4	Violet	Blanc/marron	7
	marron	Marron	8



Brochages courants de la RJ45 :

- Téléphonie analogique, Telex, LS 2fils : **7-8**
- Téléphonie propriétaire (2 paires), LS 4 fils : **7-8, 4-5**
- RNIS S0 : **3-6, 4-5**
- Ethernet 10 base T – 100 base TX : **1-2, 3-6**
- Token-Ring : **3-6, 4-5**
- ATM, FDDI(TP) : **1-2, 7-8**
- RNIS S2/T2, Vidéo : **1-2, 4-5**
- V24/V28 (RS232) : 1=106, 2=103, 3=104, 4=109, 5=107, 6=102, 7=105, 8=108 (idem connecteur DB9 du PC, manque 125).
- Ethernet 100 base T4, Gigabit : 4 paires.

3.4 Câbles de rocares

Les câbles multipaires sont organisés en quartes. Pour les câbles « télécom » on utilise un multiple de 7 (7 quartes = 14 paires) et pour les câbles « informatique » des faisceaux de 4 quartes (8 paires). Le repérage des conducteurs est réalisé par l'utilisation de 2 séries de couleurs :

- La première série pour les accompagnants (commun) : Gris, incolore, orange, violet en « télécom » ou gris, violet en « informatique »
- La deuxième série de 7 couleurs pour l'autre conducteur de la paire avec dans l'ordre : Blanc, bleu, jaune, marron, noir, rouge, vert.

Chaque paire est torsadée puis 2 paires sont torsadées ensemble pour former une quarte. Les quartes sont ensuite assemblées en partant du cœur du câble.

Câble « informatique » : Un faisceau comporte 4 quartes (8 paires). Un 32 paires sera formé par l'assemblage de 4 faisceaux, un 64 paires par 8 faisceaux et un 128 paires par 4 fois 32 paires. Chaque faisceau est repéré par un ruban de couleur.

Faisceau d'un câble en quarte			
Quarte 1	Paire 1	Gris (G)	Blanc (Ba)
	Paire 2	Violet (Vi)	Bleu (Be)
Quarte 2	Paire 1	Gris (G)	Jaune (J)
	Paire 2	Violet (Vi)	Marron (M)
Quarte 3	Paire 1	Gris (G)	Noir (N)
	Paire 2	Violet (Vi)	Rouge (R)
Quarte 4	Paire 1	Gris (G)	Vert (V)
	Paire 2	Violet (Vi)	Blanc (Ba)

On peut remarquer que les quartes 1 et 4 comportent les couleurs gris et blanc mais sur des paires différentes, on veillera donc attentivement au maintien des paires lors du raccordement du câble.

Câble « télécom » : Voici l'exemple d'un câble 28 paires composé des 14 quartes avec les accompagnants gris et incolore pour les 7 premières et orange violet pour les 7 dernières. Remarque : chez certains fabricants, l'incolore impossible à obtenir avec certains plastiques sera remplacé par une autre couleur (bleu ciel...). Un câble 56 paires sera composé de 4x7 quartes, un 112 paires de 4x14 quartes.

Câble 28 paires télécom							
Quarte 1	Paire 1	Gris (G)	Blanc (Ba)	Quarte 8	Paire 1	Orange (O)	Blanc (Ba)
	Paire 2	Incolore (I)	Bleu (Be)		Paire 2	Violet (Vi)	Bleu (Be)
Quarte 2	Paire 1	Gris (G)	Jaune (J)	Quarte 9	Paire 1	Orange (O)	Jaune (J)
	Paire 2	Incolore (I)	Marron (M)		Paire 2	Violet (Vi)	Marron (M)
Quarte 3	Paire 1	Gris (G)	Noir (N)	Quarte 10	Paire 1	Orange (O)	Noir (N)
	Paire 2	Incolore (I)	Rouge (R)		Paire 2	Violet (Vi)	Rouge (R)
Quarte 4	Paire 1	Gris (G)	Vert (V)	Quarte 11	Paire 1	Orange (O)	Vert (V)
	Paire 2	Incolore (I)	Blanc (Ba)		Paire 2	Violet (Vi)	Blanc (Ba)
Quarte 5	Paire 1	Gris (G)	Bleu (Be)	Quarte 12	Paire 1	Orange (O)	Bleu (Be)
	Paire 2	Incolore (I)	Jaune (J)		Paire 2	Violet (Vi)	Jaune (J)
Quarte 6	Paire 1	Gris (G)	Marron (M)	Quarte 13	Paire 1	Orange (O)	Marron (M)
	Paire 2	Incolore (I)	Noir (N)		Paire 2	Violet (Vi)	Noir (N)
Quarte 7	Paire 1	Gris (G)	Rouge (R)	Quarte 14	Paire 1	Orange (O)	Rouge (R)
	Paire 2	Incolore (I)	Vert (V)		Paire 2	Violet (Vi)	Vert (V)

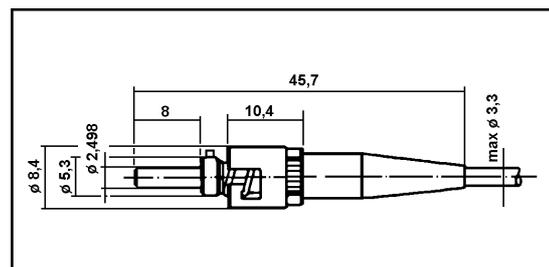
3.5 Câblage des fibres optiques

L'extrémité de chaque fibre sera lovée dans le panneau de brassage (pour une réflexion éventuelle du connecteur). On utilise le plus souvent une connectique à baïonnette ST. Il faut veiller à bien placer les capuchons anti-poussière sur les connecteurs inutilisés du panneau de brassage.

Connecteurs compatibles ST

Caractéristiques

	ST multimode	ST monomode
Atténuation à 1300 nm	0,3dB typ.	0,3dB typ.
Reproductibilité	± 0,1dB	± 0,1dB
Variation d'atténuation (après 1500 manoeuvres)	0,2 dB	0,1 dB
Taux de réflexion	-33 dB typ.	-38 dB typ.
Température d'utilisation	-40°C, +80°C	-40°C, +80°C
Matériaux		
Corps	zinc plaqué nickel	
Ferrule	céramique zirconium	



4 QUALITE - RECETTE

4.1 CEM (Compatibilité électromagnétique)

La CEM est l'aptitude d'un équipement ou d'un système à fonctionner dans un environnement électromagnétique donné et à ne pas générer de champs électromagnétiques susceptibles de perturber l'environnement.

Les normes CEM sont obligatoires en Europe depuis 1996 :

NF EN 55011 : Appareils industriels, scientifiques et médicaux,

NF EN 55014 : Appareils domestiques,

NF EN 55022 : Appareils de traitement de l'information,

NF EN 60555 : Harmoniques.

Par exemple, les limites du champ rayonné à 10m sont :

30..230MHz : 30 dB (2V/m)

230MHz..1GHz : 37dB (5V/m)

4.2 Mode d'action des perturbations dans un câblage

- Couplage par impédance commune : L'impédance d'un fil rectiligne n'est pas nulle. On effectuera une bonne équipotentialité et les conducteurs de mise à la masse seront courts.
- Couplage capacitif : Entre une carte électronique et le châssis le plus souvent. On effectuera plusieurs mises à la masse.
- Couplage par diaphonie inductive : Inductance mutuelle entre deux fils. On torsadera correctement les paires.
- Couplage par diaphonie capacitive : Une ddp parasite fait varier le champ électrique autour d'un conducteur. On diminuera les capacités parasites et les ddp parasites.
- Couplage de champs perturbants à fil : Effet d'antenne du fil. On effectuera un blindage et des filtrages (ferrites).
- Couplage de champ perturbant à boucle : Un champ magnétique génère une ddp dans une boucle. On réduira la surface des boucles (maillage des terres...).

Pour réduire tous les couplages on utilisera la transmission en mode différentiel (seule la non symétrie parfaite sera perturbante) et en HF on blindera les câbles.

4.3 Réseau de masse

Avant 1970 :

Usage du câblage essentiellement en BF (téléphonie, données à bas débits). Seul le couplage par impédance commune est perturbant d'où :

- Câblage en étoile des terres (réalisation de l'équipotentialité).
- Raccordement d'écran à une seule extrémité.
- Isolement galvanique (séparation des terres énergie et informatique).

CEM HF+BF :

La montée des débits et la prolifération des matériels électroniques rendent de plus en plus sensible les phénomènes de perturbations électromagnétiques. Afin de réduire les couplages il faut une terre de très basse impédance et possédant de faibles surfaces de boucles. On recommande actuellement (directives K27 du CCITT) la mise en œuvre d'un réseau de masse maillé et unique :

- ceinture des masses,
- maillage des masses (équipotentialité),
- écrantage des câbles "courants faibles",
- mise à la masse des chemins de câble,
- parasurtenseurs sur les câbles venant de l'extérieur,
- terre unique.

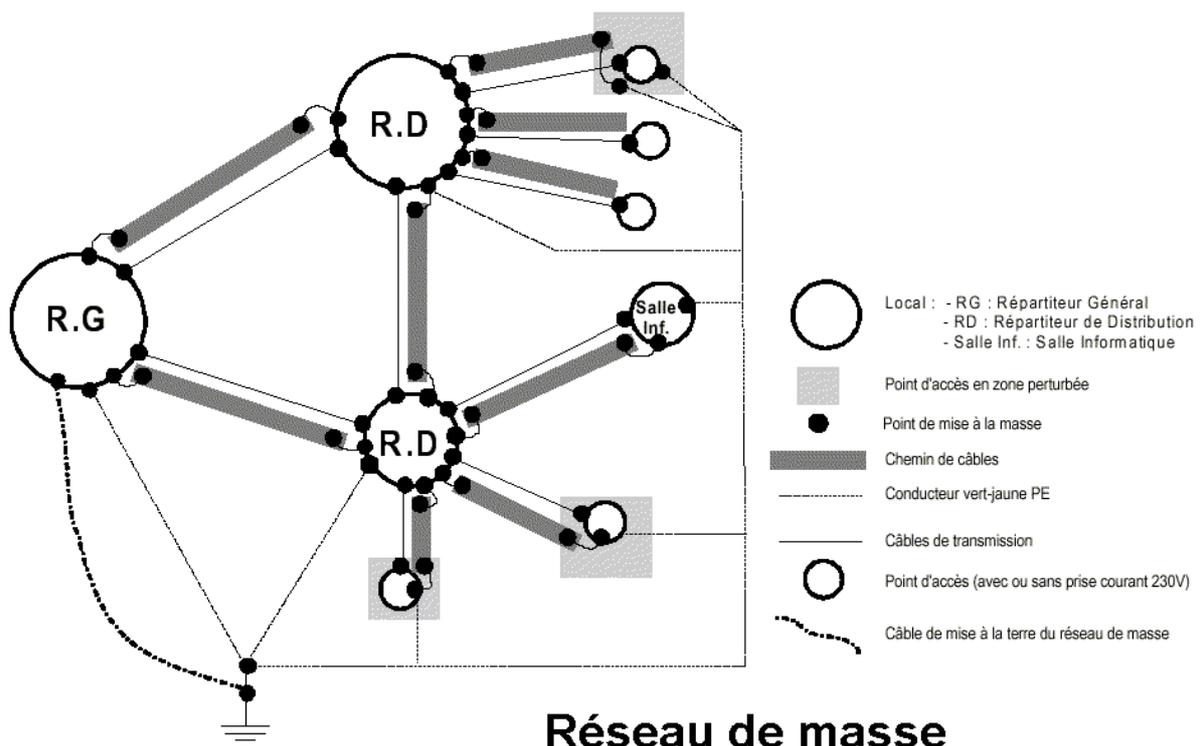
Règles :

Chemins de câbles : la distribution de la terre suit le câblage par une tresse de 25mm² minimums qui est reliée au chemin tous les 5m et aux extrémités.

Inter-bâtiment : isolation galvanique conseillée, sinon câble de terre de 50mm² minimums (150m maximums).

Plancher informatique : mailles inférieures à 2m x 2m réalisée par une tresse étamée de 5mm² minimums.

Local de répartition : mise à la masse des châssis, ceinture de masse pour les grands répartiteurs...



4.4 Recette du câblage

réseau de masse :

Vérification visuelle des interconnexions. La résistance maximum entre deux points quelconques du réseau de masse est de 50mΩ et la résistance de contacts maximum est de 5mΩ.

Système de câblage :

Vérification des connexions, de la continuité (conducteur et écran), de l'absence de court-circuit et de dépairage, de l'isolement, des courbures, de la longueur maximum. On réalisera un essai dynamique en cas de doute.

Chaîne de liaison :

On vérifiera la conformité aux normes (IS 11801 ou CENELEC) de chaque prise par des mesures (longueur, atténuation, paradiaphonie, ACR...). On testera le lien de base posé par l'installateur et qui va de la prise terminale à l'armoire de brassage et le canal (lien complet, brassage et cordons de raccordements inclus).

L'EIA/TIA a publié un standard de mesure pour installations en paires torsadées : **TSB 67**. On mesurera la paradiaphonie (NEXT), l'atténuation, la longueur. La mesure de l'impédance, souvent imprécise, ne sera qu'indicative. Certains paramètres ne pouvant être mesurés sur chantier il est important de n'utiliser que des composants certifiés de même catégorie.

ATTENTION : Ne pas confondre une certification à 100 Mbit/s avec une certification de classe D/catégorie 5 à 100 MHz plus performante !

Pour les hauts débits d'autres paramètres doivent être mesurés :

- FEXT (*Far End Cross-talk*) = Télédiaphonie,
- ELFEXT (*Equal Level FEXT*) : calcul du niveau équivalent de bruit ramené à l'entrée du récepteur (télédiaphonie compensée).
- PS-NEXT et PS-ELFEXT (*Power Sum...*) : valeur cumulée des paramètres individuels dans le cas d'une transmission sur plusieurs paires.
- Skew, delay skew : écart de temps entre les signaux lorsqu'il y a émission sur plusieurs paires.

4.5 Exemple d'une recette catégorie 5 - classe D

Test effectué avec un appareil Fluke DSP100.

```

CROIX ROUGE                               Résumé de test: CORRECT
SITE: CROIX ROUGE                          ID Câble: BAT 9112-1
OPERATEUR: CROIX ROUGE                     Date/Heure: 01/04/97 08:29:24
NVP: 77.0% SEUIL DE DETECTION D'ERREUR: 15% Norme de test: ISO 11801 Class D No RL
TEMPER. MOYENNE DU CABLE: N/V              Type de Câble: ScTP 120 Ohm Cat 5
CABLE DANS UN CONDUIT: N/V                 Version des normes: 3.04
FLUKE DSP-100 Num. Sér. 6430047            Version du logiciel: 3.0

```

```

Schéma de câblage CORRECT   Résultat Broche RJ45:   1 2 3 4 5 6 7 8 B
                               | | | | | | | |
                               Broche RJ45:         1 2 3 4 5 6 7 8

```

Paire	1,2	3,6	4,5	7,8
Impédance (ohms)	123	122	128	127
Limite (ohms)	100-140	100-140	100-140	100-140
Résultat	CORRECT	CORRECT	CORRECT	CORRECT
Longueur (m)	12.2	12.0	12.0	12.0
Limite (m)	100.0	100.0	100.0	100.0
Résultat	CORRECT	CORRECT	CORRECT	CORRECT
Délai de prop. (ns)	53	52	52	52
Limite (ns)	1000	1000	1000	1000
Résultat	CORRECT	CORRECT	CORRECT	CORRECT
Ecart entre paires (ns)	1	0	0	0
Limite (ns)	50	50	50	50
Résultat	CORRECT	CORRECT	CORRECT	CORRECT

Résistance (ohms)	2.2	2.2	2.3	2.2		
Limite (ohms)	40.0	40.0	40.0	40.0		
Résultat	CORRECT	CORRECT	CORRECT	CORRECT		
Atténuation (dB)	2.5	2.5	2.7	2.5		
Limite (dB)	23.0	23.2	23.2	23.2		
Marge (dB)	20.5	20.7	20.5	20.7		
Fréquence (MHZ)	98.4	100.0	100.0	100.0		
Résultat	CORRECT	CORRECT	CORRECT	CORRECT		
Paires	1,2-3,6	1,2-4,5	1,2-7,8	3,6-4,5	3,6-7,8	4,5-7,8
NEXT (dB)	37.4	30.0	39.3	35.6	31.7	38.8
Limite (dB)	24.5	27.8	24.6	30.0	25.6	27.5
Marge (dB)	12.9	2.2	14.7	5.6	8.1	11.3
Fréquence (MHZ)	94.4	67.8	92.9	43.7	80.6	59.7
Résultat	CORRECT	CORRECT	CORRECT	CORRECT	CORRECT	CORRECT
NEXT distant (dB)	35.5	33.1	47.2	29.0	32.3	39.1
Limite (dB)	24.4	29.9	31.4	24.1	25.6	27.6
Marge (dB)	11.1	3.2	15.8	4.9	6.7	11.5
Fréquence (MHZ)	95.6	44.7	35.3	99.4	80.6	59.0
Résultat	CORRECT	CORRECT	CORRECT	CORRECT	CORRECT	CORRECT
ACR (dB)	56.3	43.3	57.8	43.0	39.3	53.5
Limite (dB)	36.3	32.8	37.3	31.7	20.6	32.8
Marge (dB)	20.0	10.5	20.5	11.3	18.7	20.7
Fréquence (MHZ)	8.5	12.7	7.3	14.0	38.9	12.7
Résultat	CORRECT	CORRECT	CORRECT	CORRECT	CORRECT	CORRECT
ACR distant (dB)	56.7	43.3	50.5	42.8	45.6	54.2
Limite (dB)	36.6	32.0	27.1	31.8	26.4	32.1
Marge (dB)	20.1	11.3	23.4	11.0	19.2	22.1
Fréquence (MHZ)	8.1	13.6	22.1	13.9	23.7	13.5
Résultat	CORRECT	CORRECT	CORRECT	CORRECT	CORRECT	CORRECT

4.6 Exemple d'une recette optique

Les tests par réflectométrie d'une fibre multimodes sont effectués avec des amorces d'environ 250m raccordées à chaque extrémité de la fibre à vérifier. Les points 2 et 3 de la trace sont les connecteurs de la fibre en test dans le répartiteur.

Rapport OTDR

Configuration

Trace principale	:		Trace de référence	:	
Longueur d'onde	:	850 nm (MM)	Longueur d'onde	:	
Portée	:	0.6 km	Portée	:	
Indice de réfraction	:	1.4877	Indice de réfraction	:	
Coefficient RBS	:	-67.66	Coefficient RBS	:	
Matériel	:	FTB-7212C-74 (s/n 72934-20)	Matériel	:	
Logiciel	:	OTDR 2.33 C	Logiciel	:	
Durée acquisition	:	0.5 min	Durée acquisition	:	
Durée d'impulsion	:	30 ns	Durée d'impulsion	:	
Facteur hélicoïdal	:	0.01	Facteur hélicoïdal	:	

Tâche

Tâche n°	:		Raison de la tâche	:	Validation
Entreprise	:	MARC S.A	Opérateur A	:	G. CAUSEUR
Client	:	CROIX-ROUGE	Opérateur B	:	J. LE REST
Date du test	:	2000/11/21	Fichier	:	FO-03001.TRC

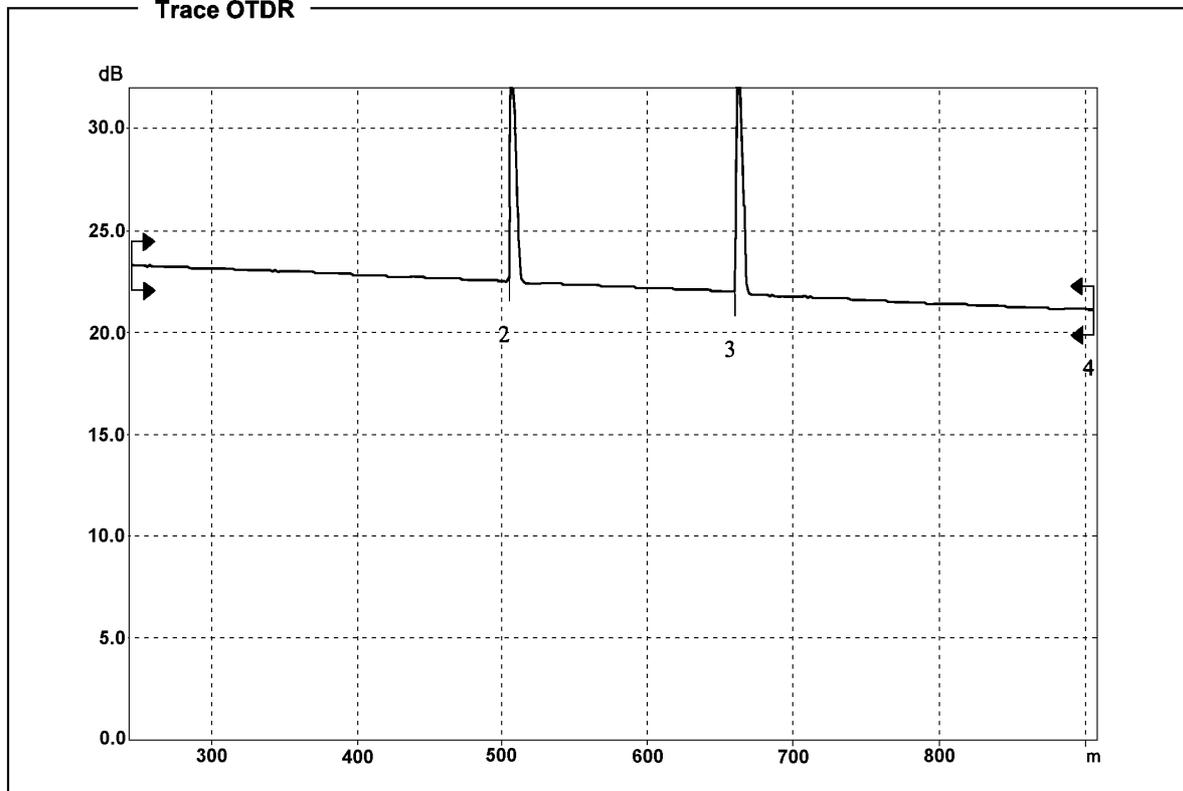
Câble

Fibre n°	:		Câble n°	:	3
Endroit A	:	BAT 8 Local technique	Endroit B	:	BAT 9
Fabricant	:	DRAKA-FOPTICA	Type	:	8 MM + 4 SM

Commentaire

TYPE CABLE: 8 MM (62,5/125) + 4 SM (9,5/125)
 LONGUEUR: 156 m
 CONNECTIQUE: ST 3M

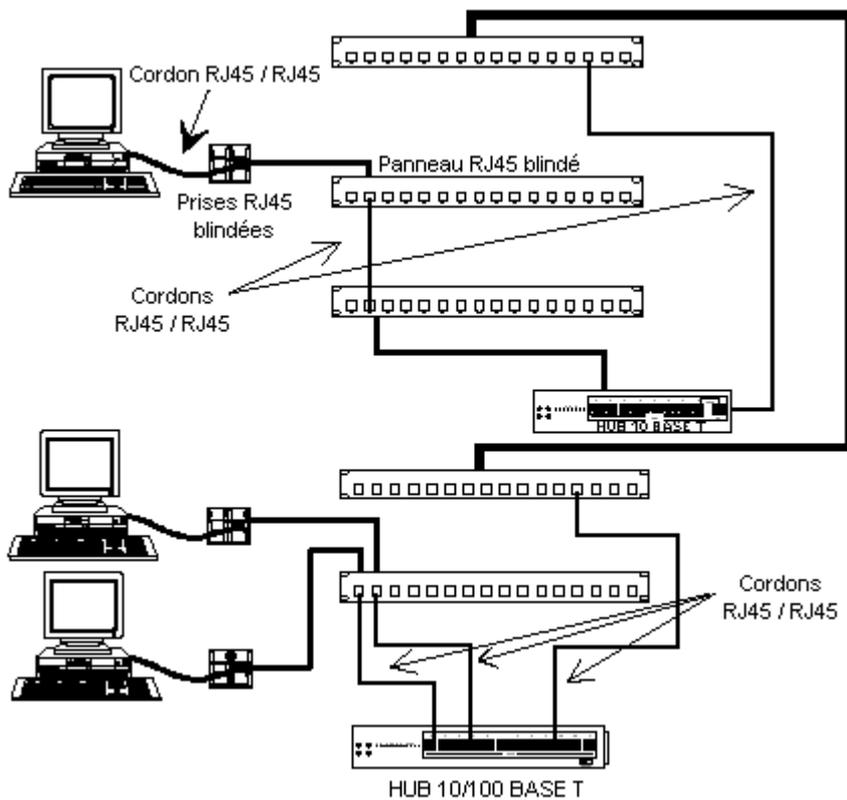
Trace OTDR



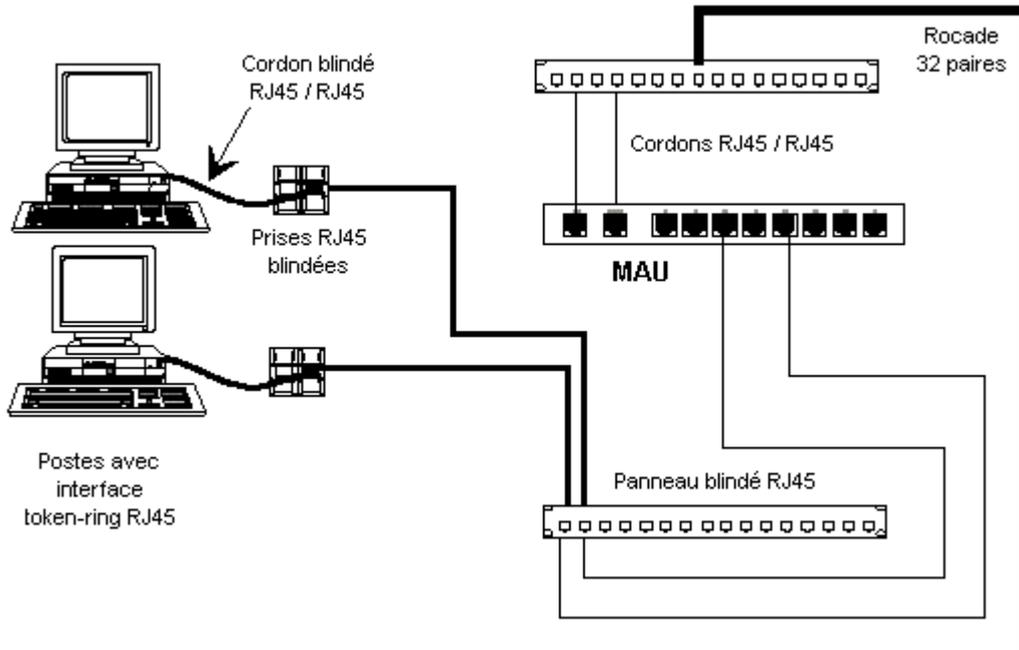
N°	Pos. (km)	Type d'événement	Perte (dB)	Réfl. (dB)	Attén. (dB/km)	Cumul (dB)
1	0.247	Niveau d'injection Section de fibre (0.261 km)	0.804	0.0		0.000
2	0.508	Défaut réfléchissant Section de fibre (0.156km)	0.036	-30.8	3.08	0.840
3	0.663	Défaut réfléchissant Section de fibre (0.246 km)	0.480	-29.2	3.08	1.320
4	0.909	Fibre continue	0.713		2.90	2.164

5 EXEMPLES DE RACCORDEMENTS

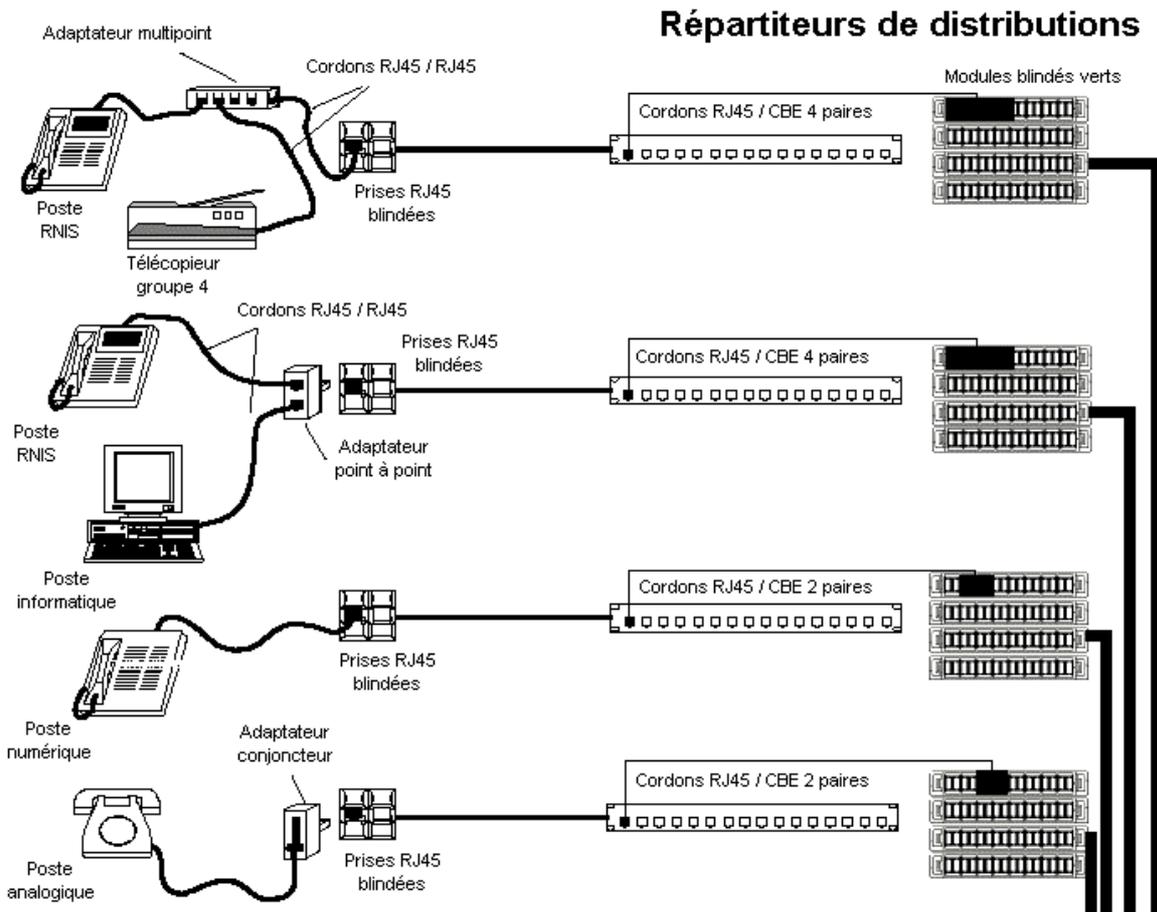
5.1 Raccordement ETHERNET par RJ45



5.2 Raccordement Token-Ring



5.3 Raccordement téléphoniques par RJ45



6 Tendances

Sous la pression des américains, le câble UTP 100 Ω catégorie 5 est largement installé mais le respect des CEM imposera le câble FTP en Europe. Le câblage catégorie 5e (100/120 Ω) autorise l'ATM (*Asynchronous Transfert Mode*) à 155 Mbps et Ethernet 1000 BASE T (1 Gbps) vient d'être normalisé sur ce support.

Le câblage catégorie 6 est normalisé mais aucune application n'en a actuellement besoin. La catégorie 7 est en cours d'étude et si une solution économique avec connecteur compatible RJ45 voit le jour, la catégorie 6 risque d'avoir une durée de vie aussi faible que le fut celle de la catégorie 4.

La fibre optique multimodes à gradient d'indice avec connectique ST, malgré un coût double de la paire cuivre, semble être la meilleure solution pour les rocares et les distances supérieures à 100m. Elle est déjà largement utilisée pour fédérer les réseaux. Une connectique duplex (2 fibres) de type MT-RJ se développe afin de simplifier les brassages. Une épissure mécanique sans soudure ni fusion est actuellement réalisable afin de raccorder simplement les fibres aux connecteurs du panneau de brassage.

Deux diamètres sont couramment utilisés : 50 μ m et 62.5 μ m mais on évitera de mélanger les types sur un même site (pertes de raccordement). Les câbles sont généralement modulo 6 fibres. Pour des installations massivement fibrées on trouve des câbles de plus de 200 fibres d'un diamètre total inférieur à 20mm.

Le "sans fil", sur hyperfréquences, permet une installation Bureautique particulièrement simplifiée mais reste encore coûteux.

7 DOCUMENTATIONS

Catalogues et guides POUYET

www.cercle-credo.com

: Câblage optique (conseils...)

www.eia.org , www.tiaonline.org

: Normes américaines

www.fluke-net.com , fluke.com

: Constructeur d'appareils Fluke et Wavetek

www.wg.com , www.acterna.com

: Constructeur W &G

www.catv.com

: Câblage CATV