



**DECOUVREZ QUELQUES NOTIONS DE CABLAGE RESEAU**

**1) Les différents types de câbles et les normes**

**1-1) Le câble à paires torsadées**

Le câble à paire torsadée (TWISTED-PAIR CABLE) est composé de plusieurs éléments :

- ✓ Des brins de cuivre entrelacés (torsadés)
- ✓ Une enveloppe isolante

Le câble à paire torsadée a été largement diffusé parce qu'il est à l'origine utilisé pour les lignes téléphoniques et qu'il était jusqu'en 1983 systématiquement pré installé dans tous les nouveaux bâtiments américains. Le câble à paire torsadée est le support (le média) le plus utilisé à l'intérieur d'un bâtiment.

L'entrelacement des brins de cuivre permet de limiter les interférences extérieures (moteur, relais, transformateur, ...). Toutefois la protection d'un blindage est bien plus efficace pour diminuer les risques d'interférences.

**1-2) Les types de câble à paires torsadées**

Il existe deux types de câbles à paires torsadées :

- ✓ Le câble à paire torsadée **non blindée** (UTP pour UNSHIELDED TWISTED-PAIR)
- ✓ Le câble à paire torsadée **blindée** (STP pour SHIELDED TWISTED-PAIR)

**1-2-1) Le câble à paires torsadées non blindées (UTP)**

Les composants d'un câble à paire torsadée non blindée :

- ✓ Deux ou quatre brins de cuivre entrelacés (torsadés)
- ✓ Une enveloppe isolante

Les caractéristiques du câble à paire torsadée non blindée (UTP) :

- ✓ Utilisé à l'origine pour les lignes téléphoniques
- ✓ Répond aux spécifications de la norme «10 base T» des réseaux ETHERNET
- ✓ Très utilisé pour les réseaux locaux
- ✓ Une longueur maximale de 100 mètres

**- La norme EIA/TIA des câbles UTP**

La norme «Commercial Building Wiring Standard 568» de l'EIA/TIA (Electronic Industries Association / Telecommunication Industries Association) a été mise au point aux Etats Unis pour garantir la qualité et les condition d'utilisation des câbles de l'industrie américaine.

Cette norme classe les câbles UTP en **5 catégories**, définit la vitesse maximale de transfert des données numériques qui est mesurée en Méga Bit par seconde (Mb/s), et détermine le **nombre de torsions** par « pied » (33 centimètres) que peut subir un câble UTP.

La catégorie N°1 correspond au câble téléphonique traditionnel et véhicule la voix analogique mais pas les données numériques. **La catégorie N°5** des câbles en paires torsadées est celle qui doit être recommandée dans la majorité des situations; d'une part parce qu'elle permet d'évoluer à terme vers un réseau à **100 Mb/s**, et d'autre part parce qu'elle est de meilleure qualité et définie plus précisément. Par exemple, les spécifications des câbles de catégorie N°5 stipule que les torsades des fils doivent être maintenues de bout en bout du câble et que l'extrémité servant au raccordement (et qui est «détorsadé») ne doit pas dépasser un centimètre. De plus, ce n'est pas le câble qui coûte cher, mais plutôt son installation par des techniciens qualifiés.

La norme EIA/TIA des câbles UTP				
Catégorie	Fonction	Vitesse	Nombre de paires torsadées	Nombre de torsions par « pied »
1	La voix analogique			
2	Les données numériques	4 Mb/s	4	
3	Les données numériques	10 Mb/s	4	3
4	Les données numériques	16 Mb/s	4	
5	Les données numériques	100 Mb/s	4	



La norme de câblage pour les paires torsadées est EIA 568B est très stricte et définit l'ordre dans lequel les fils sont raccordés aux 8 broches du connecteur RJ 45.

L'ordre de raccordement de la norme EIA 568 pour les câbles en paires torsadées	
N° de la broche du connecteur RJ 45	Couleur du fil
1	Blanc et orange
2	Orange
3	Blanc et vert
4	Bleue
5	Blanc et bleue
6	Vert
7	Blanc et marron
8	Marron

Les câbles à paires torsadées respectant la norme EIA/TIA 568 sont utilisés indifféremment pour les réseaux Ethernet ou Token Ring.

Les réseaux «certifiés de catégorie 5» n'utilisent que des câbles de la catégorie 5. Toutefois, un réseau peut être équipé de plusieurs sortes de câble.

#### **1-2-2) Le câble à paires torsadées blindées (STP)**

Les composants d'un câble à paire torsadée blindée (STP) :

- ✓ Quatre brins de cuivre entrelacés deux par deux
- ✓ Deux blindages autour de chaque couple de brins
- ✓ Une enveloppe isolante

**Le blindage** permet de réduire les interférences (mélanges des signaux électriques de plusieurs lignes, ...). Le blindage (STP) permet des transferts de données à des débits plus importants et sur des distances plus grandes que l'UTP.

#### **1-3) Les connecteurs des câbles à paires torsadées (RJ45)**

Les connecteurs sont les mêmes pour les câbles à paires torsadées blindées (STP) ou non blindées (UTP).

Le connecteur RJ45 comporte 8 broches ou 8 conducteurs. Le connecteur RJ45 ressemble au connecteur RJ11 du téléphone, mais celui-ci est plus petit et ne comporte que 4 broches. Certaines topologies réseaux propriétaires (le pré 10 base T) utilisent la paire torsadée avec des connecteurs RJ11, mais ces architectures sont relativement rares.

De nombreuses solutions existent pour centraliser et organiser les câbles et les connexions d'un réseau :

- ✓ Des armoires et des étagères de distribution
- ✓ Des tableaux de connexion extensibles jusqu'à 96 ports RJ45 et jusqu'à 100 Mb/s
- ✓ Des coupleurs de prises
- ✓ Des prises murales
- ✓ Etc

#### **1-4) Les qualités de la paire torsadée**

Les qualités de la paire torsadée sont les suivantes :

- ✓ Répond aux spécifications de la norme «10 base T»
- ✓ Très utilisé pour les réseaux locaux
- ✓ Une longueur maximale de 100 mètres
- ✓ Un débit de 10 à 100 Mb/s
- ✓ Un câblage peu coûteux, c'est le moins cher
- ✓ Une installation et des connexions simples
- ✓ La plus grande flexibilité du câble
- ✓ La plus grande vulnérabilité aux interférences
- ✓ Un choix fiable mais qui ne garantit pas l'intégrité des données transmises sur de longues distances et à des débits élevés



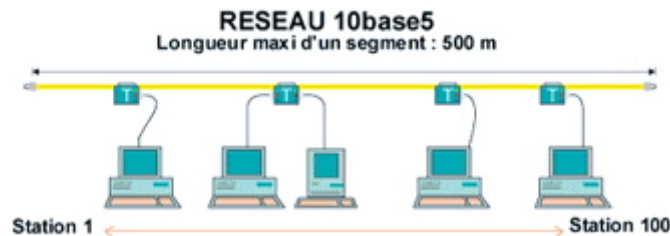
## 2) Les méthodes d'accès

Ethernet s'appuie sur la norme IEEE 802.3 qui définit la méthode d'accès CSMA/CD (Détection de Porteuse avec Accès Multiples/Détection de Collisions). Le nombre maximum de stations sur un réseau Ethernet est de 1024. Le débit défini par l'IEEE est de 10, 100 ou 1000 Mbps. Les médias physiques spécifiés par l'IEEE sont : 10 Base 5 (Câble jaune Coaxial « gros » ou THICK, 10 Base 2 (Ethernet « fin » ou THINNET), 10 Base T / 100 Base T / 1000 Base TX (Paire torsadée écrantée ou non) et 10 Base F / 100 Base FX / 1000 Base FX (Fibre optique monomode 9  $\mu\text{m}$  ou multimode 50/125 ou 62,5/125  $\mu\text{m}$ ). Les différents médias répondent à une seule norme IEEE 802.3 et peuvent être utilisés au sein d'un même réseau.

### 2-1) Le câblage Ethernet

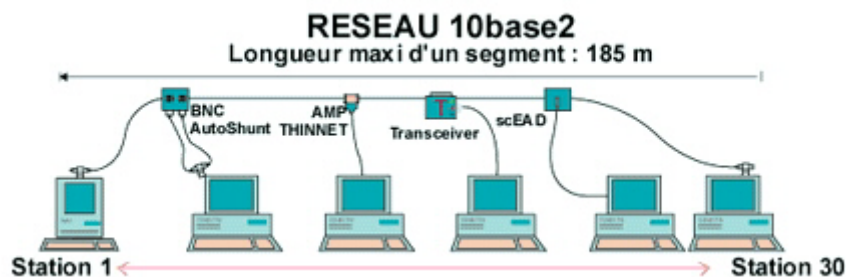
#### 2-1-1) Câblage 10 Base 5 (Coaxial Ethernet «jaune»)

- ✓ Câble coaxial de 50
- ✓ Respecter un rayon de courbure de 30 cm minimum à la pose pour éviter que le câble perde ses caractéristiques électriques
- ✓ Longueur maxi d'un tronçon 500 m
- ✓ Les stations se connectent suivant une topologie en bus, par l'intermédiaire d'un transceiver et d'un câble de descente (drop)
- ✓ Le tronçon comporte à chaque extrémité une charge de 50
- ✓ Le câble 10 Base 5 comporte un repère tous les 2,5 m
- ✓ La connectique utilisée avec le câble 10Base5 est de type N
- ✓ Si un segment est composé de plusieurs tronçons, ceux-ci doivent être des multiples de 23, 40, 70, 20 ou 117 m
- ✓ La longueur maximum d'un réseau (avec répéteurs et au moins deux segments sans station connectée) est de 2 500 m



#### 2-1-2) Câblage 10 Base 2 (Coaxial Ethernet fin)

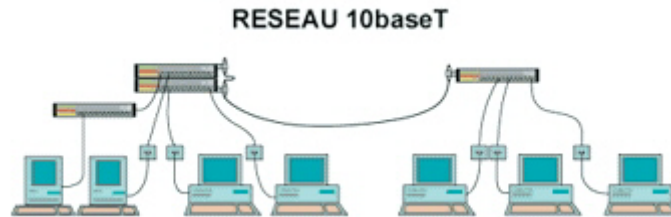
- ✓ Câble coaxial de 50, écranté et blindé.
- ✓ Le segment comporte à chaque extrémité une charge de 50
- ✓ La longueur maximale du segment est de 185 m
- ✓ Rayon de courbure minimum 5 cm
- ✓ Le nombre maximum de segments est de 5 connectés par des répéteurs. La longueur maxi d'un réseau 10 Base 2 est de 925 m
- ✓ Les stations se connectent suivant une topologie en bus grâce à un connecteur en T ou via un transceiver
- ✓ La connectique utilisée est BNC
- ✓ Le câble fin est plus économique que le câble «jaune» d'où ses surnoms «thinnet» et «cheapernet»
- ✓ La distance minimale entre les stations est de 0,5 m
- ✓ Le nombre maximum de connexions par segment est de 30





### 2-1-3) Câblage 10 Base T (Ethernet sur paires torsadées)

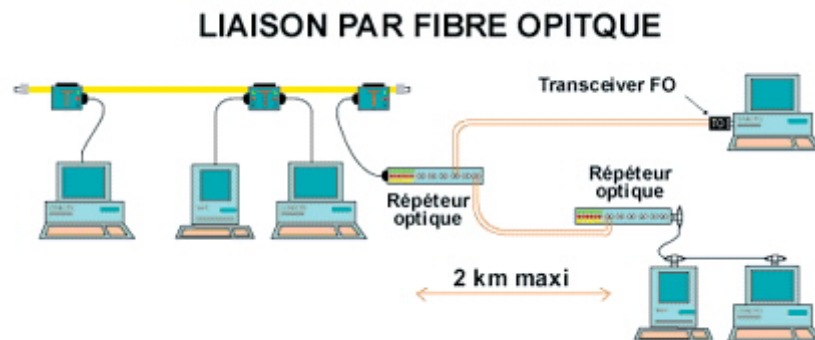
- ✓ Câble à paires torsadées, de préférence catégorie 5
- ✓ Les stations sont raccordées à un concentrateur (HUB)
- ✓ La distance maximale entre un hub et une station ou entre deux hubs cascades est de 100 m
- ✓ La topologie du réseau (étoile ou cascade d'étoiles reliées entre elles). Les hubs peuvent être empilés pour réaliser des hubs composites et permettre la réalisation d'un réseau de plusieurs centaines de postes
- ✓ La connectique se fait en RJ45. Les paires 1, 2 et 3, 6 sont utilisées pour l'émission et la réception
- ✓ Une détérioration locale au niveau d'une station ne provoque pas une perturbation générale du réseau
- ✓ Les hubs (Ce sont des répéteurs au sens de la norme Ethernet). L'application de la norme IEEE 802.3 limite à 4 le nombre de hubs entre les deux stations les plus éloignées



### 2-1-4) Câblage 10 Base F et FOIRL (Ethernet sur fibre optique)

La fibre est insensible aux parasites électromagnétiques et radioélectriques. Grâce à une faible atténuation, elle permet des distances point à point beaucoup plus importantes de l'ordre de 1 km.

Cependant, lorsqu'une fibre optique connecte deux ponts, ou un pont et un répéteur, la distance maximum en point à point est portée à 2 km.



Un réseau Ethernet supporte jusqu'à deux segments fibre optique bout à bout. La fibre optique est recommandée pour relier des bâtiments entre eux, car en plus de l'immunité aux parasites, elle permet de réaliser une isolation galvanique entre bâtiments. L'adaptation entre les câbles cuivre et la fibre optique peut se faire via des transceivers ou des répéteurs fibre optique.

- ✓ Les fibres multimodes utilisées (50 / 125 µm ou 62,5 / 125 µm)
- ✓ Les connecteurs utilisés (ST® ou SC®)

## 2-2) Extension du réseau

### 2-2-1) Transceiver

- ✓ Il se connecte sur le câble coaxial. La station est reliée au transceiver par l'intermédiaire d'un câble drop d'une longueur maximum de 50 m ou de 7 m si on utilise du câble drop fin
- ✓ Entre transceivers, on doit respecter une distance mini de 2,5 m pour un câblage 10 Base 5 et de 0,5 m pour 10 Base 2
- ✓ Le nombre maximum de transceivers est de 100 par segment en 10 Base 5 ou de 30 par segment en 10 Base 2
- ✓ Le signal de test SQE ou Heartbeat doit être invalidé si le transceiver est utilisé pour connecter un équipement autre qu'une station de travail (répéteur, pont, switch, etc)
- ✓ Link beat est validé lorsqu'un transceiver est utilisé dans un réseau 10 Base T. Il faut l'invalider dans les autres cas



### 2-2-2) Répéteur

Le répéteur a une fonction électrique. Il reconditionne le signal. Il agit au niveau de la couche 1 du modèle OSI.



#### - Nombre de répéteurs

La norme 802.3 pour Ethernet 10 Mbps limite à 2 le nombre de répéteurs entre 2 stations. On peut atteindre le nombre de 4 répéteurs, à condition que 2 segments traversés soient en point à point, c'est-à-dire sans aucune station connectée.

Un concentrateur (HUB) est un répéteur multiports. Il est considéré comme un seul nœud par chaque segment dont il assure la liaison. Le HUB constitue une solution économique pour l'extension d'un réseau Ethernet.

### 2-3) Le modèle OSI (Open Systems Interconnections)



### 2-4) Ponts - b. routeurs - routeurs

#### 2-4-1) Pont (Bridge)

- ✓ Il réalise la liaison entre deux réseaux locaux ou distants
- ✓ Il permet la segmentation d'un réseau local dans le but d'équilibrer la charge du réseau
- ✓ Il permet de diviser un réseau en segments indépendants de 1024 postes
- ✓ Il est indépendant des protocoles réseau, permet l'interconnexion des réseaux hétérogènes et la conversion du média

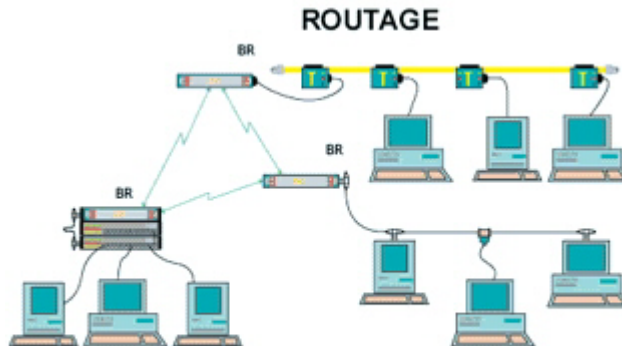
#### 2-4-2) Routeur (Router)

- ✓ Il intervient au niveau de la couche 3 (réseau) de l'OSI
- ✓ Il réalise la liaison, l'adressage et le routage entre deux réseaux locaux ou distants (Ex : via RNIS/Numéris)
- ✓ Il assure l'adressage et doit connaître la topologie des réseaux à interconnecter. Il est donc dépendant du protocole. Généralement multiprotocoles, il peut utiliser des algorithmes de « Spanning Tree » ce qui permet la construction de réseaux maillés pour accroître la sécurité du réseau, la performance et la tolérance aux pannes



### 2-4-3) Pont Routeur (BRouter)

- ✓ Il est capable de réaliser les fonctions propres aux ponts et aux routeurs ? C'est un pont transparent aux protocoles, avec des fonctions de routage



### 2-5) FAST ETHERNET (100 Base T)

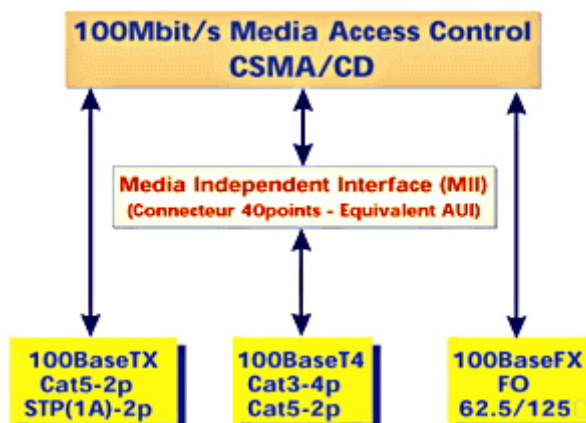
Fast Ethernet ou 100 Base T est l'extension naturelle de 10 Base T et s'appuie sur le même protocole CSMA/CD, permettant ainsi aux données de transiter d'un noeud réseau à 10 Mbps vers un noeud à 100 Mbps sans conversion de protocoles. C'est la solution la plus économique et facile à mettre en place lorsqu'on souhaite faire évoluer le réseau Ethernet vers les hauts débits.

- ✓ Ethernet 100 Mbps s'appuie sur un câblage en étoile sur paires torsadées ou fibre optique
- ✓ 100 Base T supporte trois variantes de câblage (100 Base TX, 100 Base T4 et 100 Base FX)
- ✓ 100 Base TX s'appuie sur une liaison en 2 paires de câble catégorie 5
- ✓ 100 Base T4 s'appuie sur une liaison en 4 paires
- ✓ Connecteur (RJ45 écranté ou non)
- ✓ 100 Base FX s'appuie sur une liaison de 2 fibres optiques 50/125 ou 62,5/125  $\mu$
- ✓ Fibres utilisées (multimode 50/125  $\mu$ m ou 62,5/125  $\mu$ m ou monomode 9  $\mu$ m)
- ✓ Connecteurs utilisés (ST® ou SC®)
- ✓ Liaison fibre optique (particulièrement recommandée pour les liaisons "backbone" entre ponts, routeurs, commutateurs, etc)
- ✓ Interface MII. Cette interface est indépendante du média qui utilise un connecteur 40 points pouvant recevoir des transceivers externes (équivalente de l'interface AUI du 10 Base 5)

#### 2-5-1) Règles de câblage de 100 Base T

Câblage en étoile suivant la norme ISO 11801, avec une distance maximum de 100 m entre le Hub et la station.

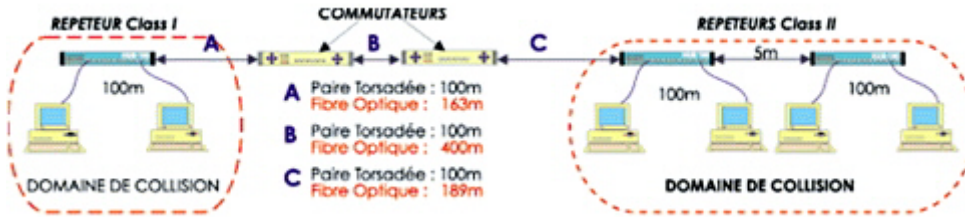
- ✓ 90 m de la prise murale au panneau de brassage
- ✓ 10 m maximum pour les cordons de brassage et pour relier la station à la prise murale





**2-5-2) Câblage de 100 Base T**

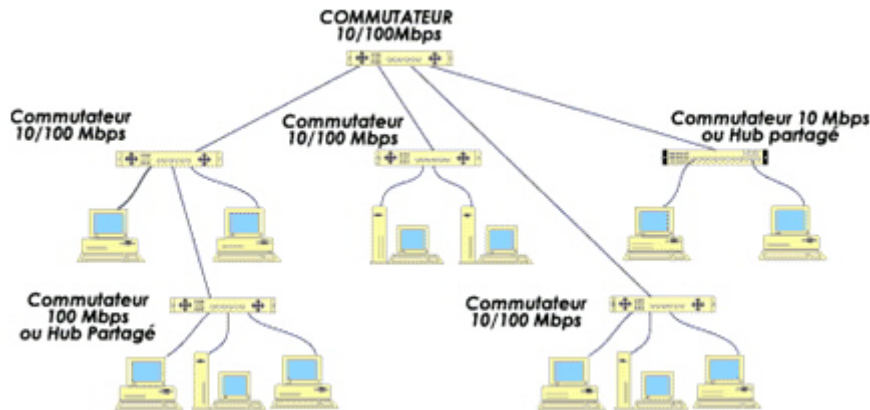
On distingue deux types de hubs (ou répéteurs) 100 Base T.



- **Répéteur Classe I** : reçoit les signaux entrants, les traduit en numérique et les retransmet vers les autres ports, après les avoir retraduit en signaux de ligne. Il est utilisé pour adapter des médias physiques différents, comme par exemple 100 Base TX et 10 0Base T4. Tous les répéteurs équipés d'un port MII sont de Classe I. Il ne doit y avoir qu'un seul répéteur de Classe I par domaine de Collision. Le « domaine de collision », d'un hub de Classe I, ne comprend qu'un seul hub. Son diamètre maxi est de 200 m.

- **Répéteur Classe II** : transmet ou répète immédiatement un signal entrant d'un port à l'autre sans les traduire. Il permet la connexion de médias identiques au sein d'un même domaine de collision. Le « domaine de collision » peut comporter deux hubs reliés par un lien de 5 m ou plus, si les liens entre les hubs et les stations sont inférieurs à 100 m. Le diamètre du réseau est limité à 205 m. Pour l'étendre il est nécessaire d'utiliser des commutateurs ou switches. Le lien reliant un hub partagé à un commutateur, station, etc, ne doit pas dépasser 100 m en paire torsadée ou 250 m en fibre optique multimode. On peut relier deux ponts, routeurs ou commutateurs par leurs ports DTE, avec la fibre sur des longueurs maxi de 2 Km. Les commutateurs Ethernet (Switches) régénèrent les signaux reçus et permettent de réaliser des réseaux étendus.

- ✓ Un switch réserve l'intégralité de la bande passante à chacun des ports
- ✓ Des switches dual speed (10/10Mbps) sont utilisés et facilitent la transition entre 10 Base T et 100 Base T
- ✓ Exemple : un switch 6 ports de 10 Mbps et 2 ports 100 Mbps sera utilisé pour raccorder des stations DAO à deux serveurs. Il peut atteindre un débit total de 260 Mbps



**2-6) GIGABIT ETHERNET (1000 Base X)**

Evolution d'Ethernet vers les hauts débits à 1000 Mbps. Normalisation par l'IEEE 802.3z et 802.3ab attendue en 1998. Il s'agit avant tout d'une technologie d'interconnexion de groupes de travail (backbone).



2-6-1) Câblage de Gigabit Ethernet

- ✓ Câblage backbone (Fibre Optique ou câble Twinax)
- ✓ Câblage capillaire (câble Cat. 5 ou Cat. 5+ avec la transmission des signaux sur les 4 paires en mode bi-directionnel)

TOPOLOGIES ETHERNET - DISTANCES MAXI			
	10 Base T	100 Base T	1000 Base X
Débit	10 Mbps	100 Mbps	1 Gbps
Cat 5	100 m	100 m	100m
TwinAx	NC	NC	25 m
FO MultiMode	2 Km	412 m	500 m
FO MonoMode	25 Km	20 Km	3 Km

CABLAGE FIBRE OPTIQUE 1 000 Base X					
	SX	LX	SX	LX	LX
Fibre	Multi	Multi	Multi	Multi	Mono
Diamètre	62.5	62.5	50	50	9
Transceiver	Interne	Externe	Externe	Interne	NC
Distance	260 m	550 m	525 m	550 m	3 Km

2-6-2) GIGABIT ETHERNET sur paire torsadée

Bien qu'initialement prévu pour fonctionner sur du câblage Cat. 5, il semblerait que le fonctionnement de 1000 Base Tx sur des câblages Cat. 5 serait susceptible de rencontrer des problèmes. En dehors des problèmes liés à l'écart de délai de propagation, l'influence de la télédiaphonie (ELFEXT) pourrait perturber le fonctionnement du réseau. Un câblage conforme aux projets de normes Cat. 6 ou Cat. 7 ISO serait donc recommandé.

3) WI-FI

3-1) Définition

Wi-Fi signifie « Wireless-Fidelity ». Ce terme générique recouvre en fait trois normes de réseau sans-fil différentes : IEEE 802.11b, IEEE 802.11a et IEEE 802.11g. Le "IEEE" indique qu'il s'agit de normes standardisées, issues de l'Institute of Electrical and Electronic Engineers. C'est la Wi-Fi Alliance qui pose le label « Wi-Fi » et certifie les produits des constructeurs. Ce groupe réunit plus de deux cent sociétés différentes.

- ☞ Le 802.11b est la norme la plus répandue actuellement. Cette norme fonctionne sur 2,4 Ghz avec un débit nominal de 11Mbit/s. Ce qui suffit largement pour une connexion haut débit.
- ☞ Le 802.11a fonctionne sur 5 Ghz et assure un débit nominal de 54 Mbit/s.
- ☞ Le 802.11g est une évolution de la 802.11b pour offrir un débit de 54Mb/s, comparable à celui du 802.11a, tout en utilisant la fréquence du 802.11b et en offrant une compatibilité descendante avec cette norme.

Il n'y a pas de règles concernant la portée des appareils utilisant cette technologie. Cela dépend en grande partie de votre environnement. Les bâtiments, les murs, four à micro onde et autres éléments atténuent le signal radio. Celui-ci est également affecté par la qualité et le placement de votre antenne. Dans un environnement classique d'appartement ou de bureau, la portée est comprise entre 20 et 50 m autour du point d'accès/routeur Wi-Fi. En extérieur ou dans un environnement de type hangar, la portée peut aller jusqu'à 300 mètres. Avec une bonne antenne et un placement optimale, on peut dépasser les 300m.

Attention, le débit varie selon l'endroit où vous vous trouvez. La règle est simple : plus vous êtes éloigné du point d'accès/routeur Wi-Fi, plus le débit est bas. Pour exemples, à coté du point d'accès Wi-Fi 802.11b vous obtiendrez un débit proche du maximum théorique de 11 Mbit/s alors que dix mètres plus loin, le débit ne sera plus que de 9 Mbit/s.



4) Schéma de câblage normal et croisé

