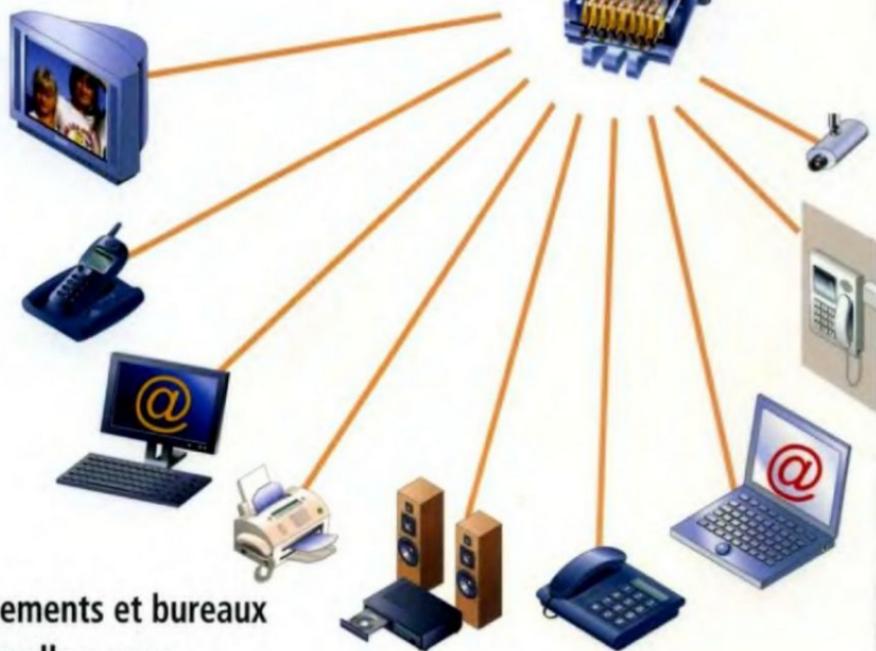


2<sup>e</sup> édition

Jacques Nozick

# Guide du câblage universel



- Logements et bureaux
- Nouvelle norme NF C 15-100
- Prises universelles RJ 45

Connexions TV, téléphonie, ADSL, informatique

- ▶ Supplément didactique sur le réseau TV
- ▶ Interprétation de la norme
- ▶ Conseils pratiques

EYROLLES

# SOMMAIRE

<b>Pourquoi câbler la maison ? .....</b>	<b>1</b>
Prise en compte des nouveaux besoins .....	1
Une rupture technologique : de l'électricité à l'électronique .....	3
Le câblage résidentiel : un marché à maturité .....	5
Caractéristiques générales du câblage universel .....	6
Peut-on éviter le câblage ? .....	7
<b>Description du câblage résidentiel .....</b>	<b>9</b>
Avant et après la nouvelle édition de la norme NF C 15-100 .....	9
Le câblage en étoile .....	10
Comment dimensionner le câblage ? .....	11
Combien de prises ? .....	12
Composants du câblage .....	13
Tableau de distribution : boîtier de raccordement usager (BRU) .....	13
Les tableaux en kit .....	14
Les tableaux modulaires et évolutifs .....	15
Câble 4 paires .....	20
Prises RJ 45 blindées .....	21
Cordons de brassage et de raccordement RJ 45 .....	23
Duplicateurs .....	23
Convention de raccordement .....	24
Raccordement des câbles aux prises RJ 45 (convention 568 B) .....	24
Convention de brassage pour la mise en œuvre des équipements au BRU et dans les pièces .....	24

<b>Recommandations au concepteur</b> .....	25
Comment rendre les espaces de vie flexibles et polyvalents ? .....	25
Prospective : l'obligation d'évoluer .....	27
<b>Techniques de réhabilitation</b> .....	29
Câbles collés .....	30
Plinthes électriques .....	31
<b>Recette technique et contrôle</b> .....	31
Validation du câblage universel à l'intérieur du logement .....	31
Validation des câblages collectifs .....	33
<b>Pourquoi est-il nécessaire de faire contrôler son installation par le Cosael ?</b> .....	34
<b>Que faire face à une installation hors norme ?</b> .....	34
Les malfaçons observées trop souvent .....	34
Mise en œuvre de la responsabilité des acteurs défaillants .....	36

## **Gérer les équipements et les réseaux** ..... 37

<b>La distribution audiovisuelle</b> .....	40
Rappels sur la distribution du signal TV .....	40
Distribution simple de la télévision .....	41
Distribution multifonction et satellite .....	43
<b>Le téléphone</b> .....	44
Distribuer une ligne téléphonique .....	44
Distribuer une seconde ligne téléphonique .....	46
Distribuer un commutateur téléphonique à 2 lignes réseaux et 5 postes intérieurs .....	46
Distribuer un autocom téléphonique de plus de 2 lignes et 5 postes .....	46
<b>L'ADSL</b> .....	47
Rappel sur les modems V90 .....	47
Les modems ADSL .....	47
<b>Micro-informatique</b> .....	50
Mise en œuvre d'un hub Ethernet 10/100 base T .....	51
Mise en œuvre d'un routeur .....	51
<b>Les portiers supplémentaires</b> .....	51
<b>Hi-fi sonorisation</b> .....	51
<b>Autres systèmes complexes</b> .....	55
<b>La duplication</b> .....	55
Les besoins dans une salle de séjour .....	55
Les besoins dans une chambre .....	56
<b>Câblage pour les petits sites tertiaires bureautiques</b> .....	57
Conception du câblage .....	58

Choix des composants.....	58
Choix du répartiteur .....	59
Mise en œuvre du câblage .....	60
Gestion du câblage, exploitation des réseaux .....	61
<b>Carnet pratique .....</b>	<b>63</b>
Rappel des critères de choix d'un système de câblage résidentiel.....	63
Aspects économiques, combien ça coûte ? .....	64
Coût du câblage universel.....	64
Coût pour l'acquéreur .....	65
Aspects normatifs.....	66
Rappels techniques .....	68
Notion de réseaux de data .....	68
Les câbles courants faibles.....	69
Les connecteurs courants faibles : la rançon de la complexité .....	70
Les limites de transmission de données à haut débit .....	71
Les signaux audiovisuels.....	71
La qualité de mise en œuvre et le choix des composants .....	72
Le structurel et l'optionnel .....	72
Le rôle et la responsabilité des intervenants .....	73
Prédisposer... c'est prévoir .....	73
Où trouver les composants ? .....	75
Les composants de précâblage universel et les équipements télécoms .....	75
Les composants de système de câblage universel, les équipements d'antenne et de portiers .....	76
Les kits de câblage pour réhabilitation (moins de 8 prises) .....	76
Les autres appareillages électriques .....	76
Les équipements audiovisuels, hi-fi, bureautique, téléphonie .....	76
La formation câblage VDI résidentiel.....	76
Organismes et associations professionnels.....	77
Organisme de contrôle.....	77
<b>Cahiers des charges types .....</b>	<b>79</b>
Exemples de cahier des charges descriptif .....	79
<b>Cahier des charges descriptif n° 1 : câblage résidentiel .....</b>	<b>80</b>
Définition .....	81
Spécifications des composants et de leur mise en œuvre.....	82
Mise en œuvre du BRU dans les constructions neuves .....	82
Différents BRU.....	84

Mise en œuvre des prises RJ 45 .....	84
Recommandations à la conception .....	84
Règles d'installation .....	85
<b>Convention de raccordement, exploitation .....</b>	<b>87</b>
<b>Formation, compétence exigée .....</b>	<b>90</b>
Organisme de formation recommandée : Formapelec .....	90
Niveaux d'équipement permis par la norme NF C 15-100 .....	90
Contrôle, recette technique .....	91
<b>Cahier des charges descriptif n° 2 : câblage des petits sites tertiaires .....</b>	<b>93</b>
Définition .....	94
Notion de poste de travail bureautique .....	94
<b>Spécifications des composants et de leur mise en œuvre .....</b>	<b>95</b>
Répartiteur .....	95
Prises RJ 45 .....	96
Câble 4 paires .....	97
Câble multipaires téléphonique .....	97
<b>Ingénierie, règles d'installation .....</b>	<b>97</b>
Prise RJ 45 et câble 4 paires .....	97
Répartiteur .....	98
<b>Convention de raccordement et d'exploitation .....</b>	<b>99</b>
Raccordement des câbles aux prises RJ 45 (convention 568 B) .....	99
Réseaux à supporter .....	100
Convention de brassage pour la mise en œuvre des équipements au répartiteur .....	100
Règles CEM, perturbations électromagnétiques .....	101
<b>Formation, compétence exigée .....</b>	<b>101</b>
<b>Références normatives .....</b>	<b>102</b>
<b>Recette technique .....</b>	<b>102</b>

<b>Bibliographie .....</b>	<b>105</b>
----------------------------	------------

# POURQUOI CÂBLER LA MAISON ?

## Prise en compte des nouveaux besoins

Tous les appareils dont rêvent les utilisateurs sont disponibles en grandes surfaces : télévision, home cinéma, téléphonie, micro-informatique, hi-fi. Les réseaux pour les relier existent également : réseau téléphonique, ADSL, Internet, réseau local d'ordinateurs, télévision hertzienne ou câble. Malgré cela nos logements ne sont pas toujours adaptés à recevoir autre chose qu'une télévision dans le salon, deux postes téléphoniques (dont les prises ne sont jamais placées où il faudrait) et un portier accroché au mur de l'entrée qui nous oblige à courir pour voir la personne qui sonne.

La raison de cette inadaptation est simple : nos logements n'avaient jusqu'à présent pas été prévus pour recevoir les réseaux audiovisuels, multimédia ou les systèmes de communications évolués et encore moins pour permettre des interactions entre ces systèmes.

Cette lacune est désormais comblée grâce à un nouveau type de câblage permettant de connecter n'importe quels équipements provenant de tous les constructeurs sur tous les réseaux, et ce partout chez soi de manière simple et fiable. Ce nouveau type de câblage, décrit dans cet ouvrage, est destiné à compléter l'installation électrique classique. Il est régi par :

- les nouvelles dispositions de la norme NF C 15-100 (applicables à partir du 1<sup>er</sup> juin 2003) ;

- le guide UTE C 90-483 et ;
- les règles de l'art que nous expliquerons en détail.

Tous les appareils modernes, que nous avons précédemment cités, ne sont plus seulement connectés à des prises électriques. Ils nécessitent une connexion à des informations (qualifiées également de « données » ou de « data ») provenant soit :

- de réseaux externes au logement : les réseaux de communication publics ;
- de sources d'informations internes au logement : les réseaux informatique, audiovisuel, téléphonique ou de diffusion sonore.

Aux prises électriques destinées à apporter l'énergie à nos appareils s'ajoutent maintenant de façon systématique des connecteurs de « communication » plus délicats à raccorder que les prises classiques en 230 V. En effet ces connecteurs, ainsi que les câbles qui les relient, doivent véhiculer des signaux à haut débit qu'il est interdit d'altérer. De cette fiabilité de transmission des données dépend le fonctionnement des systèmes électroniques qui s'introduisent dans nos maisons de manière inéluctable.

Schématiquement quand M. et Mme Dupont achètent un logement, leur seule préoccupation sera de brancher aussi simplement que possible, sur les prises destinées à cet effet, tous leurs équipements. Pour ce faire, il leur aura suffi d'indiquer au promoteur, sur le plan de leur futur logement, l'endroit où ils souhaitent disposer d'un ou de plusieurs téléphones, d'un poste de TV, de la distribution de haut-parleurs, d'un PC ou de terminaux de portier vidéo. Les futurs utilisateurs pourront même changer d'avis avant la livraison.

Plusieurs cas de figures seront possibles soit :

- le nombre et la nature des équipements initialement connectés restent inchangés, comme actuellement dans nos logements ;
- l'utilisateur effectuera de petits aménagements, par exemple : le simple ajout d'un poste téléphonique ou le déplacement de la TV. Dans ce cas, il pourra appeler son installateur ou effectuer lui-même l'opération fort simple qui consiste à permuter la prise du terminal concerné dans la pièce et procéder de même au tableau de commutation. N'importe quel enfant sachant lire les chiffres et repérer une couleur est capable de le faire sans hésiter ;
- M. Dupont souhaite brancher des appareils ou des réseaux complexes : utiliser l'image du lecteur DVD d'un PC multimédia pour la projeter sur un mur en ajoutant des enceintes actives ou réaliser un petit réseau informatique

regroupant plusieurs PC à un routeur ADSL et à une imprimante. Dans ce cas il fera sagement appel à son installateur ou accessoirement au vendeur des équipements.

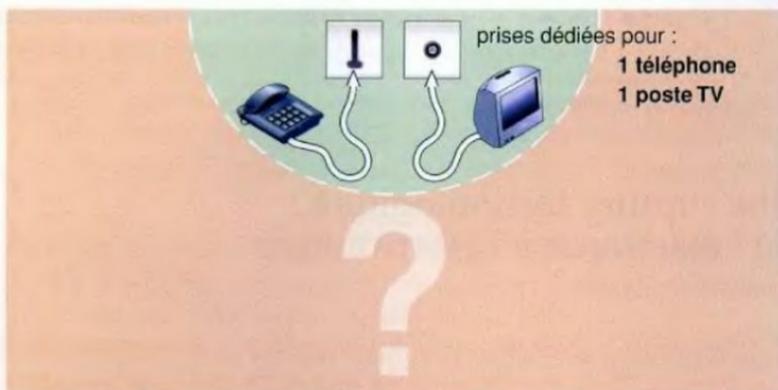
## Une rupture technologique : de l'électricité à l'électronique

Tant que les appareils nécessitant des données étaient peu nombreux, il était inutile d'installer un câblage complexe pour les recevoir. Lorsqu'on n'a qu'un seul poste de TV, il suffit de le connecter sur la prise coaxiale d'antenne. Quand on souhaite connecter plusieurs récepteurs, un décodeur, un lecteur de DVD, un magnétoscope à plusieurs endroits du logement la présence d'une infrastructure de câblage devient indispensable.

De même, il était acceptable de connecter quelques appareils isolés sur des prises dédiées, par exemple la télévision sur une prise coaxiale et le téléphone sur une prise en T France Télécom. Cependant si l'on veut disposer de plusieurs prises dans toutes les pièces, cela devient plus difficile à gérer d'autant plus lorsqu'on veut ajouter aux prises téléphoniques et à la télévision un mini réseau pour relier quelques ordinateurs, des prises pour recevoir des haut-parleurs, un portier supplémentaire, etc.

Le prix de la superposition des câblages dédiés incompatibles du passé devient si prohibitif que les utilisateurs sont obligés de se contenter d'un nombre limité de prises qui s'avèreront n'être jamais placées à l'endroit où ils le souhaitent. C'est ainsi que la prise de la télévision au milieu du mur du salon déterminera obligatoirement la place du canapé... La figure 1 montre les limitations du câblage dédié à une seule application. La prise téléphonique et celle de la télévision étant généralement disposées l'une à côté de l'autre la portion de surface de la pièce, par exemple un salon, sur laquelle seront connectables les équipements VDI sera très réduite.

Les industriels du câblage ont donc cherché des solutions techniques qui permettent d'offrir, non plus des prises dédiées à une seule application mais des prises universelles capables de les connecter toutes ensemble. Cette universalité permet d'ailleurs de diminuer le nombre de prises.



*Fig. 1 : Aucune connexion n'est possible dans cette zone*

Par exemple : si l'on dispose dans une pièce une prise TV sur le mur de droite et une prise téléphonique sur le mur de gauche et que l'utilisateur a besoin de l'usage inverse, il sera nécessaire de tirer d'autres câbles. On comprend par contre que si la prise de droite autant que celle de gauche est universelle, on y connectera ce que le matériel que l'on veut : du téléphone ou de la télévision mais aussi de l'informatique ou une chaîne hi-fi. La figure 2 met en évidence le fait qu'il n'y a ici plus de zone où il est impossible de connecter des équipements VDI. La seule limitation restante sera le nombre d'applications connectables simultanément, par exemple l'introduction d'un home cinéma restera impossible bien que l'on puisse connecter ici 4 à 6 terminaux.



*Fig. 2 : Les connexions sont possibles partout pour 4 à 6 terminaux de tous types*

À la figure 3, la connexion de tous les appareils sera pratiquement illimitée tant en ce qui concerne le nombre de terminaux raccordables que leur disposition dans le salon. Plus les pièces sont vastes, plus le nombre de prises devra être important. La distance entre 2 prises consécutives ne devrait pas dépasser 5 m :

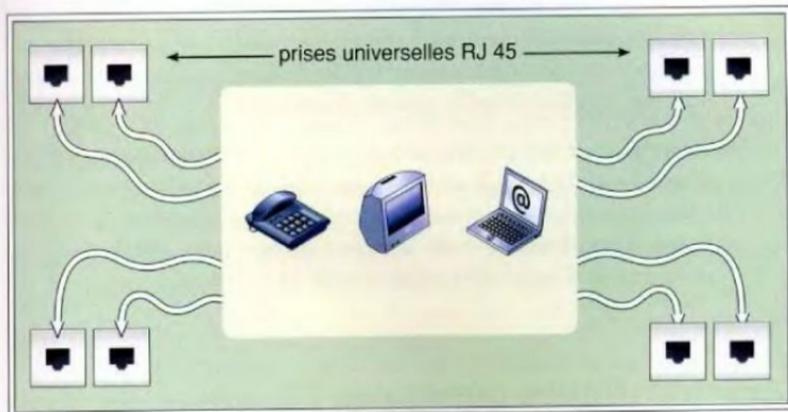


Fig. 3 : Les connexions sont possibles partout pour 8 à 10 terminaux de tous types

## Le câblage résidentiel : un marché à maturité

De nombreuses raisons laissent à penser que ce marché est arrivé à maturité.

- ▶▶ La nouvelle édition de la norme NF C 15-100, applicable à tous les constructeurs immobiliers, stipule l'obligation d'installer des prises de communication (dites RJ 45) dans toutes les pièces des logements neufs. Cette disposition annonce l'entrée obligatoire, irréversible et généralisée du câblage filaire.
- ▶▶ Le protocole Internet a mis tout les acteurs de la filière d'accord. Les produits et les services de la maison sont désormais accessibles par le web : télécommunications, automatismes, audiovisuel... Les fonctionnalités offertes sont innombrables, leur coût est réduit et les interfaces permettant d'accéder à Internet, à l'intérieur et à l'extérieur de la maison sont multiples, ergonomiques et très répandues (téléphones portables, PC, ardoises, écrans tactiles, etc.).
- ▶▶ Tous les équipements de la maison sont disponibles dans les grandes surfaces : TV, DVD, hi-fi, PC, téléphonie, fax, horloge de programmation,

télécommande par courants porteurs, etc. Il suffit donc d'assurer une interconnexion optimisée entre ces équipements en réseaux : simples, fiables, économiques et assez universels pour les recevoir tous.

- ▶ On sait désormais résoudre grâce à un câblage optimisé l'équation économique : performances/coûts/fonctionnalités. Contrairement à ce que pensaient certains techniciens, les vecteurs principaux de la domotique sont le ludique et la communication et non les économies d'énergie ou les automatismes, applications utiles mais peu vendeuses.
- ▶ Tout utilisateur souhaite adapter son logement à ses besoins pour se l'approprier et s'y sentir bien. Il considère son habitat non plus comme un simple refuge mais comme un espace de vie (cuisine, salon, chambre...), de loisirs (vidéo, TV, multimédia, hi-fi), de travail (informatique, téléphone, fax) et parfois même d'atelier (artisans, professions libérales).

## Caractéristiques générales du câblage universel

Malgré son apparente simplicité, la prédisposition au câblage est innovatrice par la juxtaposition de plusieurs concepts :

- la généralisation d'une prise unique (RJ 45) pour connecter tous les équipements de la maison ;
- le respect d'un codage défini en fonction des réseaux à connecter ;
- l'utilisation de la paire torsadée blindée pour la distribution de la télévision ;
- la duplication des prises divisant de moitié le prix du câblage (à connectivité égale).

Le câblage du système de communication est désormais un élément structurel du bâtiment. Comme le réseau électrique ou le réseau d'eau, il doit être installé définitivement et respecter les critères suivants.

- ▶ Un investissement initial réduit : le prix d'un câblage domotique ne doit pas être beaucoup plus élevé que celui d'une installation classique. Les prises RJ 45 doivent être préférentiellement duplicables ce qui permet de doubler ponctuellement le nombre d'équipements connectables sans augmenter le

nombre de prises (tout surcoût important du câblage est incompatible avec les impératifs économiques des promoteurs immobiliers).

- ▶ L'ouverture à tous les équipements électroniques VDI (voix données images) du marché : leur introduction doit pouvoir se faire au fur et à mesure de l'évolution des besoins des utilisateurs. Le câblage est un système passif (il ne comporte pas d'électronique). De plus, il est indépendant des appareils qu'il connectera par simple brassage.
- ▶ La mise en œuvre optimisée dans le neuf et l'ancien : en réhabilitation le câblage doit s'affranchir complètement du format des prises électriques et de l'appareillage installé. Les techniques de collage de câbles (descente dans les angles des pièces, circulation sur les plinthes) et d'adjonction de petites moulures pour regrouper plusieurs câbles (exemple : dans un couloir) permettent de réaliser des câblages discrets.

## Peut-on éviter le câblage ?

C'est une question que tout le monde se pose dès que l'on aborde le sujet du câblage domestique : tout serait tellement plus simple si l'on pouvait s'en débarrasser...

Le câblage présente deux inconvénients :

- il faut l'installer avant les équipements ; on a tendance à l'oublier car il coûte cher ;
- il est généralement spécifique et dédié au pôle d'activité auquel il appartient (audiovisuel, téléphonie, portier, micro-informatique, automatismes, éclairage, chauffage, climatisation, sécurité, télésurveillance, hi-fi, électroménager...).

Le miracle du « sans fil », que nous attendons depuis plus de 15 ans, ne s'est pas encore produit. En effet les problèmes techniques à résoudre sont complexes car une liaison sans fil nécessite un processus de transmission et de réception avec obligatoirement un protocole de communication entre les deux pouvant différer suivant :

- les dix pôles d'activités dans la maison indiqués ci-dessus ;

- la dizaine de constructeurs par pôles disposant chacun d'au moins cinq gammes de produits ;
- les trois modes de transmission sans fil auquel chaque produit peut faire appel (radio, infrarouge ou courants porteurs) ;
- les quatre ou cinq protocoles différents que l'on trouve dans chaque mode de transmission.

Trouver, parmi les milliers de combinaisons possibles, un protocole commun satisfaisant à tous les besoins (débit, ergonomie, disponibilité et coût) est la quadrature du cercle tant au niveau technique que de la normalisation. Rappelons-nous dans le seul pôle audiovisuel, les boîtiers de télécommandes infrarouges incompatibles (TV, magnétoscope, DVD, décodeur) et les multiples protocoles de transmission de l'image (hertzien analogique, numérique terrestre, câble, satellite, ADSL...). En revanche, le câblage filaire offre un avantage considérable.

#### Avantage du câblage filaire

Il est indifférent aux protocoles de transmission qu'il véhicule. L'information, injectée à l'extrémité d'une paire torsadée en cuivre se retrouvera quasi identique à l'autre extrémité !

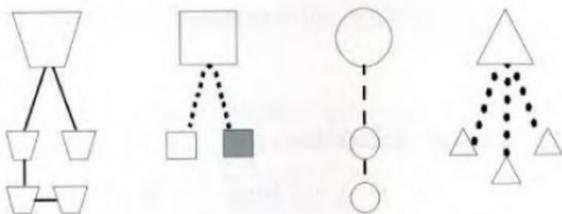
C'est pourquoi le câblage filaire se révèle à l'usage plus simple à généraliser que le sans fil. Il est également plus économique. En effet, avec l'option de câblage universel l'utilisateur peut acheter des appareils ordinaires (et donc économiques) comme ceux que l'on trouve en grandes surfaces. De plus, le propriétaire du logement prédisposé pourra récupérer son investissement lors de la revente de son bien. Celle-ci sera d'ailleurs largement facilitée car d'ici quelques années les appartements sous-équipés deviendront aussi obsolètes qu'une automobile sans verrouillage des portes centralisé.

En conclusion, on réservera les solutions sans fil aux appareils nécessairement mobiles et à l'ajout limité de fonctions VDI dans les logements anciens dans lesquels il n'est pas possible (ou souhaité) de faire des travaux d'équipements. Dans tous les autres cas, le câblage filaire restera plus universel et moins coûteux. En outre, il apporte à l'utilisateur : une vision globale de ses réseaux et de ses équipements, d'autant plus utile que, s'ils sont nombreux, polyvalents et interconnectables, ceux-ci seront aussi complexes.

# DESCRIPTION DU CÂBLAGE RÉSIDENTIEL

## Avant et après la nouvelle édition de la norme NF C 15-100

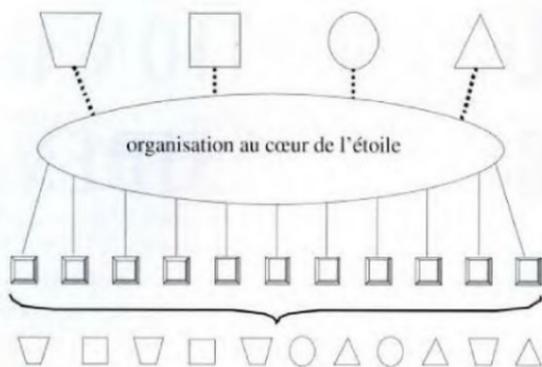
Avant la nouvelle édition de la norme sur le câblage résidentiel chaque équipement ou chaque réseau était supporté par un câblage spécifique. Il y avait donc autant de câblages différents que d'équipements comme symbolisés ci-dessous. La figure 1 représente 4 réseaux distincts connectant au total 11 terminaux.



*Fig. 1 : Câblage spécifique de 4 réseaux indépendants*

Ces câblages généralement réalisés de manière embryonnaire ou en plusieurs étapes ne permettent aucune modification. Chaque prise est dédiée à un seul type d'application, et ce de manière immuable. À la figure 2 on aura les 4 mêmes types d'équipements et les 11 terminaux mais avec une différence

substantielle : toutes les prises sur lesquelles ils sont connectés seront identiques, et tous les agencements et les modifications entre les ressources et les terminaux seront possibles au cœur de l'étoile formée par câblage structuré.

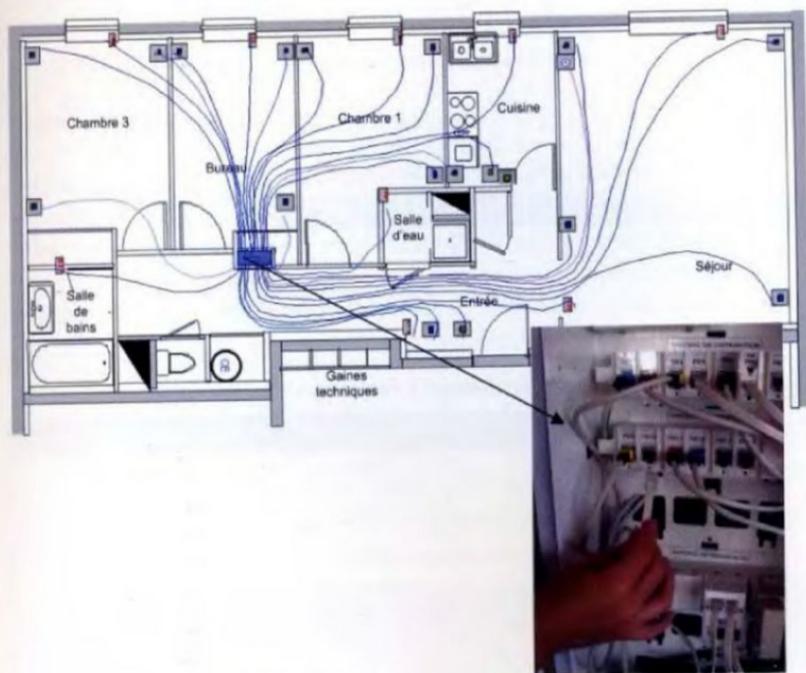


*Fig. 2 : Câblage universel de tous terminaux sur tous réseaux*

Pour un prix de câblage identique (même nombre de prises), n'importe quel terminal pourra se connecter sur l'une des prises du logement alors que précédemment le téléphone ne pouvait se brancher que sur une prise « PTT » et la télévision sur une prise coaxiale. Au cœur de l'étoile on disposera de plus d'espace d'organisation. Tout deviendra possible : ajouter tout équipement et venir le connecter sur n'importe quelle prise ou mieux interconnecter plusieurs réseaux entre eux.

## Le câblage en étoile

L'infrastructure, décrite dans le guide UTE C 90-483 auquel renvoie la norme NF C 15-100, est composée de câbles 4 paires torsadées connectés à leurs extrémités à des connecteurs RJ 45 normalisés. Ceux-ci sont concentrés en étoile sur un tableau de communication appelé BRU (boîtier de raccordement usager) situé à proximité du tableau électrique. Les câbles aboutissent dans les pièces de la maison à des prises RJ 45 partout où une connexion de données peut être potentiellement souhaitable.



*Fig. 3 : Organisation générale du câblage en étoile*

## Comment dimensionner le câblage ?

Les prises RJ 45 vont connaître la même évolution que les prises électriques qui étaient au nombre d'une ou deux par pièces il y a quelques décennies. Ce nombre a été largement augmenté aujourd'hui. La nouvelle édition de la norme NF C 15-100, qui prévoit déjà des prises RJ 45 dans toutes les pièces, devra évoluer pour imposer un nombre équivalent de prises data et de prises électriques. Notons également que la norme américaine EIA/TIA prévoit trois fois plus de prises data qu'en France.

Les professionnels considèrent, en fonction des normes et des usages, trois types d'équipements en fonction du standing des logements. Les tableaux 2.1 à 2.3 donnent la répartition des prises RJ 45 par pièces.

## Combien de prises ?

L'évolution actuelle dans le résidentiel est identique à celle qui s'est déjà produite il y a une quinzaine d'années dans le secteur tertiaire. À cette époque, on trouvait également des prises dédiées à une seule application, en nombre restreint. L'utilisation de prises RJ 45 s'est généralisée dans tous les bureaux (on prévoit généralement 2 prises RJ 45 par 10 m<sup>2</sup>). Dans les logements, ce chiffre devrait être sensiblement supérieur et peut varier sensiblement entre les logements bas de gamme et haut de gamme. On peut donc retenir schématiquement trois niveaux d'équipements.

**Tab. 2.1 : Équipement « minimum » (très insuffisant)**

TYPE	CHAMBRES	CUISINE	ENTRÉE	SÉJOUR <sup>1)</sup>	TOTAL
Studio		1		2 +	3
F2	1 × 1	1		2 +	4
F3	1 × 2	1		2 +	5
F4	1 × 3	1		2 +	6
F5	1 × 4	1		3 +	8
F6	1 × 5	1		3 +	9

1) Nous recommandons de laisser dans le séjour une prise coaxiale permettant, le cas échéant, la connexion d'un décodeur satellite ou d'un téléviseur unique.

**Tab. 2.2 : Équipement « standard » (juste acceptable)**

TYPE	CHAMBRES	CUISINE	ENTRÉE	SÉJOUR <sup>1)</sup>	TOTAL
Studio		1		4 +	5
F2	2 × 1	1	1	4 +	8
F3	2 × 2	1	1	4 +	10
F4	2 × 3	1	1	4 +	12
F5	2 × 4	1	1	4 +	14
F6	2 × 5	1	1	4 +	16

1) Nous recommandons de laisser dans le séjour une prise coaxiale permettant, le cas échéant, la connexion d'un décodeur satellite ou d'un téléviseur unique.

Le nombre restreint de prises RJ 45 prévu pour l'équipement « minimum » oblige à laisser subsister des prises dédiées au téléphone ou à la télévision. Il s'agit là d'un câblage hétérogène composé en fait de trois sous câblages incompatibles. C'est une mauvaise solution.

L'équipement « standard » commence à être acceptable car il génère une véritable universalité qui permet de se passer définitivement des prises dédiées. Il s'avèrera sous-dimensionné pour certaines combinaisons d'équipements, par exemple l'introduction d'un home cinéma sera quasiment impossible.

Tab. 2.3 : Équipement « confort » (recommandé)

TYPE	CHAMBRES	CUISINE	ENTRÉE	SÉJOUR <sup>1)</sup>	TOTAL
Studio		1	2	9 +	12
F2	5 X 1	1	2	9 +	17
F3	5 X 2	1	2	9 +	22
F4	5 X 3	1	2	9 +	27
F5	5 X 4	1	2	9 +	32
F6	5 X 5	1	2	9 +	37

1) Nous recommandons de laisser dans le séjour une prise coaxiale permettant, le cas échéant, la connexion d'un décodeur satellite ou d'un téléviseur unique.

L'équipement « confort » permet toutes les combinaisons de manière illimitée et procure une grande flexibilité des espaces de vie.

#### Le nombre de prises

Il ne détermine pas seulement le nombre maximum d'appareils connectables, il conditionne surtout la capacité que l'on a de les connecter dans chaque pièce, à l'endroit où on le souhaite. On peut faire ici un parallèle avec les prises électriques : une seule prise 230 V serait suffisante dans chaque pièce, pourtant l'utilisateur exige toujours au moins une prise sur chaque pan de mur. Non seulement les mêmes causes produisent les mêmes effets, mais s'il est facile de brancher un boîtier multiprise pour alimenter plusieurs équipements électriques, il est beaucoup plus difficile de faire la même chose ou un tel branchement avec les prises data. En conclusion, s'il est recommandé de ne pas oublier de prises 230 V ce principe vaut aussi pour les prises data. Cette évidence est parfois méconnue par certains professionnels de l'immobilier.

## Composants du câblage

### TABLEAU DE DISTRIBUTION : BOÎTIER DE RACCORDEMENT USAGER (BRU)

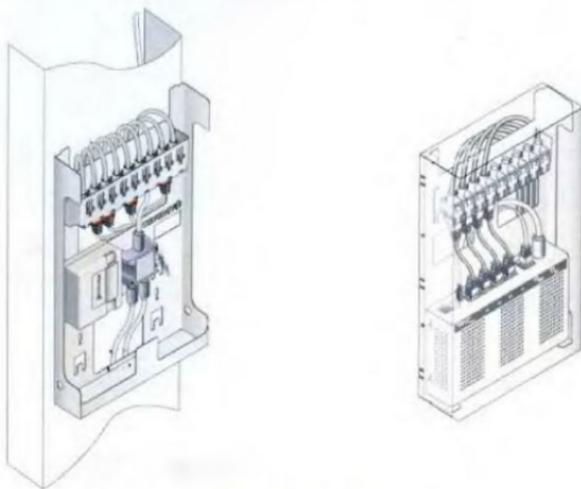
Le BRU comprend une platine recevant des supports de connecteurs RJ 45 et éventuellement des barrettes de raccordement permettant la gestion paire par paire. Ces RJ 45 seront connectées par des cordons de brassage aux ressources :

TV, téléphone, informatique, alarme, etc. Le BRU intègre aussi des équipements actifs, en particulier le module de transformation des signaux TV coaxiaux en signaux distribuables par des paires torsadées (dans la bande de fréquence de 5 à 862 MHz).

Il existe toute une gamme de tableaux adaptés aux besoins des usagers, tant en terme de capacité de connexion qu'en sortes d'applications supportables. On peut cependant distinguer deux grands types de solutions que sont les kits prêts à l'emploi et les tableaux modulaires évolutifs.

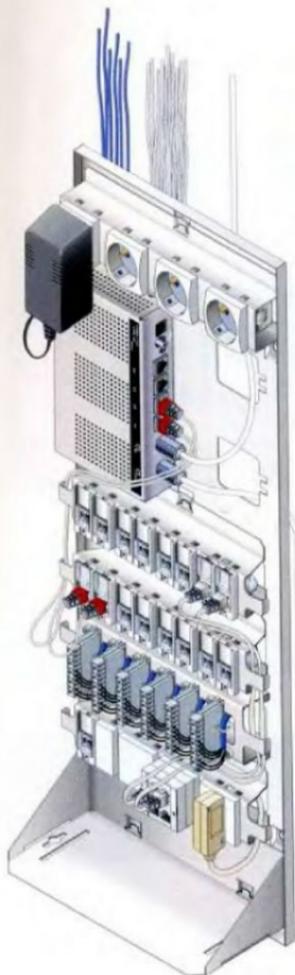
## Les tableaux en kit

Ils concernent les installations d'entrée de gamme. Ils permettent de raccorder 8 prises pour distribuer les fonctions de base que sont : le téléphone (1 ou 2 lignes en parallèle), la TV et l'ADSL. Bien entendu, compte tenu du nombre limité de prises et de la petite taille du boîtier, ce matériel ne permet pas la réalisation de fonctions complexes (multimédia, sonorisation, déport d'image TV, portier...) qui ne peuvent être possibles qu'à partir de tableaux modulaires.



*Fig. 4 et fig. 5*

On notera que les tableaux en kit grade 1 et 2 sont déconseillés à partir des logements de type F3, car ils nécessitent la superposition de deux câblages, l'un en RJ 45 pour le téléphone et la micro informatique, l'autre en prises coaxiales TV. On préférera toujours les tableaux grade 3 permettant de raccorder un type de câble unique sur des prises RJ 45 universelles supportant toutes les applications de la maison (TV incluse jusqu'à 862 MHz).



## Les tableaux modulaires et évolutifs

Ils concernent les installations moyenne et haut de gamme. Ils ne sont limités ni en nombre de prises ni en fonctionnalités.

Attention : le tableau, placé au cœur de l'installation, déterminera les fonctionnalités permises par l'adjonction des équipements actifs multiples et divers disponibles sur le marché des télécommunications et du multimédia. Certains constructeurs se limitent volontairement à la triple fonction de base (dite « triple play » pour : le téléphone, la TV et la micro informatique) préconfigurée sur toutes les prises. L'avantage est qu'il n'y a pas besoin de



Fig. 6 : Tableau de distribution

brassage, l'inconvénient c'est que toutes les paires étant occupées par les fonctions de base, il est impossible de connecter toute autre application (image TV déportée, connexion à diverses sources sonores ou vidéo...).

## Détermination de la taille et de la configuration du BRU

La taille du BRU est déterminée par :

- le nombre de prises RJ 45 de la maison (cf. les niveaux d'équipement, p. 90) ;
- le volume nécessaire pour les composants actifs (distributeur TV, modem ADSL, hub, routeur ADSL, micro-commutateur téléphonique, alarme, etc.).



*Fig. 7 : BRU largement dimensionné*

Il est recommandé de prendre toujours une taille de BRU largement dimensionnée car l'incidence du coût de la tôle sur le prix de l'installation est négligeable.

### Attention !

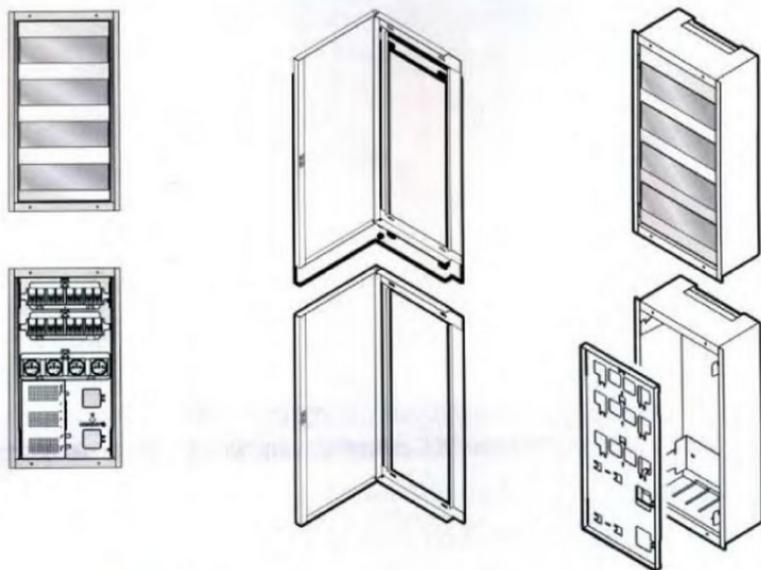
Ce volume est généralement sous-estimé ce qui oblige à ajouter sur le mur des boîtiers électroniques à côté du BRU.

## Quelle configuration de BRU pour quel usage ?

Le BRU se présente sous plusieurs configurations : à simple ou double platine, encastré ou en saillie. Les dimensions indiquées ci-dessous permettent l'indispensable cohabitation avec les tableaux électriques les plus courants sur le marché, en particulier ceux de la société Atole, leader sur le marché. Le BRU est situé dans la GTL (gaine technique du logement) définie par les normes NF C 15-100 et NF C 15-900. C'est un espace de 600 mm de large et 200 mm de profondeur au minimum sur toute la hauteur, destiné à intégrer le tableau électrique et le BRU (tableau de communication), obligatoire dans les logements.

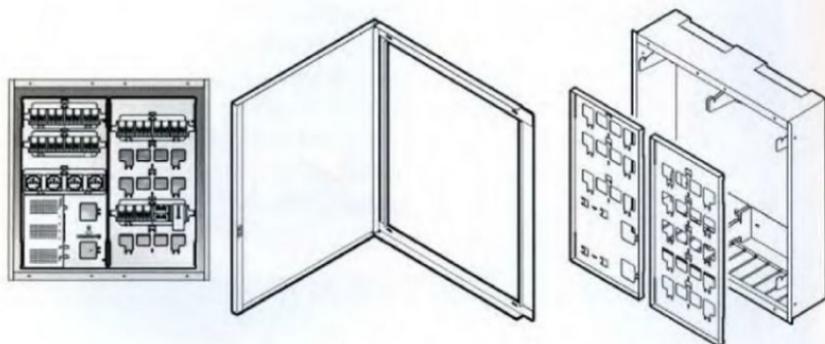
Les nouveaux tableaux sont plus encombrants que les tableaux électriques classiques ! Ceci n'est pas toujours facile à faire comprendre aux professionnels de l'immobilier.

Ce tableau courants faibles se positionne sous le tableau électrique.



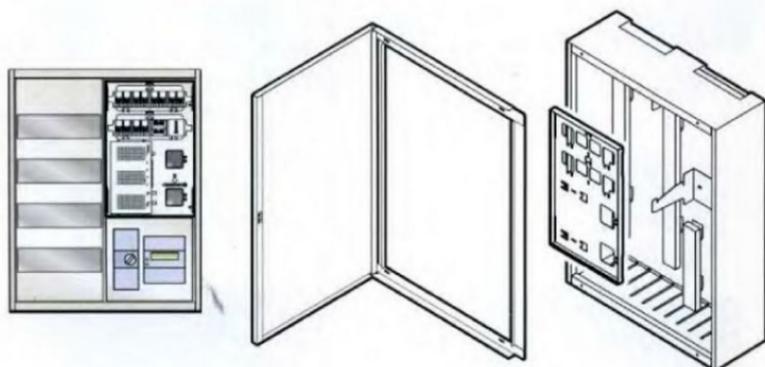
*Fig. 8 : BRU encastré simple platine, largeur 340 mm*

Ce tableau courants faibles se positionne sous le tableau électrique.



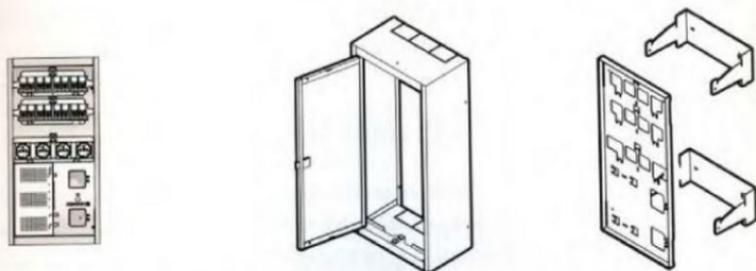
*Fig. 9 : BRU encastré double platine, largeur 600 mm*

Ce tableau mixte (courants faibles + courants forts) se positionne à une hauteur de 1,10 m au-dessus du niveau du sol.



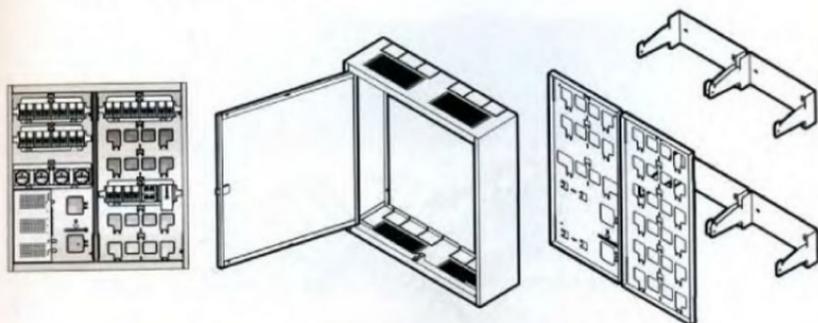
*Fig. 10 : BRU mixte encastré platine double, largeur 600 mm*

Ce tableau courants faibles se positionne sous le tableau électrique. Il peut également servir au câblage des petits locaux tertiaires et contenir des équipements actifs de petit format (largeur maximum 250 mm).



*Fig. 11 : BRU en saillie à simple platine, largeur 270 mm*

Ce tableau courants faibles se positionne sous le tableau électrique. Il peut également être utilisé pour le câblage des petits locaux tertiaires et contenir des équipements actifs 19 pouces.



*Fig. 12 : BRU en saillie à double platine, largeur 270 mm*

Les BRU indiqués ci-dessus sont plus particulièrement utilisés dans les cas suivants :

- le logement collectif neuf disposant d'une gaine technique. On utilisera de préférence des coffrets encastrés (fig. 8 à 10) ;
- la réhabilitation (collectif ou maison individuelle). On optera pour des coffrets en saillie (fig. 11 et 12) ;
- la maison individuelle disposant d'une pièce secondaire (garage, sous-sol, local technique). On optera aussi pour des coffrets en saillie double (fig. 12) ;
- le petit site tertiaire ou mixte tertiaire-habitat. Là encore, on utilisera de préférence les coffrets en saillie double, en raison de la proximité immédiate

d'un autocommutateur téléphonique ou d'autres équipements encombrants qu'il sera plus facile de raccorder sur le BRU s'il est en saillie (fig. 12).

## Mise en œuvre des RJ 45 dans le BRU

La mise à la terre est impérative car elle garantit l'immunité des câbles aux perturbations électromagnétiques. On utilise la terre de l'alimentation électrique 230 volts (bandeau 4 prises). Les bandeaux de RJ 45 seront à leur tour connectés à la terre de la platine.

L'avantage de ce câble, tout en offrant la possibilité de supporter la TV est d'être 50 % plus souple que le câble à 4 paires écrantées individuellement, dont le plus gros inconvénient est la rigidité (rayon de courbure mini ; 40 mm).

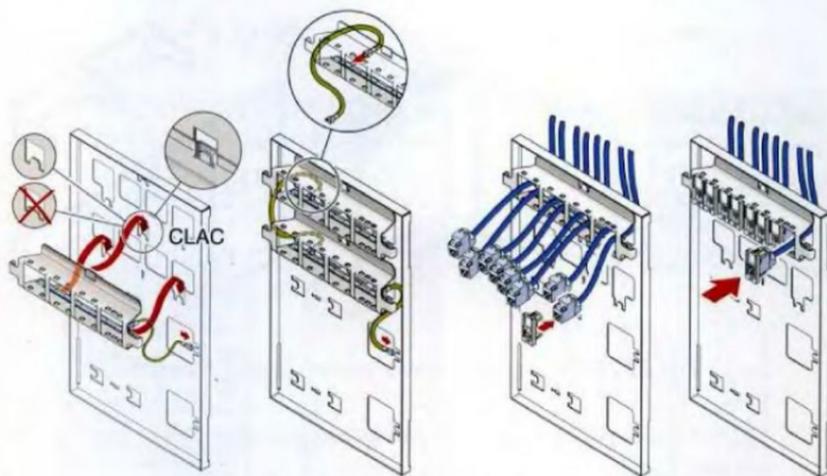


Fig. 13 : Détail de la mise à la terre

## CÂBLE 4 PAIRES

Toutes les normes internationales préconisent des câbles composés de 4 paires torsadées ou de 8 fils de couleurs distinctes (cf. « Convention de raccordement », p. 24). Il s'agit de câbles globalement écrantés comprenant :

- 4 paires écrantées individuellement (grade 3) ou ;

- 2 paires blindées grade 3 au minimum (pour la télévision) recevant des signaux de l'ordre du GigaHertz. Les autres paires en grade 2 se limitent à 100 MégaHertz.

Les câbles pour l'habitat doivent présenter les particularités suivantes :

- pour les câbles en conduits encastrés : le coefficient de frottement et la souplesse doivent permettre un tirage aisé ;
- pour les câbles collés : de couleur blanche, pas de marquage, une bonne tenue à la colle et faible rayon de courbure.

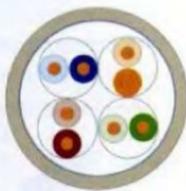


Fig. 14 : Câble 4 paires en coupe

## Mise en œuvre

Les câbles sont repérés avec le numéro des prises qu'ils raccordent.

### Attention !

Il est strictement interdit d'épissurer les câbles 4 paires entre le BRU et les prises RJ 45 des pièces !

## PRISES RJ 45 BLINDÉES

Ce sont les prises normalisées les plus répandues sur le marché international. Elles comportent huit contacts plus la terre. Pour leur mise en œuvre : se référer aux cahiers des charges types du carnet pratique, p. 79.

Il est recommandé d'utiliser soit :

- des prises duplicables (duplicateur vissé sur le support de prises) ;
- un autre système équivalent, comme les rallonges-duplicateur.

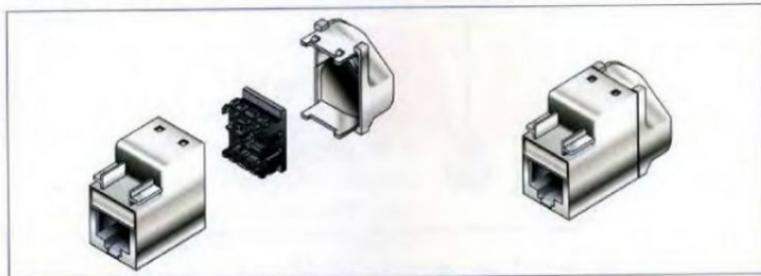


Fig. 15 : Pièce constitutive d'un connecteur RJ 45

## Mise en œuvre

Avant d'encliqueter l'organisateur des fils, il est judicieux de vérifier que l'ordre des couleurs de la convention de câblage est bien respecté. Le détorsadage des paires ne doit pas excéder 10 mm.

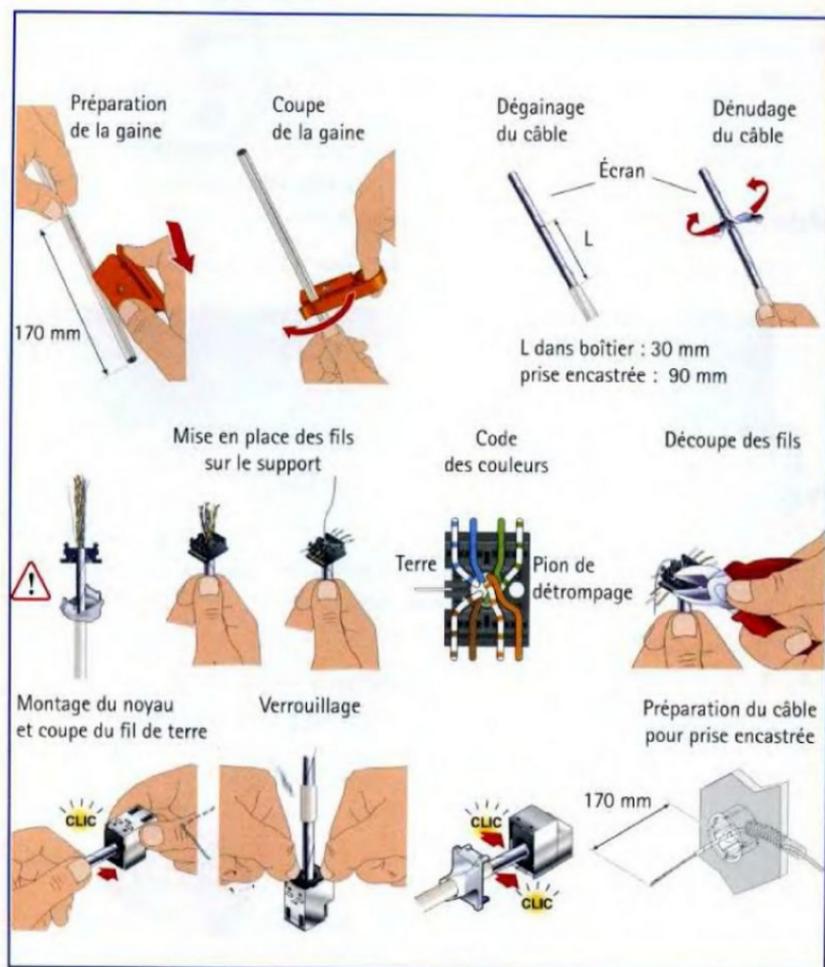


Fig. 16 : Étapes successives du câblage d'un connecteur RJ 45

## CORDONS DE BRASSAGE ET DE RACCORDEMENT RJ 45

Pour connecter n'importe quel appareil à n'importe quelle source, il suffit de les relier par un cordon de brassage. Le plus courant est le cordon 4 paires terminé par deux connecteurs RJ 45 (brassage au BRU). Une convention de couleurs permet de reconnaître le type d'application connectée, par exemple les liaisons TV seront toujours brassées avec des cordons repérés en rouge (cf. « Les cahiers des charges types », p. 79). Le repérage est réalisé au moyen d'une bague de couleur sur les connecteurs à chaque extrémité des cordons de brassage.

D'autres cordons peuvent relier des équipements munis de connecteurs différents du RJ 45, ainsi le cordon modem (RJ 11 – RJ 45) ou les cordons pour les liaisons sonorisation, etc. Dans ce cas, l'objectif est de rendre compatible les équipements de pôles d'activités (auparavant incompatibles) avec le câblage universel RJ 45.



Fig. 17 : Cordon RJ 45/RJ 45

## DUPLICATEURS

Le duplicateur a plusieurs fonctions, il permet soit :

- de connecter 2 ou 4 applications simultanément sur une même prise RJ 45 (réduction, à connectivité égale, du coût du câblage) rendant celui-ci compatible avec le budget du promoteur immobilier ;
- de délivrer simultanément sur une même prise deux signaux différents nécessaires au fonctionnement d'un même appareil, par exemple : une connexion de l'antenne TV sur un PC multimédia équipé d'une carte image et connecté au réseau local ou à l'ADSL.

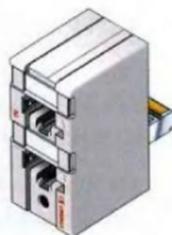


Fig. 18 : Duplicateur deux

## Convention de raccordement

### RACCORDEMENT DES CÂBLES AUX PRISES RJ 45 (CONVENTION 568 B)

Pour retrouver aisément quels réseaux sont connectés à quelles prises, il était indispensable d'adopter une convention de raccordement immuable entre les 8 fils des câbles 4 paires et les 8 bornes (plus la terre) des connecteurs RJ 45.

La convention de couleurs des fils est à choisir parmi les deux variantes suivantes. Elle doit être identique sur toutes les liaisons câblées du logement. En effet, si l'on affecte une paire au téléphone (par exemple la paire 1 connectée aux plots 4-5 des connecteurs RJ 45), cette paire dédiée à cette application se retrouvera de façon identique sur tous les autres connecteurs RJ 45 de la maison. Il s'ensuit qu'un poste téléphonique quelconque, connecté sur les plots 4-5 d'un connecteur mâle RJ 45 (appelé aussi *plug*), pourra se brancher indifféremment partout.

**Tab. 2.4 : Correspondance entre les couleurs des conducteurs du câble et les bornes du connecteur RJ 45**

N° DES PAIRES	CONTACTS DU RJ 45	COULEURS DES FILS	
1 blindée	4	Bleu foncé	Bleu
	5	Bleu clair	Blanc / bleu
2	1	Blanc	Blanc / orange
	2	Orange	Orange
3	3	Vert clair	Blanc / vert
	6	Vert foncé	Vert
4 blindée	7	Rose	Blanc / marron
	8	Marron	Marron

### CONVENTION DE BRASSAGE POUR LA MISE EN ŒUVRE DES ÉQUIPEMENTS AU BRU ET DANS LES PIÈCES

Les conventions de branchement ci-dessous sont données par les usages (téléphone 4-5 sur RJ 45 : plots centraux des RJ 11 et RJ 12), les normes (Ethernet) et les combinaisons astucieuses d'applications choisies par les constructeurs pré-curseurs. L'entreprise Casanova préconise par exemple les conventions suivantes :

Tab. 2.5 : Convention de brassage

TYPES D'ÉQUIPEMENTS CONNECTABLES	REPÈRE DE COULEURS DES CORDONS	CONVENTION AUX BORNES DU RJ 45
TV, audiovisuel (5-862 MHz) (brassage impératif par cordons blindés)	Rouge H61000R	4-5 / 7-8
Téléphonie ADSL	Ivoire H64000	4-5 : ligne 1 4-5 par 7-8 : ligne 2
Internet, micro informatique	Bleu H61000B	1-2 / 3-6
Sonorisation hi-fi	Noir H61000N	Stéréo 1-2 / 3-6 Quadri 1-2 / 3-6 4-5 / 7-8 HP : 1-2
Portier audio, vidéo (portier 1 paire recommandé)	Jaune H61000J	4-5 / 7-8 : 2 paires ou barrettes cad
Autres : automatismes, régulation, télécommandes, alarmes	Vert H61000V	1-2 / 3-6 ou barrettes cad

Le respect de la convention de raccordement des prises RJ 45 associée à un brassage suivant le code de couleurs garantit une exploitation aisée des différents réseaux et équipements intégrés par le câblage.

## Recommandations au concepteur

### COMMENT RENDRE LES ESPACES DE VIE FLEXIBLES ET POLYVALENTS ?

Les architectes essaient de rendre les logements le plus polyvalent possible afin de satisfaire un maximum d'utilisateurs. L'introduction des appareils électroniques sur des prises dédiées a généré de nombreuses limitations dans la manière d'utiliser les espaces de vie.

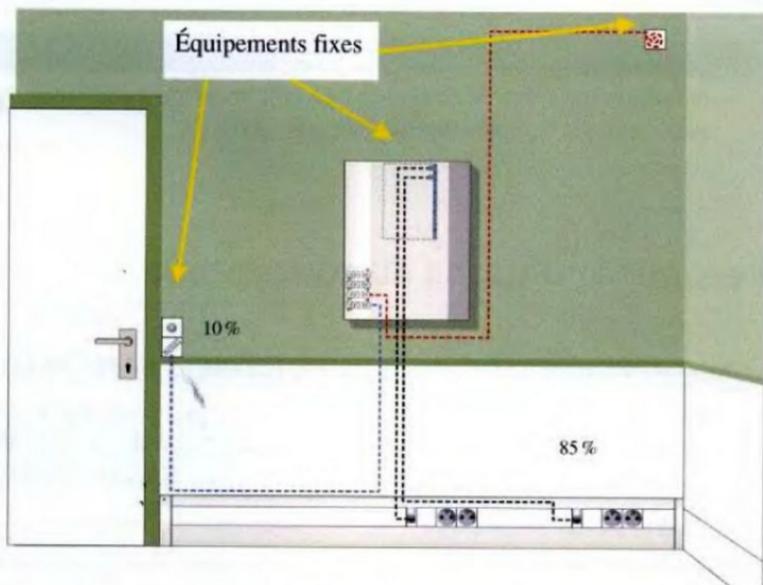
La présence d'une infrastructure de câblage universel, avec un nombre suffisant de prises régulièrement réparties dans la maison, règle définitivement la rigidité inhérente aux câblages dédiés et embryonnaires (cf. les exemples au paragraphe « Duplication », p. 55).

Traditionnellement, l'appareillage purement électrique (prises 16 A, inter, poussoirs...) était encastré dans les murs. Si l'avantage était la discrétion, l'inconvénient majeur résidait dans la rigidité absolue et l'impossibilité de modifier l'installation.

La multiplication du nombre de prises (électriques autant que courants faibles) et les besoins de flexibilité dont les professionnels de l'immobilier prennent conscience vont remettre rapidement en cause le « tout encastré ». En effet, les câbles grade 3, écrantés paire par paire, nécessitent un rayon de courbure de 4 cm incompatible avec les boîtiers encastrés dont le diamètre utile n'excède pas 5 cm (soit un rayon de 2,5 cm à comparer aux 4 cm mini).

Pour mieux comprendre, rappelons qu'il existe deux sortes d'équipements :

- les fixes par nature : tels les commandes (inter, va-et-vient, poussoirs, détecteurs infrarouges, téléviateurs, éclairage en applique, etc.) (15 %) ;
- les appareillages destinés à raccorder des équipements déconnectables sur des prises 230 V et RJ 45 (85 %).



La logique et le bon sens voudraient que tout ce qui est fixe soit encastré (15 %), et que tout ce qui est en attente de connexion d'appareils déplaçables

(85 %) soit en apparent pour être aisément modifiable (ou que les prises soient en nombre suffisant être disponibles partout où l'on pourrait en avoir besoin).

## PROSPECTIVE : L'OBLIGATION D'ÉVOLUER

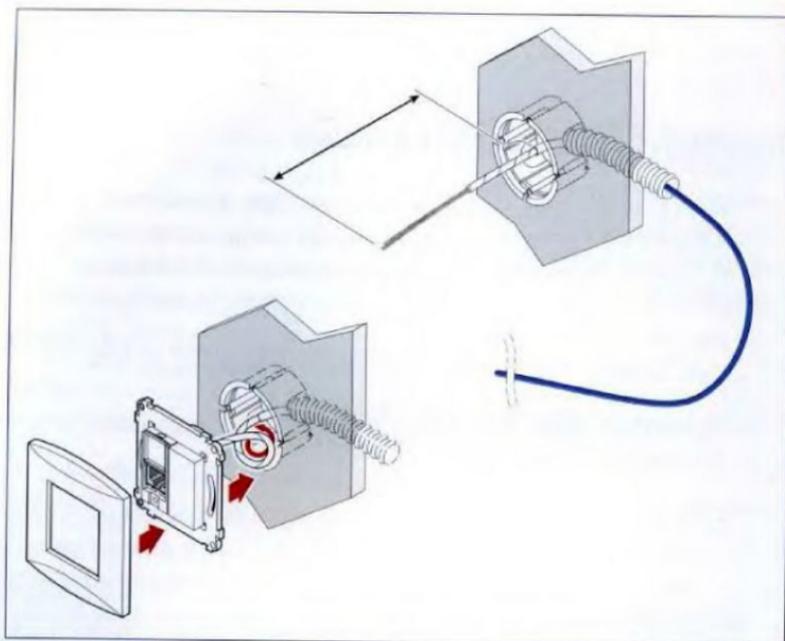
Jusqu'à présent on n'avait accordé que peu de réflexion au « système d'installation » essentiellement composé de conduits permettant la circulation des fils électriques dans les murs, aboutissant à des boîtiers encastrés dans les pièces et au tableau électrique à l'autre extrémité. La seule innovation portait non pas sur le système lui-même mais sur sa mise en œuvre plus économique avec l'invention des « pieuvres » réalisées en usine et non sur le site.

Aujourd'hui deux raisons vont obliger à reconsidérer le système d'installation traditionnel :

- le nombre de prises, courants forts plus courants faibles, a quasiment doublé : il devient alors coûteux d'alimenter chaque prise par un conduit et un boîtier encastré, alors qu'une plinthe peut en alimenter plusieurs à partir d'un seul conduit ;
- les contraintes nouvelles dues à l'introduction des câbles en paires torsadées.

Ces câbles en paires torsadées sont plus délicats à distribuer car ils génèrent des contraintes inconnues avec les câbles courants forts :

- le diamètre de 7 à 8 mm ;
- le nombre de câbles important : on peut distribuer 1 à 2 circuits électriques à 3 conducteurs  $2,5 \text{ mm}^2$  par pièce mais il faut entre 3 et 8 câbles 4 paires ce qui nécessite des conduits globalement 4 à 12 fois plus volumineux ;
- le rayon de courbure minimum à respecter est de 40 mm pour les câbles grade 3, ce qui est incompatible avec la quasi-totalité des plinthes de moins de 20 mm d'épaisseur, acceptables dans les logements ;
- l'encombrement des câbles en sortie des connecteurs RJ 45 rend nécessaire l'utilisation de boîtiers d'encastrement d'au moins 40 mm de profondeur. Pour limiter cet inconvénient, il est recommandé de ne pas faire aboutir la gaine extérieure du câble (très rigide) jusque dans le connecteur mais, au contraire, de prévoir un tour libre sans la gaine (laisser l'écran).



*Fig. 19 : Détail de la terminaison du câble data dans un boîtier encastré*

L'installation idéale serait un compromis entre l'appareillage fixe, classiquement encastré comme les interrupteurs à l'entrée des pièces, et une distribution de toutes les prises en plinthes optimisées pour recevoir aussi les câbles courants faibles. Malheureusement il reste deux freins :

- l'un est psychologique : les professionnels de l'immobilier, avec en tête les architectes, n'utilisent pas toujours les plinthes électriques car ils estiment, à juste titre, que la plupart d'entre elles sont inesthétiques à cause de leur épaisseur ou des boîtiers de prises trop saillants. Curieusement, ils ne trouvent pas disgracieux de placer des boîtiers de prises 230 V entouré d'un gros plastron, au milieu d'un mur, se détachant sur une jolie tapisserie à 20 cm au-dessus d'une plinthe de propreté conventionnelle ;
- l'autre est technique : s'il n'y a pas demande, il n'y a pas non plus d'offres optimisées. Il suffit d'examiner attentivement les catalogues de tous les fabricants de plinthes pour se rendre compte que leurs produits sont essentiellement conçus pour véhiculer des câbles électriques et distribuer quelques

rare prises courants faibles TV et téléphone dédiées. Combien peut-on y loger de câbles en paires torsadées, avec quel rayon de courbure... ?

En résumé, il faudra donc concilier les contraintes techniques, esthétiques et économiques avec les usages ce qui semble tout à fait réalisable pour les raisons suivantes :

- les plinthes étant obligatoires dans les logements (propreté du bas des murs, élément de finition entre le sol et les murs) il vaudrait donc mieux les utiliser aussi pour passer les nombreux câbles et y intégrer discrètement les prises ;
- la distribution des prises en plinthes diminue presque par deux le nombre de conduits encastrés (tubes en plastique annelé type ICTA diamètre 20 mm ou plus selon la norme EN 50-086). Or ces conduits coûtent cher, tant à l'achat qu'à la mise en œuvre. De surcroît, ils deviennent si nombreux à l'arrivée au tableau, qu'il n'y a plus de place pour le béton... ;
- ces prises pourraient être déplaçables ou tout au moins ajustables de quelques dizaines de centimètres. Cette faculté permettrait à connectivité égale de réduire le nombre de prises, et donc le coût de leur câblage de 20 à 30 %, ce qui n'est pas négligeable.

Facilité de mise en œuvre, intégration discrète des prises, flexibilité d'utilisation, économie, tout porte donc à privilégier les plinthes dès que les industriels auront pris en compte les nouvelles exigences générées par la norme NF C 15-100.

## Techniques de réhabilitation

Le parc installé en France est d'environ 29 millions de logements (résidences secondaires incluses), un chiffre à rapprocher du nombre moyen des 300 000 logements neufs construits chaque année. Bien entendu, la réhabilitation se fait progressivement, approximativement tous les 20 ans. Même si l'on considère que seulement la moitié de ces logements est concernée, cela donne près de 700 000 rénovations lourdes chaque année.

La remise à niveau du parc ancien de logements méritait que l'on examine les différentes options des propriétaires de logements à réhabiliter. À savoir :

- ne rien faire du tout... mais le logement risque de devenir inadapté aux besoins de ses occupants ;

- « bricoler » c'est-à-dire recourir à des systèmes sans fils (cf. p. 7) ou rajouter quelques câbles ;
- installer un précâblage « minimum » en rénovation légère au moyen d'un kit de câblage. Pour l'habitat : kit « SOLO » de 4 à 8 prises ou pour les petits bureaux kit « MICRO OFFICE » de 8 prises ;
- installer en réhabilitation un précâblage universel « standard » ou « confort » (les techniques sont identiques à celles du logement neuf).

## CÂBLES COLLÉS

Certains professionnels diront que les câbles collés sont inesthétiques. D'autres ajouteront à juste titre que c'est précisément ce dont se contente aujourd'hui 80 % du marché (logements existants) recevant après coup : le téléphone, la télévision ou le réseau câblé. Cependant, notons que certains opérateurs importants comme France Télécom ou Noos installent du câble agrafé ou font des dérivations en plein câble, ce qui est encore moins esthétique.

Les câbles collés peuvent circuler dans les angles des pièces, sur les plinthes en utilisant des cheminements discrets. Les prises RJ 45, quant à elles, peuvent être montées dans des boîtiers à sortie latérale (plastron 22,5 mm x 45 mm duplicable) dépassant très faiblement du mur.



*Fig. 18 : Boîtier mural de RJ 45 spécial pour la réhabilitation*

Lorsqu'il y a plusieurs câbles circulant côte à côte (par exemple : dans un couloir) il est conseillé de les regrouper dans une moulure qui les dissimulera.

## PLINTHES ÉLECTRIQUES

Il est souvent judicieux de remplacer les plinthes de propreté en bois (hauteur 100 mm) par des plinthes électriques de dimensions voisines ou légèrement plus hautes (120 mm) pour cacher les défauts. On pourra ainsi avantageusement y faire passer les câbles 4 paires, ajouter les prises RJ 45 et quelques prises 16 A supplémentaires pouvant faire défaut par endroit.

En réhabilitation, il n'est pas indispensable de remplacer toutes les plinthes en bois des pièces. On peut souvent se limiter à poser une plinthe électrique sur le mur le plus long ou seulement sur deux pans de murs contigus. Ces plinthes peuvent également être peintes et s'intégrer parfaitement aux décors du logement.

## Recette technique et contrôle

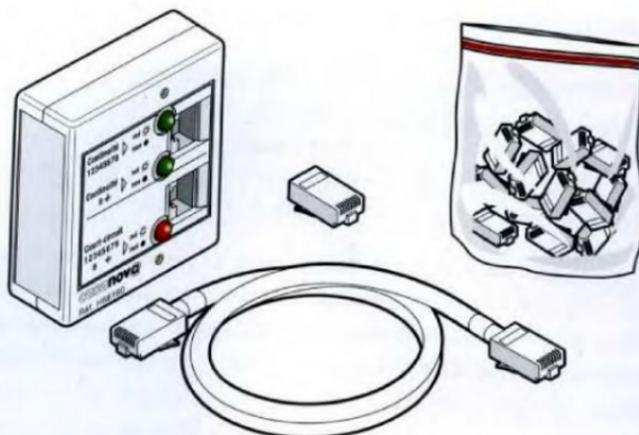
La recette technique finalise la réalisation du câblage et atteste de sa conformité au cahier des charges défini par l'architecte ou le maître d'ouvrage.

### VALIDATION DU CÂBLAGE UNIVERSEL À L'INTÉRIEUR DU LOGEMENT

On procédera aux vérifications suivantes :

- le respect du cahier des charges (emplacement des prises conforme au plan) ;
- le respect des conventions de câblage et de couleurs, l'identification des prises dans les pièces et du BRU ;
- la mise à la terre des platines et du câble 4 paires ;
- le test électrique de toutes les prises RJ 45 du logement : vérification de la continuité électrique de toutes les paires.

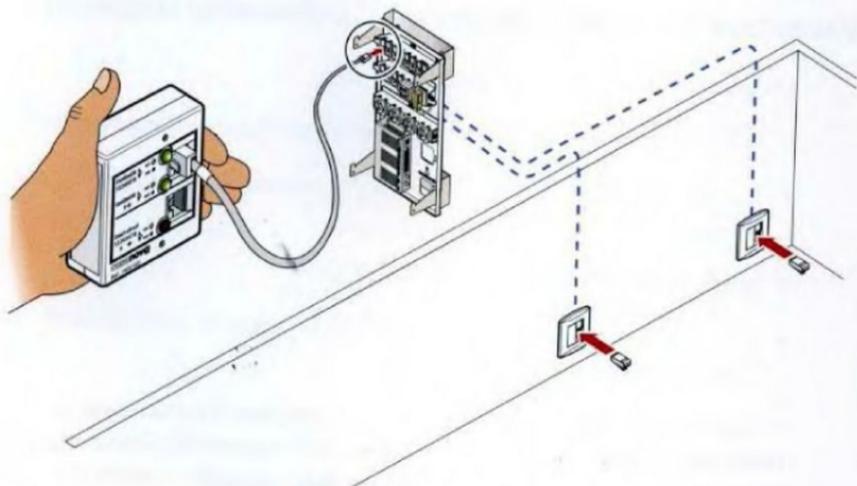
Si l'on opte pour une procédure de recette de type Cosael (Comité pour le contrôle de la qualité de la réception des signaux de l'audiovisuel), il est inutile de faire un test dynamique du câblage (par exemple : classe D). On peut se contenter d'un testeur économique (figure 21).



*Fig. 21 : Testeur économique avec ses accessoires*

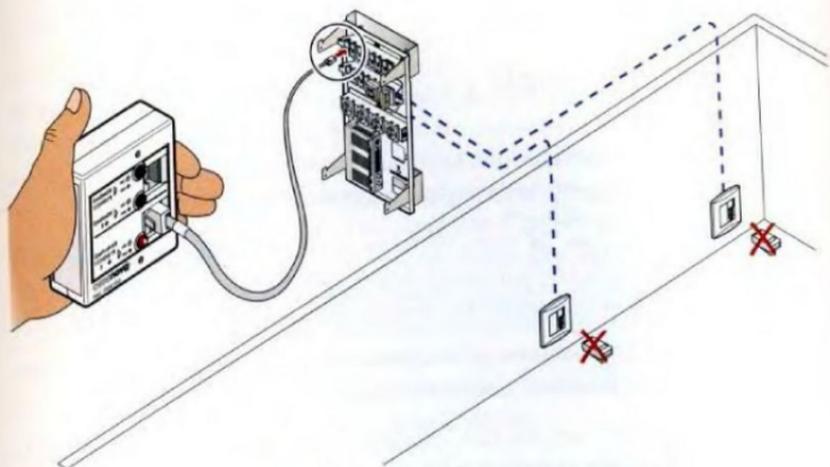
Ce testeur effectue, depuis le BRU avec un seul opérateur, les deux opérations suivantes :

- 1/ Le contrôle de la continuité des paires (1-2, 3-6, 4-5, 7-8 et de la terre). On procèdera comme indiqué ci-dessous en plaçant un bouchon à toutes les prises pour boucler les paires.



*Fig. 22 : Test de continuité*  
www.ebooks-land.net

- 2/ La vérification de l'absence de court-circuit entre fils et terre. Les bouchons doivent être retirés.



*Fig. 23 : Test de l'absence de court-circuit*

## VALIDATION DES CÂBLAGES COLLECTIFS

- ▶▶ Le câblage des portiers audio ou vidéo doit en principe faire l'objet d'une réception avec le maître d'ouvrage.
- ▶▶ Le câblage audiovisuel est réglementé cependant les sanctions éventuellement applicables ne sont pas dissuasives pour empêcher le travail approximatif de certains installateurs.
- ▶▶ Le câblage téléphonique filaire sur le DTI (dispositif de terminaison intérieur) fait généralement l'objet d'un contrôle par l'opérateur qui prend en charge la maintenance à la réception des ouvrages.

On notera que depuis la fin du monopole de l'opérateur France Télécom les maîtres d'ouvrages sont libres d'organiser les câblages intérieurs de leurs immeubles, sous réserve qu'ils soient au moins de qualité égale à celle recommandée par l'opérateur (pour France Télécom, il faut que le câble utilisé soit au moins égal au câble type 298 : 4 paires non écranté catégorie 5). D'une manière générale les opérateurs ne peuvent pas édicter des spécifications qui soient contraires aux prescriptions du guide UTE C 90-483 (cf. aspects normatifs, p. 66).

## Pourquoi est-il nécessaire de faire contrôler son installation par le Cosael ?

Le Cosael est une association à but non lucratif régie par la loi 1901. Sa mission est de s'assurer que la qualité de l'installation ne soit pas mise en cause afin de ne jamais avoir à s'interroger sur la qualité du câblage. Ces questions sont cependant posées par toutes les personnes qui méconnaissent encore la fiabilité éprouvée du câblage filaire correctement installé.

- » Depuis l'arrêté du 27 mars 1993, les installations doivent répondre à la norme NF C 90-125 qui garantit la bonne qualité du signal jusqu'à la prise de télévision de l'utilisateur ainsi qu'une installation moderne et évolutive.
- » Le contrôle constitue une garantie pour les donneurs d'ordres qui pourront sans avoir un personnel spécialisé réceptionner une installation.
- » Les installateurs peuvent faire constater par un organisme indépendant la réalisation de leur travail selon les règles de l'art. Le contrôle constitue pour eux un recours juridique en cas de litige.

La délivrance d'une attestation de conformité par le Cosael validera les installations audiovisuelles (et indirectement le câblage) depuis le point de pénétration de l'antenne jusqu'à la prise RJ 45 de l'utilisateur.

## Que faire face à une installation hors norme ?

### LES MALFAÇONS OBSERVÉES TROP SOUVENT

De très nombreux acheteurs de logements, usagers, ou opérateurs télécoms découvrent des installations hors normes présentant des défauts comme :

- l'absence totale de prises RJ 45 (rappelons que les connecteurs PTT dits en « T » sont interdits d'usage) ;
- l'absence de système de brassage RJ 45, ou l'inexistence d'un tableau de communication ;
- des fonctionnalités insuffisantes.

Dans les deux premiers cas, il s'agit d'un non-respect flagrant, par le constructeur de l'immeuble ou par son installateur de la norme C 15-100 et de son guide d'application C 90-483.

Ces défauts sont dus soit à l'envie de promoteurs ou d'installateurs indécents de faire des économies sur le dos des clients, soit à l'ignorance de certains professionnels.

Il faut savoir que la norme s'applique, sauf si l'acheteur a explicitement accepté des dérogations à celle-ci. Dans le silence du contrat, le respect de la norme est donc implicite. Il doit y avoir en particulier d'installé au moins une prise RJ 45 par pièces principales (y compris la cuisine) et deux dans le séjour. Si le câblage est grade 1 ou 2, il sera complété par un minimum de prises coaxiales. Il devra y avoir, dans la GTL (gaine technique du logement) un tableau de communication permettant d'effectuer un brassage des ressources au moyen de connecteurs RJ 45 (Prises ref. 60 603-5 ou 60 603-7) comme l'indique clairement les tableau ci-dessous extrait de la norme C 90-483 :

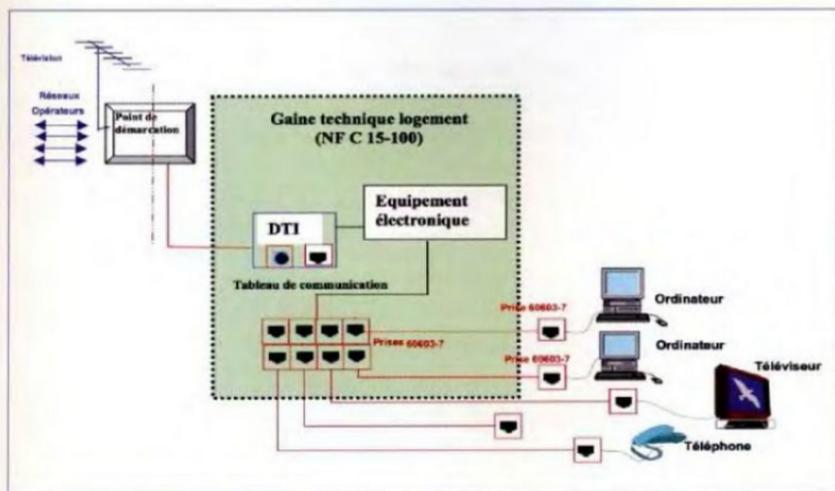


Fig. 24 : Schéma extrait de la norme C 90-483 (grade 3)

L'usage d'épissures de câbles (par exemple barrettes 12 plots France Télécom) est strictement proscrit, parce qu'il ne permet pas de réaliser de brassage, ni de contrôler individuellement la connexion correcte des câbles 4 paires. Il est bien sûr tout aussi interdit de laisser les câbles « en attente ».

Tout expert devant les tribunaux se référera à la norme dont les schémas sont explicites, mais aussi aux ouvrages édités par les instances professionnelles comme la FFIE (*Guide des Réseaux de Communication Résidentiels* – Chapitre 2 page 16).

En ce qui concerne le raccordement des réseaux d'opérateurs, on notera que France Télécom a publié en Février 2005 des spécifications intitulées : « Recueil Technique : Installations et Réseaux de Communications des Immeubles Neufs à Usage d'Habitation ». Cet ouvrage est en diffusion libre et peut être demandé par tous les acteurs impliqués dans ce marché, il est strictement conforme aux exigences de la norme<sup>1</sup>.

## MISE EN ŒUVRE DE LA RESPONSABILITÉ DES ACTEURS DÉFAILLANTS

S'il est difficile pour un particulier isolé d'intenter une action juridique pour demander la remise en conformité de son installation, celle-ci est en revanche vivement conseillée aux usagers de logements collectifs ou pavillonnaires (dont les permis de construire ont été délivrés après juin 2003), ou aux associations de consommateurs.

Le responsable est juridiquement celui qui a vendu le logement neuf hors norme. Celui-ci pourra se retourner vers le constructeur, et celui-ci vers le bureau d'étude éventuel ou l'installateur qui sont réputés être des « sachants ». À ce titre, ils sont censés connaître et appliquer les normes. Leurs responsabilités ne sauraient toutefois être mises en cause si ces professionnels ont indiqué par écrit que le cahier des charges qui leur était demandé était hors norme.

On notera que le Consuel, organisme chargé d'effectuer le contrôle technique des installations électriques, joue désormais un rôle important en relevant toutes les malfaçons graves comme celles indiquées précédemment.

On peut également faire intervenir le Cosael pour réaliser toute expertise détaillée sur le réseau de communication et en particulier sur la partie audiovisuelle.

1. Les spécifications France Télécom sont téléchargeables à l'adresse suivante : [www.editions-cyrolles.com](http://www.editions-cyrolles.com)

# GÉRER LES ÉQUIPEMENTS ET LES RÉSEAUX

Le système de câblage universel est en lui-même très simple mais les applications qu'il peut recevoir sont nombreuses et parfois complexes. Le câblage est intégralement passif : pas d'électronique, d'interfaces, ni de programmation comme sur les systèmes sans fils. À la livraison d'un logement neuf, il permettra un service de base : une connexion du téléphone fixe ou de l'ADSL dans toutes les pièces et de la télévision ou du satellite dans le salon.

Pour gérer les équipements et les réseaux, il suffit de faire correspondre les terminaux avec les ressources dont ils dépendent. Plusieurs moyens permettent de vérifier cette correspondance :

- la couleur des repères des cordons de brassage qui en détermine l'usage ;
- la convention de câblage du terminal et de la ressource. Cette convention est immuable. Le téléphone sera par exemple toujours connecté sur les bornes 4-5 du connecteur RJ 45.

Dans la pratique, pour les besoins courants, il n'est pas indispensable pour l'utilisateur d'entrer dans le détail des conventions de raccordement. Il lui suffit de vérifier que :

- la prise dans la pièce porte le même numéro que celle au BRU à l'autre extrémité du câble ;
- le repère de couleur du cordon correspond à la fonction à raccorder.

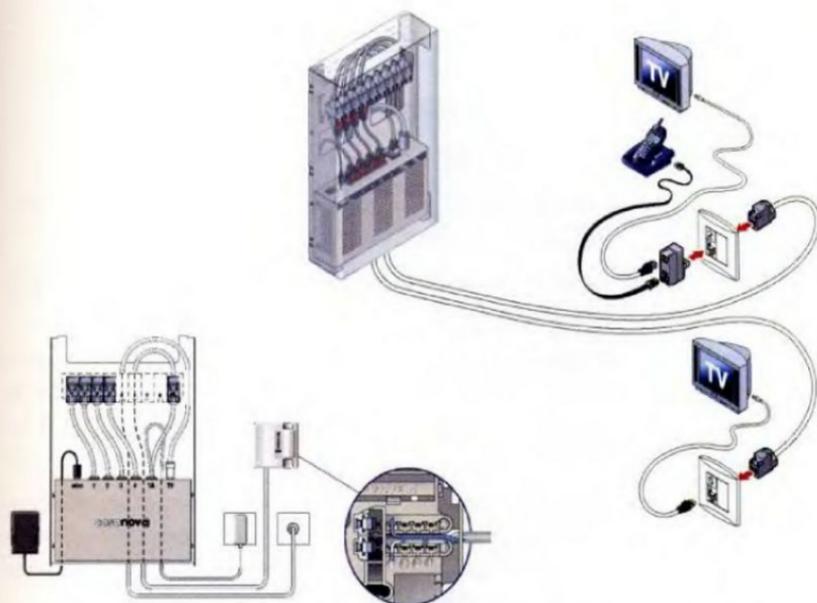
Comme nous l'avons indiqué, l'utilisateur (sauf s'il le souhaite) n'a donc pas à savoir gérer lui-même son câblage. Lorsqu'il prend possession de son logement, il lui suffit de choisir sur le plan du promoteur immobilier les emplacements où il désire brancher ses équipements.

On doit cependant noter que deux options existent pour gérer le câblage, les équipements et les réseaux pendant la durée de vie du bâtiment :

- l'option n° 1 consiste à distinguer complètement le câblage des équipements actifs, en laissant le soin à l'utilisateur ou à son installateur d'effectuer des brassages au BRU ;
- l'option n° 2 consiste à offrir un « package » global incluant le câblage et les équipements actifs déjà préorganisés, de manière à éviter les brassages.

**Tab. 3.1 : Comparaison des deux options**

OPTION N° 1 : BRASSAGE À LA DEMANDE	OPTION N° 2 : PRÉORGANISÉS
<p><b>Brassage, modifications</b></p> <p>Le brassage est réalisé à la livraison du logement en fonction des ressources souhaitées. Il sera reconfiguré par simple permutation des cordons au BRU, au fur et à mesure des besoins, soit par l'utilisateur soit par son installateur.</p>	<p>Le brassage est réalisé initialement en apportant simultanément sur toutes les prises les 3 ressources de base.</p> <p>Aucune modification ne sera apportée ultérieurement mis à part la connexion ou le déplacement de terminaux.</p>
<p><b>Coût initial</b></p> <p>Le câblage peut être réalisé avec juste les équipements actifs nécessaires. L'utilisateur ne choisit que les fonctions qui l'intéressent.</p> <p>Le dimensionnement des actifs est indépendant du nombre de prises RJ 45.</p> <p>Exemple : 4 TV peuvent être simultanément distribuées sur n'importe quelles des 16 prises du logement.</p>	<p>Il y a obligation de fournir à la livraison tous les équipements actifs ce qui augmente considérablement le prix initial du câblage.</p> <p>Les équipements actifs seront surdimensionnés car ils doivent offrir autant de ports de sortie qu'il y a de prises RJ 45. Comme les équipements actifs sont onéreux, le promoteur sera tenté de limiter considérablement le nombre de prises pour le faire coïncider avec le nombre de ports disponibles.</p>
<p><b>Ressources connectables</b></p> <p>L'utilisateur peut choisir de manière illimitée toutes les ressources et tous les réseaux qu'il souhaite. Outre la configuration de base, généralement une ligne téléphonique, une TV, un accès bureautique ou ADSL, il peut aussi ajouter la distribution d'un second portier, de la hi-fi (enceintes passives ou actives sans limite de nombre ou de puissance), un home cinéma, le report d'une image TV en provenance d'un décodeur, la multidiffusion audiovisuelle, une seconde ligne téléphonique...</p>	<p>Le choix des ressources et des réseaux est limité à la configuration initiale de base généralement : une ligne téléphonique, une TV, un accès ADSL.</p>



*Fig. 1 : Principe de l'organisation d'un kit de câblage d'entrée de gamme « SOLO » destiné à la réhabilitation (option n° 2)*

- L'option n° 2, séduisante par sa simplicité, n'a en fait que des désavantages en terme de coût et de possibilités de connexion. Elle est trop limitative et s'avérera rapidement obsolète car elle confond l'équipement structurel (le câblage, qui doit avoir une pérennité aussi longue que le bâtiment) et l'optionnel (les produits actifs). Ces derniers sont liés à l'électronique et aux logiciels dont chacun connaît l'obsolescence rapide.
- Nous recommandons donc la première solution qui est la seule à être universelle et économique. L'utilisateur devra simplement déplacer un cordon de brassage. Cette opération est très simple (par rapport au maniement de la TV, du magnétoscope ou de l'informatique). Elle s'apprend en quelques minutes.

Loin d'être un inconvénient, le brassage est toujours fonctionnellement un avantage.

## La distribution audiovisuelle

### RAPPELS SUR LA DISTRIBUTION DU SIGNAL TV

La distribution du signal TV a été révolutionnée par :

- la multiplication des sources (antenne hertzienne analogique ou adaptée numérique, câble, ADSL, parabole),
- la possibilité d'utiliser des paires torsadées grade 3 pour transporter le signal (jusqu'à 862 MHz).

Rappelons que la télévision est l'application la plus utilisée dans les logements et aussi la plus délicate à mettre en œuvre, surtout depuis l'avènement de la TNT (télévision numérique terrestre). C'est pourquoi nous avons jugé utile de faire le rappel technique suivant.

Le métier d'antenniste ne s'improvise pas, il requiert une formation spécifique et l'emploi d'appareils de mesure du signal TV, qu'il faut, suivant le cas : amplifier, atténuer, filtrer, depuis sa source (exemple l'antenne) jusqu'à son point d'utilisation au poste TV ou au décodeur.

L'unité de mesure de la puissance du signal est le dB $\mu$ V (dB micro Volt, familièrement désigné par dB). Cette valeur s'appuie sur le concept mathématique de logarithme qui permet de quantifier de grands écarts de valeurs (par exemple allant de 1 à 10 000) avec des chiffres simples à manipuler. En effet pour les calculs en dB $\mu$ V les gains par rapport à la valeur d'origine sont simplement additionnés, les pertes sont soustraites. Il faut toujours avoir à l'esprit que + 3 dB correspond au doublement de la puissance du signal.

La norme UTE C 90-425 impose un signal nécessaire et suffisant à la prise du terminal de 57 à 74 dB $\mu$ V, pour permettre au poste de télévision de fonctionner correctement. Les autres valeurs de l'installation doivent être calculées en fonction du niveau de puissance du signal reçu à la source. L'exemple de calcul suivant illustre ces valeurs :

NIVEAUX DE MESURE	GAINS OU PERTES	PUISSANCES RÉSULTANTES
Puissance du signal reçu par l'antenne		74 dB $\mu$ V
Pertes sur le câble coaxial de descente, filtre, répartiteur	- 4 dB $\mu$ V	70 dB $\mu$ V
Amplification par le distributeur TV transformant le signal coaxial en signal sur paire torsadées	+ 17 dB $\mu$ V	87 dB $\mu$ V
Pertes sur le câble 4 paires torsadées et sur le connecteur RJ 45	- 22 dB $\mu$ V	65 dB $\mu$ V
La valeur résultante de 65 dB $\mu$ V est correcte, elle est comprise entre 57 et 74 dB $\mu$ V.		

Outre la puissance proprement dite, la qualité du signal est aussi très importante, il ne doit par exemple jamais y avoir d'écart de puissance de plus de 12 dB entre les canaux et ce, sur toute la bande de fréquences. Attention : il existe des équipements de traitement du signal TV sur paires torsadées qui ne sont pas conformes à la norme.

Il est également nécessaire de filtrer le signal pour éviter la réception de parasites perturbateurs (important problème pour la réception de la TNT sur les installations anciennes).

## DISTRIBUTION SIMPLE DE LA TÉLÉVISION

C'est la possibilité de distribuer la télévision en bande 5-862 MHz sur des paires torsadées qui a permis l'avènement du câblage universel de l'habitat, en remplacement du câble coaxial 75 Ohms. Pour cela, on utilise un distributeur actif TV convertissant les signaux du coaxial en signaux symétriques transportables sur les



*Fig. 2 : Boîtier de distribution TV*

paires torsadées (sur les bornes 7,8/4,5 avec une distance maximum conseillée de 50 m).

Ce distributeur comprend une entrée coaxiale (antenne, câble ou numérique terrestre) et 4 sorties sur RJ 45 connectables vers les prises du logement. Une dérivation coaxiale reste à prévoir dans le séjour pour le satellite (en maison individuelle principalement). L'organisation correspond à la figure 3.

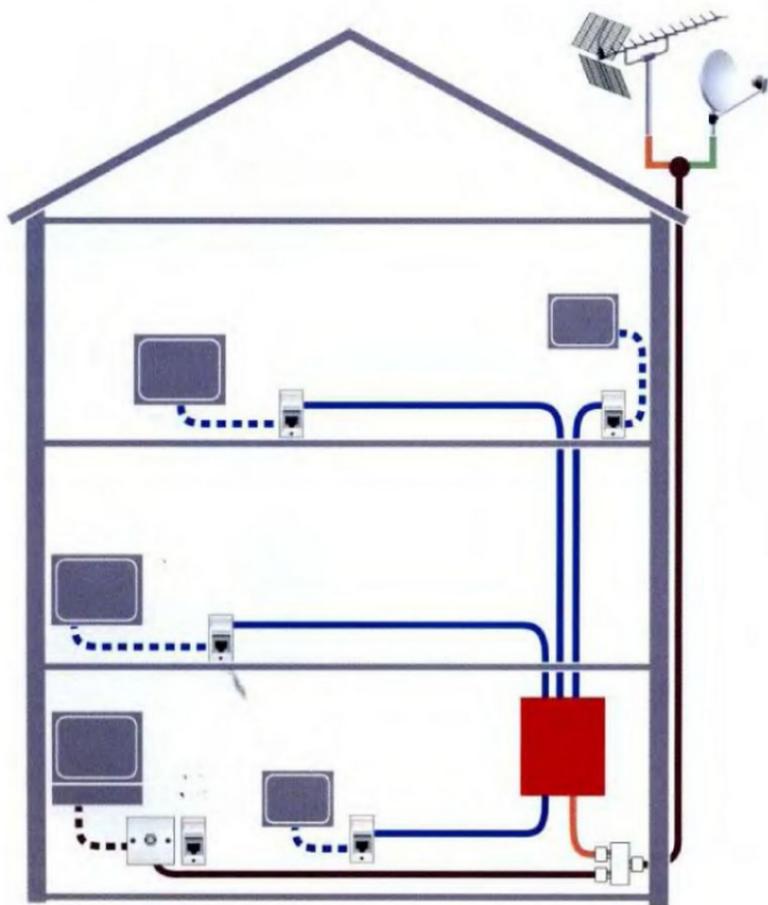
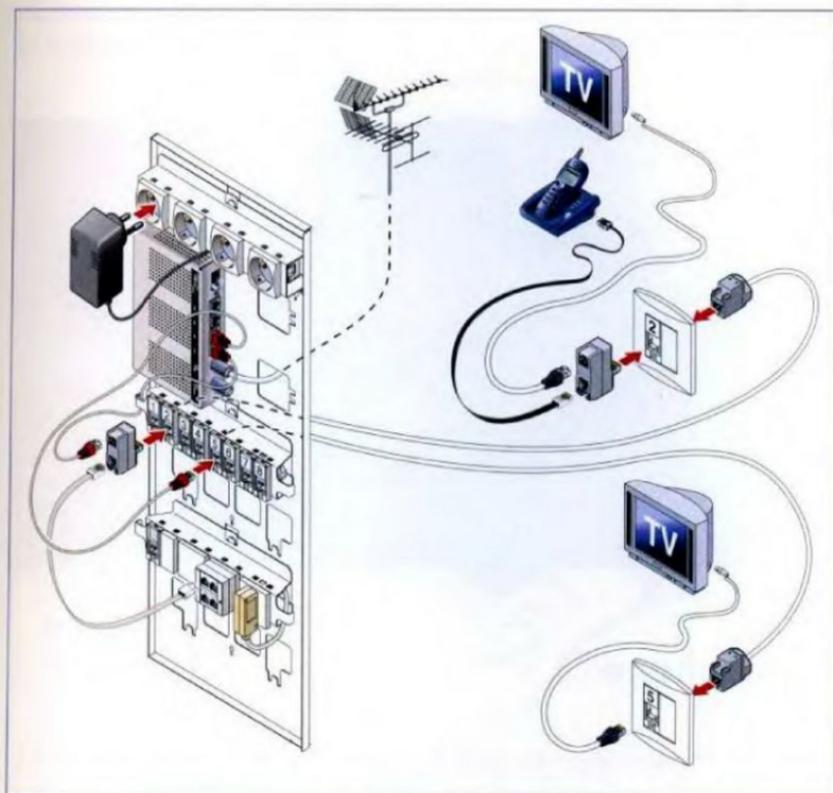


Fig. 3 : Distribution en étoile du réseau audiovisuel  
[www.ebooks-land.net](http://www.ebooks-land.net)



*Fig. 4 : Mise en œuvre de la TV au BRU*

## DISTRIBUTION MULTIFONCTION ET SATELLITE

Le mode de distribution précédent se limite à transformer le signal coaxial de l'antenne en signal symétrique. Le multi diffuseur ajoute d'autres fonctions :

- transposer la bande de fréquence de 2,4 GHz du satellite en 5-862 MHz ;
- permettre la connexion et la télécommande de n'importe quelle source (antenne, parabole, décodeur, DVD, magnétoscope) vers n'importe quel terminal audiovisuel. Ainsi, peut-on télécommander de sa chambre, pour y visionner un film, le décodeur Canal+ situé dans le séjour.

Certains constructeurs, comme Casanova entre autres, proposent également des solutions intermédiaires simples pour renvoyer l'image en provenance d'un décodeur vers un poste de télévision situé dans une autre pièce.

#### Remarques sur l'état de l'art

Il est possible de distribuer la télévision et ses sources (antenne, DVD, magnétoscope, décodeurs...) via tous les supports de transmission allant de la fibre optique à l'hertzien en passant par les paires torsadées catégories 7 ou 8.

Cependant, les meilleurs choix technico-économiques sont aujourd'hui les suivants :

- le câblage externe au logement (antenne, réseau câblé, satellite) : un câble coaxial 75 Ohms ;
- la distribution interne au logement : un câble à paires torsadées écrantées et des connecteurs RJ 45 (cat. 5<sup>e</sup> blindés). Les connecteurs (cat. 6<sup>e</sup> ou 7<sup>e</sup>) mentionnés dans le guide UTE C 90-483 ne présentent qu'un faible intérêt car ils sont incapables d'atteindre la bande 2 400 MHz. Les RJ 45 (cat. 5<sup>e</sup>) sont fonctionnellement équivalents pour un moindre coût.

En conclusion, le réseau TV doit être repensé simultanément avec les autres réseaux de l'habitat dans une recherche du meilleur rapport : performance / universalité / coût.

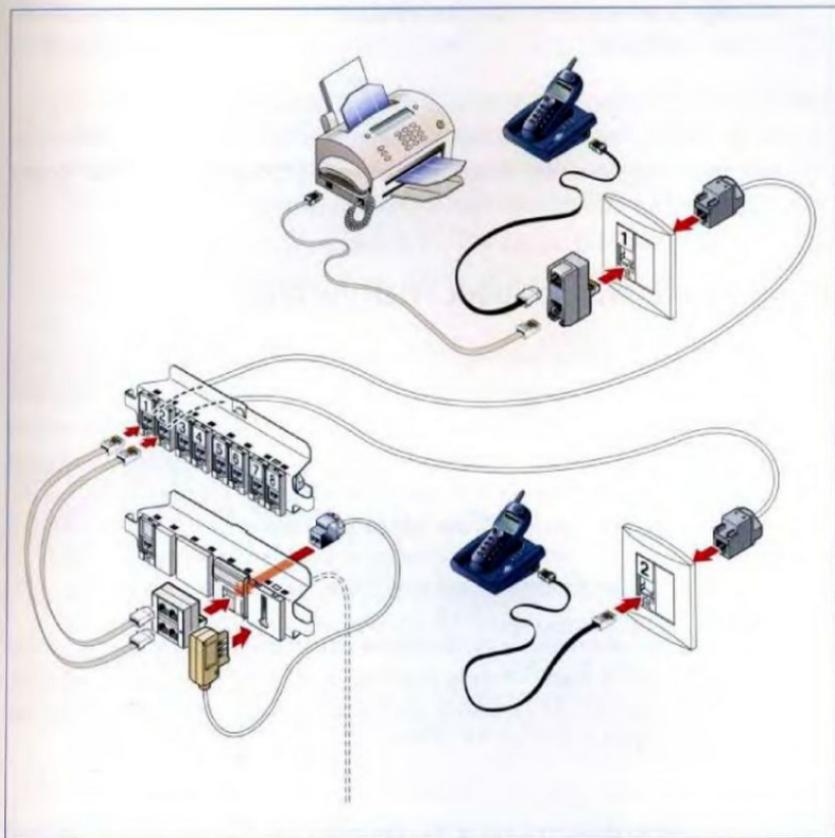
## Le téléphone

Le réseau téléphonique fixe est le plus ancien et le plus répandu. C'est aussi le plus simple à mettre en œuvre. Le câblage universel (en étoile sur le BRU) permet d'offrir de façon économique des possibilités inconnues avec les anciens joncteurs téléphoniques « PTT », conçus pour un câblage en point à point à bas débit non réorganisable.

### DISTRIBUER UNE LIGNE TÉLÉPHONIQUE

Si un logement compte 24 prises RJ 45, on fera aboutir une ligne téléphonique simultanément sur n'importe laquelle de ces 24 prises en la dupliquant sur un maximum de 4 postes téléphoniques ordinaires. Il s'agit d'une mise en parallèle sans secret d'écoute.

Les postes téléphoniques sont connectés au BRU au moyen de cordons de brassage ivoire (bornes 4-5 du RJ 45) sur un quadrupleur vissé sur une prise RJ 45 connectée à l'arrivée de la ligne de l'opérateur. Celle-ci est raccordée sur les bornes 1 et 3 du DTI (paire 1 gris-blanc du câble).



*Fig. 5 : Distribution d'une ligne téléphonique ou d'un fax sur plusieurs prises*

Rappelons que l'opérateur France Télécom propose 2 options dans le guide *Référentiel technique : installation et réseau de télécommunications des immeubles neufs à usage d'habitation* (novembre 2002) :

- la première option est appelée « câblage entrée de gamme ». Elle consiste en une ligne arrivant sur un DTI (réglette de raccordement avec prise en T pour le test et module RC) permettant de câbler des prises en parallèle (10 prises maxi sur une ou deux branches de longueur cumulée maxi de 130 m ;
- la seconde option est qualifiée de « haut de gamme » ou de « multimédia », une appellation plus judicieuse. Son organisation est celle de la norme NF C 15-100.

Il faut cependant noter que les composants mentionnés sont d'une qualité très insuffisante.

La première option est désormais obsolète. Elle est incompatible avec le guide UTE, où elle n'est citée qu'à titre d'art antérieur (grade 1). Elle ne devrait plus être installée pour les constructions neuves. Seule la seconde option « multimédia » est à retenir : c'est celle décrite dans le guide.

## DISTRIBUER UNE SECONDE LIGNE TÉLÉPHONIQUE

Le schéma est le même que pour la première ligne. Toutefois, la connexion sur les bornes 4-5 étant déjà utilisée pour la distribution d'une première ligne téléphonique fixe. On véhiculera la seconde ligne sur la paire aboutissant en 7-8. Cette seconde ligne arrive sur un second DTI. Au niveau des prises dans les pièces, on a alors deux possibilités de transformer la paire 7-8 (inutilisable par des postes téléphoniques connectés sur 4-5) en paire 4-5 soit :

- au moyen d'un dédoubleur qui transforme 7-8 en 4-5 ;
- en utilisant un cordon de raccordement qui remplit la même fonction et fait correspondre la paire 7-8 de la prise murale RJ 45 avec les bornes 3-4 (bornes centrales) du RJ 11 (ce cordon est identique à celui qui connecte les modems ADSL).

## DISTRIBUER UN COMMUTATEUR TÉLÉPHONIQUE À 2 LIGNES RÉSEAUX ET 5 POSTES INTÉRIEURS

Pour les grands appartements, les maisons sur plusieurs étages ou les logements connectés à un site tertiaire (artisans, professions libérales), on fait transiter les lignes de l'opérateur arrivant sur deux DTI par un micro commutateur qui permet la prise de la ligne, le transfert ou les appels intérieurs. Suivant les modèles, on peut aussi commander des gâches électriques ou des automatismes.

La sortie des 5 postes intérieurs du micro commutateur sera interconnectée au BRU sur 5 connecteurs RJ 45 que l'on pourra brasser vers n'importe quelle prise dans les pièces au moyen d'un cordon de brassage comme dans les cas précédents. Le quadrupleur (passive mise en parallèle) a donc été remplacé par l'autocommutateur (fonctions actives, secret, appels sur les deux lignes, etc.).

## DISTRIBUER UN AUTOCOM TÉLÉPHONIQUE DE PLUS DE 2 LIGNES ET 5 POSTES

Lorsqu'il y a un nombre de postes plus important, on n'utilise plus de connecteurs RJ 45 pour brasser les postes intérieurs mais des barrettes de raccordement 5 paires permettant un brassage paire par paire prenant moins de place (cf. Câblage pour les petits sites tertiaires bureautiques, p. 54).

L'arrivée des lignes de l'opérateur se fait soit sur des DTI (un par ligne) ou plus rarement en petit tertiaire sur une tête de câble à protection MFA80.

## L'ADSL

### RAPPEL SUR LES MODEMS V90

Les modems analogiques permettent aux PC de se connecter à Internet par la ligne téléphonique, suivant le protocole V90. Ces modems équipent tous les ordinateurs récents et en particulier les portables. Cependant, les vitesses de transmission sont assez limitées (56 K) et ne permettent donc pas des connexions rapides.

Ce type de modem se connecte sur le câblage comme un téléphone avec un cordon RJ 11- RJ 45. Partout où la qualité de la ligne le permet, on lui préférera désormais un modem ADSL.

### LES MODEMS ADSL

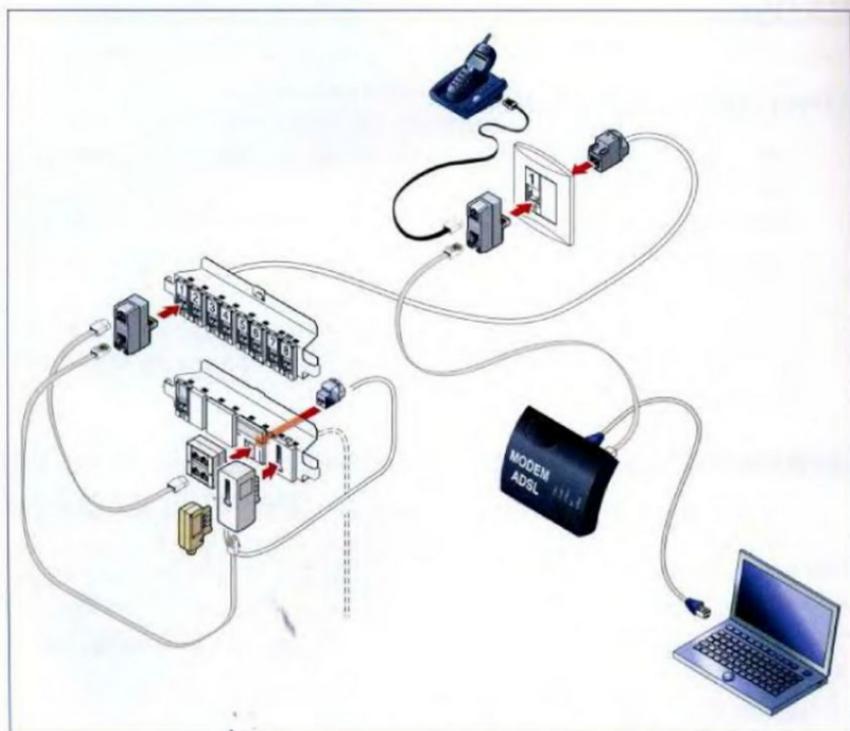
L'ADSL est une technique incontournable qui connaît un énorme succès car elle offre des débits de connexion rapide (128 K, 512 K, 1 024 K ce qui est respectivement 2, 10 et 20 fois plus rapides que les connexions antérieures). L'opérateur fait arriver chez ses abonnés, sur une même paire torsadée, à la fois une ligne téléphonique sur une fréquence basse et des data sur une fréquence haute. Ces fréquences sont séparées chez l'abonné au moyen d'un filtre branché sur le joncteur en T de la ligne ou sur le RJ 45.

Ce filtre présente deux connecteurs :

- un connecteur RJ 11 bornes centrales 3-4 pour la connexion du modem ADSL et ;
- un joncteur téléphonique en T (borne 1-3) ou plus rarement un connecteur RJ 45.

De nombreuses offres commerciales sont disponibles sur le marché comprenant l'abonnement avec ou sans modem (loué ou vendu). Plusieurs options sont possibles suivant :

- le type de connexion du PC (port RJ 45 Ethernet et/ou port USB) ;
- l'accès à Internet d'un seul PC ou de plusieurs ;
- l'accès mixte filaire pour les PC fixes et à un PC nomade par Wifi ;
- l'accès à Internet avec téléphone gratuit pour les utilisateurs des boîtiers de connexion de l'opérateur (la freebox de l'opérateur Free propose deux connexions Ethernet (RJ 45 et USB), une connexion téléphone et une sortie péritel pour de futures applications TV.



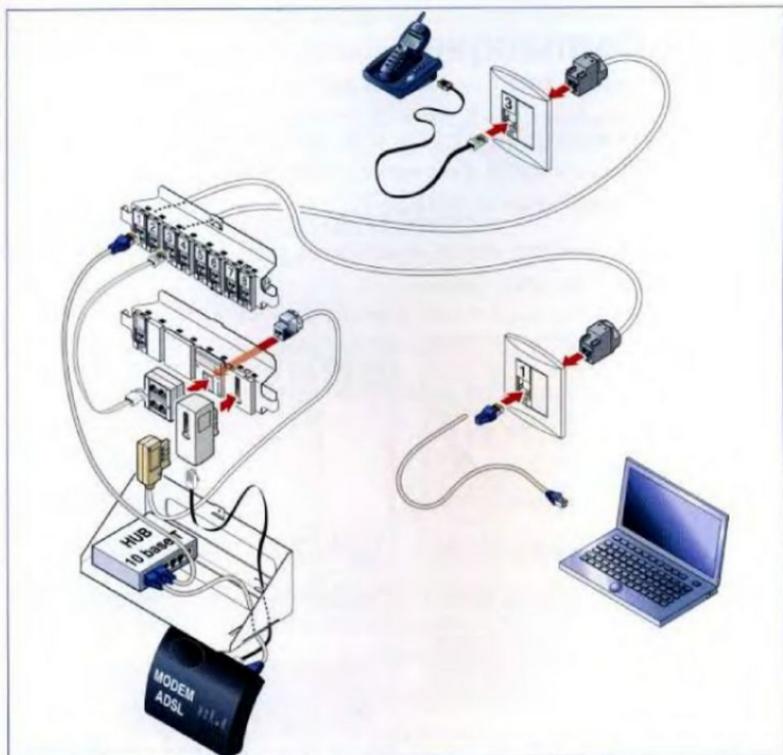
*Fig. 6 : Raccordement ADSL d'un PC via un modem*

## Premier cas : l'utilisation monoposte avec un PC équipé d'un port USB ou Ethernet 10 base T

Il est préférable de choisir un modem offrant simultanément des ports USB et Internet RJ 45. Cette solution permet de faire évoluer son installation de mono accès à des accès partagés.

Le filtre est placé au BRU sur le conjoncteur (en T ou en RJ 45) de l'arrivée de la ligne opérateur (filtre maître). Le modem est placé à côté du PC sur le port USB, il peut aussi être laissé dans le BRU s'il comporte aussi un port Internet.

## Second cas : l'utilisation multiposte avec un PC équipé de port Ethernet 10 base T



*Fig. 7 : Raccordement de plusieurs PC par un modem ADSL et un hub (la fonction peut être assurée également par un routeur ADSL qui intègre le modem et plusieurs sorties 10 base T)*

Dans ce cas-là, le modem est placé au BRU. Sa sortie RJ 45 Ethernet est interconnectée avec un hub ou un routeur. Cette disposition permet d'avoir chez soi pour un coût modeste :

- un véritable « petit réseau » comparable à celui d'une entreprise ;
- de partager des ressources communes : imprimante, scanner, accès Internet ou ;
- de permettre la communication en réseau local entre plusieurs PC de la maison.

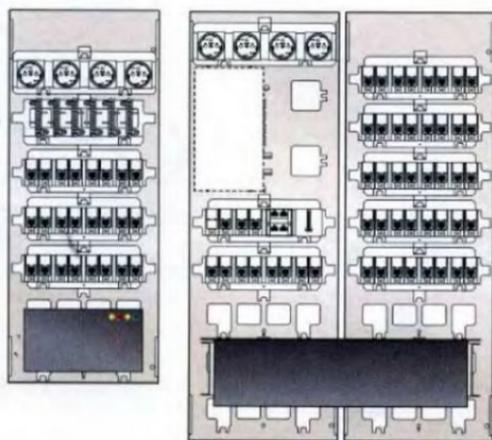
### Troisième cas : le modem routeur switch ADSL

Toutes les fonctions indiquées précédemment sont réunies dans le même équipement actif.

## Micro-informatique

Le câblage universel de l'habitat offre strictement les mêmes fonctionnalités qu'un câblage normalisé d'entreprise (norme EN 50173 de catégorie 5<sup>e</sup> conçu pour supporter l'Ethernet 100 base T).

Il peut donc intégrer tous les équipements actifs permettant de constituer un réseau local (lan) : hub, routeur...



*Fig. 8 : Vues de répartiteurs recevant l'un des mini-équipements actifs, l'autre des équipements actifs 19 pouces*

Généralement pour l'habitat, on se limite à des équipements actifs de format réduit, qualifiés de « mini-actifs » par opposition aux équipements classiques des entreprises au format des racks électroniques 19 pouces.

## MISE EN ŒUVRE D'UN HUB ETHERNET 10/100 BASE T

Un hub est un équipement actif répondant à la norme 802.3, qui interconnecte des équipements informatiques (PC, périphériques, modems...) équipés d'un port Ethernet ou auxquels est ajoutée une carte réseau Ethernet 10/100 base T. Les connecteurs utilisés sont des RJ 45 (bornes 1-2, 3-6) (même raccordement que sur la figure 7).

## MISE EN ŒUVRE D'UN ROUTEUR

Un routeur est un équipement actif de réseau comportant une adresse IP (identifiant Internet composé de quatre fois trois chiffres). Il intègre un *firewall* (pare-feu) interdisant les accès non autorisés au réseau intérieur. Il comprend également comme le hub des ports de sortie RJ 45 autorisant la connexion à différents terminaux (même raccordement que sur la figure 7).

## Les portiers supplémentaires

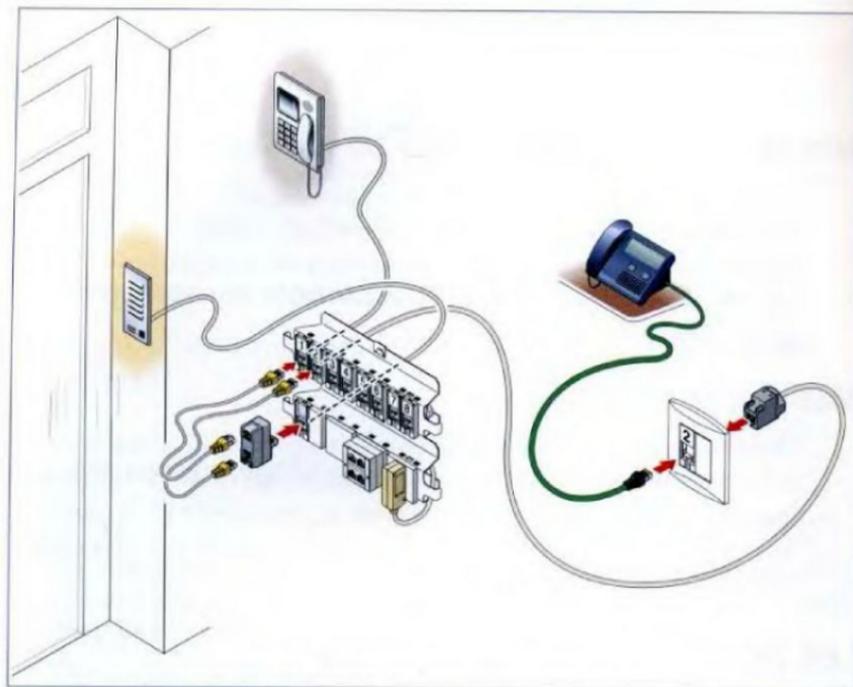
Un portier peut être installé par exemple dans le séjour pour éviter de se précipiter à l'entrée pour voir la personne qui sonne.

Il y a de nombreux fournisseurs de portier. Certains fonctionnent sur 1 ou 2 paires, voire plus.

## Hi-fi sonorisation

Distribuer une sonorisation dans une autre pièce soit depuis une chaîne hi-fi ou un PC, connecter son PC ou sa télévision sur sa chaîne hi-fi est désormais possible par le câblage universel. Ces équipements disposent toujours soit :

- de borniers (rouge noir) de branchement des enceintes classiques (passives) ;
- d'une sortie son ligne (sur jack  $\varnothing$  3,5 mm) permettant de les connecter entre eux ou à des enceintes actives ;
- d'une sortie casque sur jack  $\varnothing$  3,5 mm ;
- plus rarement d'une sortie son en connecteurs CINCH RCA.

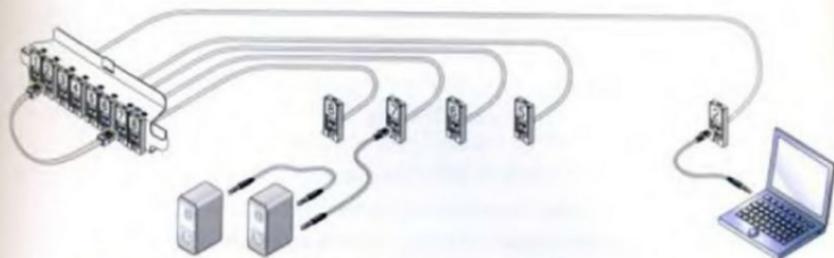


*Fig. 9 : Raccordement d'un portier supplémentaire*

Les matériels hi-fi ou informatiques de type grand public se vendent en grandes surfaces. Ils sont désormais tous interconnectables sur les prises RJ 45 grâce à différents kits de raccordement. Les configurations sont multiples entre une chaîne hi-fi, un PC multimédia ou une télévision. La simple utilisation de la sortie casque d'un poste de radio stéréo comme source (FM ou CD-Rom audio), distribuée sur une ou plusieurs enceintes actives, peut produire des résultats spectaculaires... y compris pour sonoriser de grands locaux.

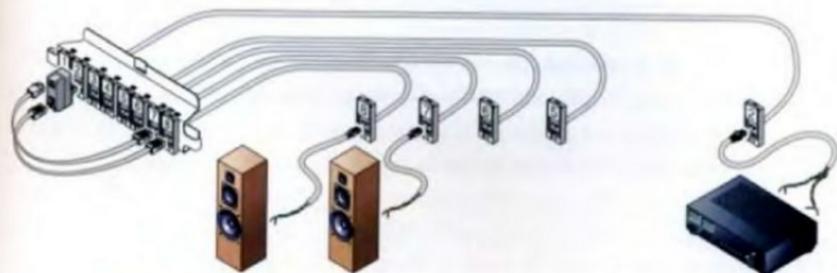
Les exemples ci-dessous peuvent être extrapolés et combinés.

- ▶ Exemple de distribution en RJ 45 d'enceintes actives (alimentées localement en 230 V) depuis la sortie jack d'un PC ou la sortie casque d'un appareil audio quelconque (poste de radio). Cette distribution peut être dupliquée dans plusieurs pièces de la maison, sans limite de puissance, grâce aux duplificateurs au BRU.



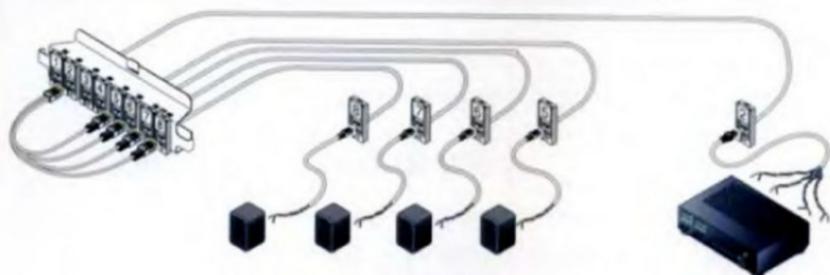
*Fig. 10 : Connexion d'un PC multimédia sur une paire d'enceintes actives*

- ⇒ Distribution d'enceintes classiques à partir d'une chaîne hi-fi stéréo sur 2 RJ 45 (maxi 30 W)



*Fig. 11 : Connexion d'enceintes classiques sur une chaîne hi-fi*

- ⇒ Distribution d'enceintes classiques à partir d'une chaîne hi-fi quadriphonie sur 4 RJ 45 ou d'un home cinéma (maxi 30 W)



*Fig. 12 : Connexion de 4 enceintes passives*

- ⇒ Le même exemple est applicable avec des enceintes actives mais sans limite de puissance ni de duplication.

Le fait de véhiculer la puissance des enceintes sur les paires, en se connectant sur les borniers de sortie des HP présente l'inconvénient (si les enceintes sont dans une autre pièce) de ne pas permettre le réglage local du volume sonore. La puissance des chaînes doit être limitée à 30 W.

Il est donc toujours préférable d'utiliser les entrées et les sorties « lignes » des équipements (ou leur sortie casque jack  $\varnothing$  3,5 mm stéréo). On trouve des enceintes actives hi-fi de très haute qualité, sous un volume réduit, à un prix très abordable.

Il existe une grande variété de matériels produisant des sources sonores hi-fi, ainsi que des traditions et des usages parfois très subjectifs. En effet, la perception acoustique est variable d'un auditeur à un autre (couleur sonore, effet de volume, tessiture, niveau d'écoute, genre de musique...). En outre, la présentation marketing des produits n'est pas toujours en rapport avec les besoins réels des utilisateurs.

Au niveau de la puissance sonore des enceintes passives, une puissance de 30 W est déjà largement suffisante pour créer des problèmes de voisinage (les chaînes hi-fi ne fonctionnent jamais qu'au quart de leur possibilité). Quant aux enceintes actives, elles offrent une puissance considérable (on en trouve à 1 000 W... pour moins de 100 € avec deux enceintes et caisson de basses réglables localement). Elles peuvent être de qualité médiocre (accessoire de PC à 15 €) ou le haut de gamme comme le matériel Bang & Olufsen (B&O), idéalement connectable sur le câblage structuré.

Tableau 3.2 : Convention de raccordement

TYPE	RJ 45 BORNES	TYPE DE CÂBLE	LONGUEUR EN M	TERMINAISON	UTILISATION
70003	1-2 3-6	2 paires	3	Fils étamés	Connexion aux borniers HP de la chaîne hi-fi stéréo
70001	1-2	1 paire	3	Fils étamés	Connexion aux borniers des HP
70004	1-2 3-6 4-5 7-8	4 paires	3	Fils étamés	Connexion aux borniers HP de la chaîne hi-fi quadriphonie ou du home cinéma
70005	1-2 3-6 4-5 7-8	4 fois 1 paire	0,80	4 RJ 45 1-2 1-2 1-2 1-2	Brassage au BRU de la chaîne hi-fi quadriphonie ou du home cinéma
70002	1-2 3-6	Sindex 2 cond.	3	fiche 3,5 mm	Connexion au jack son du PC ou au jack phone

## Autres systèmes complexes

On peut ajouter au centre de l'infrastructure de câblage une multitude d'autres équipements comme des passerelles Internet ou des systèmes d'alarmes sophistiqués qui permettent une action sur les équipements ou les commandes de la maison. La mise en œuvre de ces matériels, et leur programmation, nécessitent l'intervention de professionnels compétents et expérimentés.

On notera également que le câblage structuré est idéal pour connecter les nouveaux équipements à hauts débits. C'est le cas des produits proposés par Sagem qui permettent la diffusion simultanée de la TV, de l'Internet et du téléphone à des conditions économiques incomparables. Ces offres utilisent les réseaux optiques existants dans toutes les grandes villes pour alimenter un « switch » dans chaque immeuble, ce dernier est également câblé en fibres optiques jusqu'aux logements des usagers. Une passerelle haut débit placée au BRU se connecte de manière classique comme les autres systèmes indiqués précédemment.

Ce type de produit offrant des services multiples est appelé à connaître un grand avenir s'il est distribué sur un câblage structuré RJ 45 bien dimensionné. Pour plus d'informations sur les réseaux et les équipements domestiques, on peut se référer à l'ouvrage de François Xavier Jeuland *La maison communicante*, Éditions Eyrolles.

## La duplication

On pourrait théoriquement se passer de la duplication. Il suffirait pour cela de prévoir partout deux fois plus de prises RJ 45. En revanche, avant que le standard d'équipement se diffuse de manière irréversible, la duplication restera une nécessité.

### LES BESOINS DANS UNE SALLE DE SÉJOUR

Le besoin minimum est de six prises dont trois seront dupliquées pour connecter potentiellement :

- la télévision ou le home cinéma ;
- les deux ou quatre enceintes classiques ou actives ;
- le téléphone ;
- un portier.

Pour que les équipements puissent être placés dans toutes les configurations possibles, il faut que les quatre coins du séjour soient identiquement équipés.



*Fig.13 : Duplication d'une prise RJ 45 murale*



*Fig. 14 : Duplication au BRU*

## LES BESOINS DANS UNE CHAMBRE

Le besoin minimum est de deux prises dont une dupliquée pour recevoir :

- le téléphone ;
- l'informatique ;
- la télévision.

Cependant, si l'on veut organiser librement l'espace de la chambre, il faudra installer au moins trois prises sur les murs principaux.

## Câblage pour les petits sites tertiaires bureautiques

L'équipement des petits sites tertiaires, appelés également SOHO (small office, home office) est techniquement identique à celui de l'habitat. Il concerne ainsi :

- les petits bureaux ;
- les professions libérales : architectes, cabinets médicaux, cabinets comptables... ;
- les petites agences : banques, assurances ;
- les commerces et boutiques ;
- les locaux mixtes : bureaux plus appartements de fonction.

### Kit pour le petit tertiaire

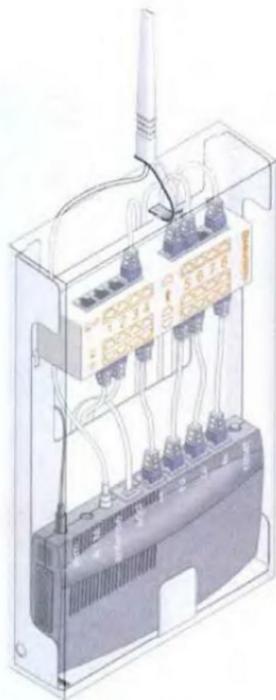
Pour les très petits sites tertiaires, il existe des kits permettant de distribuer 8 postes de travail (chaque prise RJ 45 est dédoublable pour offrir un téléphone et une connexion informatique). L'installation peut soit être réalisée soit à partir de liaisons pré-connectées en usine (voir figure 15), soit de liaisons câblées sur site.

Les équipements actifs connectés sont quasiment identiques à ceux de l'habitat, à la dimension près, et concernent surtout la bureautique avec :

- des hubs ou des routeurs Ethernet 10/100 base T (au lieu d'avoir 5 ports ils en ont 16 ou 24 ; et au lieu d'être en format mini actif ils sont en format 19 pouces) ;
- un autocommutateur téléphonique (au lieu d'avoir 5 postes intérieurs et 2 lignes réseaux comme les micro-commutateurs domestiques, ils offrent 16, 32... postes intérieurs et de multiples lignes réseaux).

### Installation au-delà de 8 postes de travail

On peut utiliser soit des armoires de brassage identiques aux BRU résidentiels, soit des armoires 19 pouces pour racks électroniques.

*Fig. 15*

## CONCEPTION DU CÂBLAGE

On procède comme pour l'habitat. Il convient de déterminer le nombre de prises RJ 45 en fonction de la taille des locaux. Généralement on prévoit un poste de travail (ensemble de 2 prises RJ 45 et de 2 à 4 PC 16 à 230 V) par personne et par surface de 10 m<sup>2</sup>. La distribution des prises dans les bureaux se fait principalement par plinthes électriques (éviter les prises encastrées qui ne permettent aucune modification).

## CHOIX DES COMPOSANTS

Les composants de câblage sont rigoureusement identiques à ceux de l'habitat. La seule différence peut être le choix du câble. On peut utiliser, lorsque l'option télévision ne sera pas retenue, un câble catégorie 5<sup>e</sup> à 4 paires écrantées globale-

ment au lieu du câble HVDI 800 (qui possède en plus 2 paires écrantées pour la télévision). Cependant la différence de prix entre les deux types de câbles est quasiment négligeable par rapport au prix global du câblage installé (50 % du coût correspond à la main-d'œuvre). Le surcoût d'un câble d'excellente qualité comme le câble grade 2/3 ou grade 3 est largement compensé par le fait qu'il permet de se passer du test dynamique et de se limiter à un contrôle électrique.

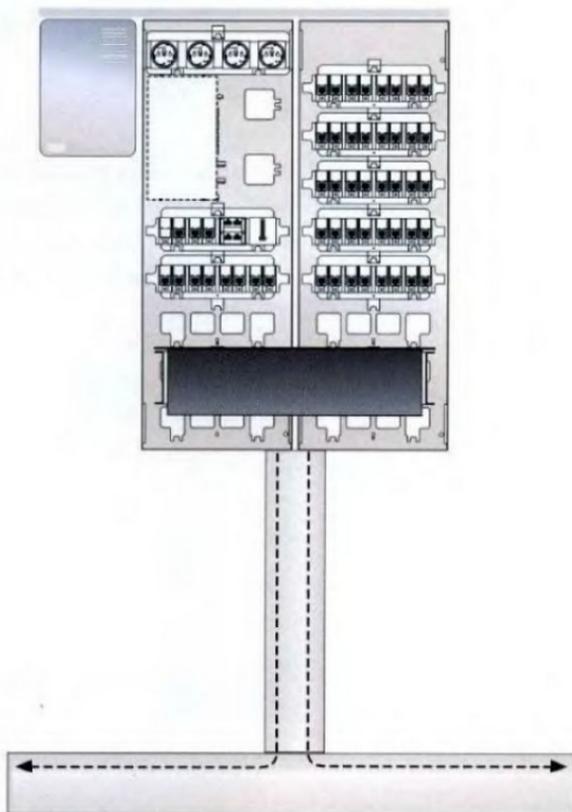
## CHOIX DU RÉPARTITEUR

C'est là où réside la principale spécificité du câblage petit tertiaire. Il est en effet recommandé d'utiliser un coffret de répartition (BRU) largement dimensionné, susceptible d'intégrer des équipements actifs de réseau au format 19 pouces plus compacts que les mini actifs (fig. 16 et 17). Sur un hub de 1 U en 19 pouces on peut connecter 24 ports Ethernet 10/100 base T.



*Fig. 16 : Mise en œuvre d'un répartiteur mini-actif*  
www.ebooks-land.net

Il est également impératif d'utiliser des répartiteurs en saillie car l'autocommutateur téléphonique est toujours monté sur le mur à côté du répartiteur. Il serait absurde d'avoir un répartiteur encastré comme dans les logements et un auto-commutateur en saillie à côté.



*Fig. 17 : Mise en œuvre d'un répartiteur actif 19 pouces*

## MISE EN ŒUVRE DU CÂBLAGE

Il est recommandé de placer si possible le répartiteur le plus au centre des locaux à câbler pour éviter les câblages longs : plus un câble 4 paires est court, moins sa fourniture et sa pose coûtent cher, et plus le câblage est performant (cf. Les limites de transmission de données à haut débit, p. 71).

L'idéal est d'avoir un petit « local technique » ou de partager un coin de bureau secondaire. L'installation comprend le répartiteur avec les équipements actifs (hub, modem, etc.) et à côté l'autocommutateur téléphonique dont les sorties de postes intérieurs sont reliées de préférence à des barrettes à connexions rapides (encombrement moindre) autodénudantes par un câblage multi paires.

Tous les câbles 4 paires doivent être passés en goulottes comme le montrent les figures 15 et 16 représentant un répartiteur (simple largeur) pour mini actifs, et un répartiteur (double largeur) pour actifs au format 19 pouces.

On notera que le câblage de l'autocommutateur sur des barrettes est la seule différence de mise en œuvre par rapport à l'habitat dont les micro-commutateurs téléphoniques sont raccordés sur des RJ 45. Ce mode de raccordement offre une plus grande densité de connexion, mais peut s'avérer légèrement plus difficile à repérer. Le brassage entre les barrettes et les prises RJ 45 se fait au moyen de cordons mixtes équipés :

- à une extrémité d'un connecteur une paire pour barrette et ;
- à l'autre extrémité d'un plug mâle RJ 45 (bornes 4-5).

## GESTION DU CÂBLAGE, EXPLOITATION DES RÉSEAUX

Il est indispensable d'avoir recours à un installateur agréé pour la téléphonie (ceux appartenant à la Ficome : téléphonie et bureautique) et non à un électricien sans compétence spécialisée dans les réseaux de communication.

# CARNET PRATIQUE

## Rappel des critères de choix d'un système de câblage résidentiel

Le système de câblage devant toujours être parfaitement indépendant des équipements électroniques et des réseaux qu'il connecte, il convient d'éviter les offres commerciales intégrant des équipements actifs propriétaires. D'autant que les matériels électroniques normalisés sont tous largement disponibles dans le commerce, et pourront être ajoutées pendant toute sa durée de vie.

- Choisir le système de câblage approprié aux besoins et au type de bâtiment à équiper (bas de gamme... haut de gamme). Privilégier systématiquement le grade 3, en particulier à partir du F3.
- Préférer les systèmes de câblages permettant le brassage, plutôt que ceux limités au « triple play », les premiers sont plus évolutifs et donc plus pérennes.
- Préférer les formations proposées par des spécialistes indépendants (par exemple Formapelec).
- Privilégier un constructeur spécialisé dans le résidentiel, et distribué par un réseau susceptible d'apporter une assistance : formation, hotline, aide à la recette technique (attention à certains distributeurs électriciens « pousse cartons »...).
- Se méfier des constructeurs qui ne préconisent pas le contrôle Cosael. Leurs produits ne répondent peut-être pas aux normes.

## Aspects économiques, combien ça coûte ?

À toute amélioration apportée à une construction correspond un coût estimable de diverses manières. Nous n'entrerons pas dans le détail des prix des équipements connectables et des terminaux car dans la dizaine de pôles d'activités de la maison ils sont innombrables et variables en fonction du choix de l'utilisateur. Nous n'indiquerons donc que les coûts relatifs au précâblage. Ces ordres de grandeurs varient en fonction du nombre (et de la qualité) des intervenants

### COÛT DU CÂBLAGE UNIVERSEL

Le coût du câblage universel est fonction du type d'équipement et de la taille des logements.

Tab. 4.1 : Équipement minimum

TYPES DE LOGEMENT	NOMBRE DE RJ 45	COÛT DU CÂBLAGE UNIVERSEL EN EUROS
Studio	3	890
F2	4	2 060
F3	5	2 100
F4	6	2 280
F5	8	2 440
F6	9	2 500

Le nombre de prises RJ 45 indiqué dans le tableau 4.1 doit être complété par des prises dédiées TV ou téléphone. Il s'agit là d'un câblage additionnel répondant à la norme NF C 15-100.

Tab. 4.2 : Équipement standard

TYPES DE LOGEMENT	NOMBRE DE RJ 45	COÛT DU CÂBLAGE UNIVERSEL EN EUROS
Studio	5	960
F2	8	2 220
F3	10	2 340
F4	12	2 650
F5	14	2 844
F6	16	2 930

Ce câblage est véritablement universel mais peut rencontrer des limites : les prises ne sont pas disponibles aux endroits où l'on en a besoin.

Tab. 4.3 : Équipement confort

TYPES DE LOGEMENT	NOMBRE DE RJ 45	COÛT DU CÂBLAGE UNIVERSEL EN EUROS
Studio	12	1 350
F2	17	2 650
F3	22	2 640
F4	27	3 840
F5	32	3 810
F6	37	4 160

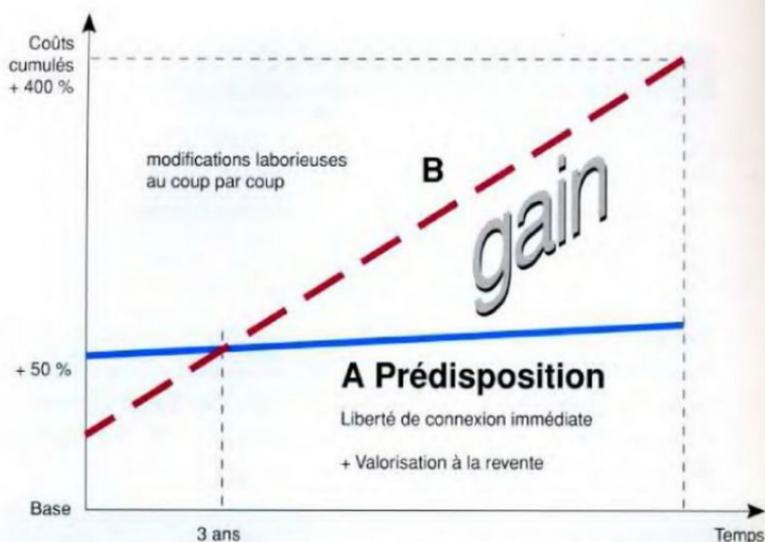
Plus les prises RJ 45 sont nombreuses et moins elles coûtent cher unitairement. Entre un câblage « minimum » et un câblage « confort », la majoration de coût est de l'ordre de 2,5 pour 4,1 fois plus de prises. En d'autres termes, les prises en équipement « confort » reviennent unitairement 65 % moins cher que celles de l'équipement « minimum ».

## COÛT POUR L'ACQUÉREUR

L'acquéreur d'un logement ne doit plus considérer que le câblage courants faibles de son logement est un surcoût. Il s'agit d'un équipement structurel du bâtiment au même titre qu'un double-vitrage ou un portier. Ce câblage est un investissement qui valorisera le bien et apportera une plus-value lors de sa revente ; l'acquéreur récupérera largement sa dépense initiale (seulement de l'ordre de 0,5 % du coût de la construction) tout en ayant eu la jouissance de l'installation.

L'aspect économique se révèle à l'usage. Concrètement, considérons simultanément deux logements (A et B) occupés par le même type d'utilisateurs avec les mêmes besoins de reconfiguration et d'évolution (comparons besoins et prestations comparables) :

- dans le logement A, l'investissement initial du précâblage universel a été réalisé. Son prix est bien-entendu supérieur à la dépense initiale d'un câblage embryonnaire mais le coût des modifications successives sera très faible puisqu'il est limité à de simples brassages au BRU et à la fourniture de quelques cordons de raccordement ou de dédoubleurs ;
- dans le logement B, dès que l'utilisateur apportera une modification d'installation (ajout d'un nouvel appareil, introduction d'un système sans fils, déplacement d'un matériel, etc.) cela engendrera des dépenses au coup par coup.



**Fig. 1 :** Courbes illustrant les coûts cumulés d'un câblage universel A et d'un câblage classique B, et le gain obtenu après trois ans

Les deux courbes qui représentent les coûts du câblage et les modifications dans les logements A et B se rejoignent au bout de trois ans. Cela signifie que le pré-câblage universel s'amortit au bout de cette période et qu'ensuite l'utilisateur bénéficie d'une jouissance plus aisée et d'un gain d'exploitation substantiel.

## Aspects normatifs

Les normes concernées par le câblage résidentiel sont essentiellement la NFC 15-100 et son guide d'application C 90-483. Ces normes décrivent 4 grades de câblage supportant inégalement les divers réseaux du marché, comme indiqué au tableau ci-dessous :

Tab. 4.4 : Services résidentiels typiques offerts par les différents grades

APPLICATION	GRADE 1	GRADE 2	GRADE 3	GRADE 4
Téléphone (analogique)	●●●●	●●●●	●●●●	⊖
Téléphonie numérique (RNIS et Internet)	●●●●	●●●●	●●●●	IP
Internet haut débit	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●
Réseau local domestique à 100 Mbit/s	●●	●●●●	●●●●	●●●●
Vidéo et programmes de télévision (numérique via lignes télécoms)	●	●●	●●●●	●●●●
Réseau local domestique Gigabit/s	⊖	●●	●●●●	●●●●
Télévision (analogique et numérique terrestre) VHF/UHF	⊖	●	●●●●	●●●●
⊖	Non adapté			
●	Minimal			
●●	Adapté			
●●●●	Recommandé			
IP	Ne fonctionne qu'avec des applications de voix sur des réseaux supportant le protocole dit « Protocole Internet » (voix sur IP).			

Les normes sont le résultat d'un consensus « a minima » des acteurs du marché. Elles ne font que donner des repères ou de limites acceptables. Si elles sont nécessaires, elles ne sont cependant pas suffisantes pour permettre la réalisation d'installations optimisées.

À partir des logements de type F3, il est recommandé de privilégier systématiquement le grade 3, permettant toutes les applications multimédia du marché, jusqu'à 862 MHz. Les grades 1 et 2 sont des solutions transitoires nécessitant de conserver un câblage coaxial dédié TV, en parallèle du câblage RJ 45. Le grade 4 (optique) est une solution technique encore immature mentionnée à titre indicatif.

Les usagers ou les installateurs n'ont pas à entrer dans le détail de la norme. Il leur suffit de choisir un système de câblage y répondant et de l'installer suivant les recommandations du constructeur qui donnera la garantie du respect des normes. On notera que le grade 3, qui est un système de câblage entièrement blindé, apporte une totale sécurité de fonctionnement et une parfaite immunité à un environnement électromagnétique fluctuant (parasites du micro onde du voisin, mobylette dans la rue, poste de soudure à l'arc dans le garage à proximité...).

En ce qui concerne la distribution TV, par prises blindées grade 3 RJ 45 ou par prises coaxiales dédiées, la norme de référence est la C 90-425.

Personne ne pourra empêcher quelqu'un de proposer un câblage obsolète, insuffisant ou irréaliste, qui pourtant se référera à la norme. C'est pourquoi nous recommandons aux installateurs et aux maîtres d'ouvrage de choisir des constructeurs de systèmes de câblages pour le résidentiel qui offrent des solutions optimisées, non seulement en termes de produits mais aussi de services, d'assistance à la mise en œuvre, de formation ou d'exploitation.

C'est surtout la qualité du cahier des charges et non la référence à une norme qui garantit la qualité d'une installation.

## Rappels techniques

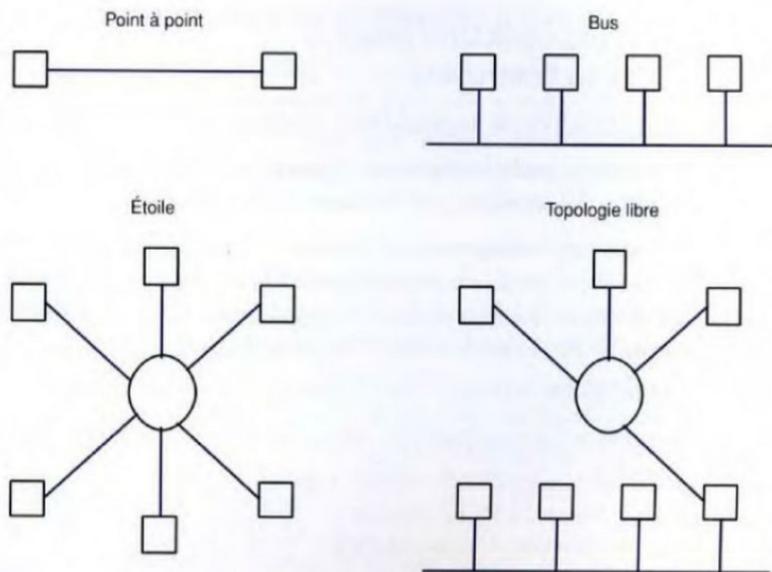
À l'origine, les spécialistes de chaque profession ont mis au point des techniques de mise en œuvre spécifiques. On constate cependant une uniformisation progressive des technologies employées en électronique et, en particulier, l'utilisation du numérique qui devient commun à la plupart des équipements et des réseaux. Cela laisse espérer une possible uniformisation. En attendant, il est utile de rappeler les quelques principes techniques suivants.

### NOTION DE RÉSEAUX DE DATA

Un réseau de data (de données) est un ensemble d'équipements qui échangent des informations. L'organisation (ou topologie) de ces équipements peut se faire suivant quatre modes :

- le mode point à point : c'est la topologie entre un PC et les périphériques qui lui sont directement raccordés, par exemple une imprimante ;
- le mode bus : le bus interconnecte plusieurs équipements successifs qui se branchent en dérivation sur le même câble ;
- le mode étoile : c'est la topologie la plus courante. Elle permet d'interconnecter entre eux : PC, modem, périphériques. Tous ces équipements sont raccordés en étoile sur un « hub » 10-100 base T Ethernet qui en constitue le centre (en anglais *hub* signifie moyeu comme sur les roues des charrettes) ;

- le mode topologie libre : elle résulte de la combinaison libre de toutes les topologies indiquées ci-dessus. Elle sert en résidentiel ou en tertiaire pour connecter les « bus de terrain ».



*Fig. 2 : Les différentes topologies*

La topologie la plus universelle est l'étoile avec en son cœur un dispositif de brassage car elle permet de faire correspondre en nombre et en diversité n'importe quelle source à n'importe quelle prise dans toutes les topologies possibles.

## LES CÂBLES COURANTS FAIBLES

Les câbles courants faibles sont constitués essentiellement de paires torsadées. Lorsque plusieurs paires cohabitent dans un même câble, leurs pas de torsades sont différents afin d'éviter la perturbation entre les paires (diaphonie). L'intérêt du torsadage réside dans le fait que les paires sont soumises à un champ magnétique perturbateur. Le courant induit s'annule à chaque demi-spire.

Les performances de transmission des câbles peuvent être considérablement différentes entre deux câbles qui se ressemblent (dans un facteur cent, voire plus). La qualité du câble est donc prépondérante dans la transmission des signaux à

hauts débits, de même que sa mise en œuvre. Les câbles grade 3, qui nécessitent un rayon de courbure mini de 40 mm, sont par exemple incompatibles avec les boîtiers encastrés classiques.

## LES CONNECTEURS COURANTS FAIBLES : LA RANÇON DE LA COMPLEXITÉ

Il y a des dizaines de connecteurs divers, on peut noter parmi les plus courants :

- les connecteurs téléphoniques : joncteur en T, RJ 11 et RJ 12 utilisés sur les postes téléphoniques pour les connexion des modems ;
- les connecteurs informatiques : sub D (9, 16 ou 25 points) équipant les PC (ports série et parallèle), les connecteurs USB permettant la connexion des périphériques, les connecteurs RJ 45 popularisés par la norme Ethernet, et la norme EN 50173 sur le câblage VDI (voix, données, images) ;
- les connecteurs coaxiaux : l'ancien et le nouveau modèle (type F) ;
- les prises  $\varnothing$  3,5 mm (prise de casque ou sortie son des PC) avec jack à coupure ;
- la prise Cinch ou RCA, sorte de coaxial utilisé dans le monde de la hi-fi ;
- les prises pour haut-parleurs DIN 41 529 ;
- pour la télévision : le connecteur Péritel.

Il semblait impossible de rendre cohérente une telle disparité de présentations ou de caractéristiques ce qui explique le retard pris par le pré-câblage des logements qui, s'il doit être complet, devient d'un coût prohibitif.



*Fig. 3 : Cordon mixte RJ 45  
fiche coaxiale*

Pour régler le problème de la diversité des équipements à connecter sur le câblage universel, il suffit désormais de commander des cordons de raccordement disponibles chez les fabricants de système de câblage, munis à une extrémité de l'un de ces connecteurs spécifiques, pour se raccorder au pôle d'activité

dont ils dépendent, et à l'autre extrémité d'un connecteur RJ 45. Par exemple, le cordon suivant se termine d'un côté par un RJ 45 (connexion sur la prise murale) et de l'autre par une prise coaxiale dédiée au monde de la télévision.

## LES LIMITES DE TRANSMISSION DE DONNÉES À HAUT DÉBIT

La transmission à haut débit se faisait exclusivement au moyen de câbles coaxiaux jusque dans les années 80. Les paires torsadées étaient réservées au téléphone, au câblage des portiers ou de quelques automatismes. Avec l'avènement des LAN (réseaux locaux d'entreprises) on s'est aperçu que l'on pouvait aussi y transporter des informations numériques à hautes fréquences.

Cependant ces câbles, très pratiques à utiliser, rapides à raccorder et multipaires, présentent un certain nombre de limitations techniques. Plus la distance de transmission est importante et plus les câbles en paires torsadées affaiblissent et dégradent le signal. C'est pourquoi la norme la plus utilisée pour les réseaux d'entreprises (norme EN 50 173) limite à 90 mètres les longueurs des câblages. Dans l'habitat, les longueurs sont beaucoup plus courtes, de l'ordre d'une trentaine de mètres. Sur une telle distance on peut faire passer le signal TV qui est le plus exigeant de tous les signaux à transporter (en France, il nécessite une bande de 862 MHz).

On notera que les transmissions de données peuvent être affectées par des perturbations diverses, dont les torsades des paires n'arrivent pas à compenser les effets indésirables. Pour immuniser les transmissions contre les interférences à hautes fréquences, il est recommandé de blinder les câbles ou les paires elles-mêmes, au moyen d'un écran mis à la terre.

## LES SIGNAUX AUDIOVISUELS

Jusqu'à présent les signaux audiovisuels étaient exclusivement transmis au moyen de câbles coaxiaux présentant d'excellentes caractéristiques de transmission mais aussi l'inconvénient de ne pas pouvoir supporter les autres réseaux courants faibles, comme ceux du téléphone ou de l'informatique. Aujourd'hui on s'oriente vers le compromis suivant : à l'intérieur des logements on utilisera la paire torsadée plus universelle et à l'extérieur du logement, le coaxial reste judicieux pour raccorder l'antenne ou le réseau câblé dans les parties collectives de l'immeuble. Des équipements de conversion du signal satellite (maxi 2,4 GHz) abaissent la fréquence du signal qui peut alors être distribué dans les appartements sur le câblage universel en paires torsadées.

De nouvelles offres qui utilisent un autre support que le câble coaxial voient également le jour :

- celle réalisée à partir de réseaux ADSL (on ne distribue pas dans ce cas la totalité de la bande passante mais juste la chaîne sélectionnée) ;
- celle réalisée à partir des réseaux optiques disponibles dans toutes les grandes villes. L'offre de Sagem consiste par exemple à installer en bas de chaque immeuble un switch qui distribue des fibres optiques dans les logements, lesquelles aboutissent à une passerelle résidentielle offrant en plus de la TV, l'internet et le téléphone.

La distribution dans les logements est identique sur le câblage structuré RJ 45.

## LA QUALITÉ DE MISE EN ŒUVRE ET LE CHOIX DES COMPOSANTS

Le câblage universel rend simple et compatible ce qui était complexe et hétérogène. Il nécessite cependant un minimum de soin dans le choix des composants et dans la mise en œuvre. S'il est réalisé correctement, le câblage se fera oublier, l'utilisateur n'aura plus qu'à connecter ses équipements au fur et à mesure de ses besoins. C'est pourquoi la recette technique du COSAEL (cf. p. 33) est indispensable. Une fois validée, l'infrastructure de câblage ne devra jamais être suspectée. Si un dysfonctionnement est observé, il ne pourra alors venir que d'appareils défectueux ou d'erreurs de branchement.

## Le structurel et l'optionnel

Il est impératif de toujours distinguer entre :

- les équipements structurels comme le câblage électrique 230 V ou celui des courants faibles qui doivent faire « partie des murs ». Leur pérennité devrait être identique à celle du bâtiment ;
- les équipements optionnels comme les terminaux VDI que l'on introduira ou remplacera aisément s'ils ne fonctionnent plus ou s'ils deviennent obsolètes. Leur pérennité est au plus de l'ordre de quelques années.

En appliquant cette distinction, il faudra toujours éviter de disséminer de l'électronique un peu partout dans l'installation car c'est l'obsolescence des appareils électroniques (très courte) qui rendra obsolète l'ensemble de l'installation. Utiliser par exemple des liaisons Wifi au lieu d'une infrastructure filaire, risque de réduire la pérennité globale (évolution des normes, des logiciels d'utilisation...). On notera, à cet égard, que le filaire est lui, parfaitement indifférent aux incompatibilités entre les différentes générations de produits...

Autant que possible, les modules électroniques seront centralisés à proximité du BRU ou dans le tableau électrique. Cette démarche simplifiera l'interconnexion des systèmes et la maintenance globale de l'installation.

Cette distinction entre le structurel et l'optionnel s'applique aussi aux offres de systèmes qui incluent simultanément le câblage et des équipements actifs. Toutes les ressources de base TV, le téléphone, l'ADSL sont disponibles sur toutes les prises. Ceci évite le brassage au BRU mais n'exclut pas les désavantages suivants : un sur-dimensionnement des équipements actifs, un surcoût important, de nombreuses limitations fonctionnelles (pas de deuxième ligne téléphonique, ni de multidiffusion audiovisuelle, ni de hi-fi...).

## Le rôle et la responsabilité des intervenants

### PRÉDISPOSER... C'EST PRÉVOIR

Traditionnellement la vente d'un appartement ou d'une maison individuelle donne lieu à un descriptif préalable caractérisant :

- le bâti (plans, matériaux, isolation, etc.) ;
- les équipements techniques faisant partie intégrante du bâtiment (chauffage, ventilation, motorisation des volets, etc.).

Certains choix sont laissés au client (décoration, emplacement des prises télévision et téléphone, télécommandes, gestion de l'énergie et du confort thermique). Cependant, ces options ne peuvent être prises en compte par le constructeur que si elles sont prévues avant la livraison du logement.

La prédisposition du bâtiment par le câblage universel permet d'offrir des options nouvelles qui pourront être mises en œuvre de manière économique

pendant toute la durée de vie du bâtiment, au fur et à mesure des besoins de l'utilisateur.

À la livraison, l'utilisateur pourrait même choisir de n'intégrer dans sa maison aucun appareil. Il aurait alors un logement classique. En revanche, si la construction a été prédisposée par un câblage universel, il aura la faculté d'ajouter « à la carte » des fonctions supplémentaires pendant toute la durée de vie de son bâtiment :

- des fonctions simples (ajout ou déplacement d'un poste télévision ou téléphonique) ;
- des fonctions peu complexes (ajout d'une alarme intrusion, d'un réseau informatique) ;
- des fonctions complexes ou interactives (ajout d'une passerelle téléphonique ou Internet avec les services et scénarios associés).

Un client qui achète un appartement précâblé doit obtenir la garantie du promoteur que l'ajout de fonctions techniques sera réalisable dans des conditions de prix, de délais et de performances préalablement déterminées.

Les rôles et responsabilités des intervenants doivent être alors clairement établis pour assurer le meilleur service aux utilisateurs et éviter tout litige. Cela implique des relations contractuelles entre :

- le promoteur ou le constructeur du système de câblage : il vend un logement avec des caractéristiques d'adaptabilité précises, une garantie de performances et une liste de fonctions raccordables. Il est responsable du choix du bureau d'études techniques et celui de l'installateur ;
- un bureau d'études techniques ou un constructeur de bâtiments : il étudie pour le promoteur une liste de fonctions raccordables, définit les composants nécessaires, vérifie la compétence des installateurs susceptibles d'assurer la mise en œuvre ;
- un installateur : il met en œuvre les choix de l'utilisateur dans la liste proposée par le promoteur. Il ne se contente plus d'installer, il va aussi pouvoir vendre un service au client utilisateur pour compléter ou modifier une installation conçue désormais pour être flexible et évolutive. Le cas échéant, l'installateur doit bénéficier du support technique du constructeur ;
- des opérateurs : ils vendent des services (énergie, télécommunications, TV, audiovisuel, télésurveillance).

## Où trouver les composants ?

### LES COMPOSANTS DE PRÉCÂBLAGE UNIVERSEL ET LES ÉQUIPEMENTS TÉLÉCOMS

RAISON SOCIALE	ADRESSE	TÉLÉPHONE FAX	E-MAIL
GRD Com	3, rue du Port 92000 Nanterre	01 41 91 60 60 01 41 91 60 70	michael.sillam@grdcom.com
IMMOTIQUE DISTRIBUTION	ZI de la Spère 214, rue Léon-Foucault 14200 Herouville Saint-Claire	02 31 47 42 00 02 31 47 42 40	id@groupe-alliance.com
PRIMO	4-8, quai de Seine 93584 Saint-Ouen	01 49 18 92 92 01 40 12 62 45	primo@groupe-alliance.com
IMMOTIQUE DISTRIBUTION	Rue de la Croix-Bougard Lot 1 CRT - 59810 Lesquin	03 28 16 06 06 03 28 16 06 09	id@groupe-alliance.com
INDIS RÉSEAUX	ZI Les Richardets 24, rue du Ballon 93165 Noisy-le-Grand	01 55 85 08 60 01 55 85 08 61	info@indisreseaux.com
ACR DISTRIBUTION	PA Les Découvertes 1, rue Volta 67450 Mundolsheim	03 88 19 71 19 03 88 19 71 10	acrdistribution@groupe- alliance.com
RENEST	11, rue d'Athènes 44085 Nantes Cedex	02 40 49 48 79 02 40 19 50 57	renest@groupe-alliance.com
HBP ASSOCIÉS	ZA Est 25, rue Jacques-Monod 69120 Vaulx-en-Velin	04 78 79 55 55 04 78 79 55 74	hbp@groupe-alliance.com
DREAM TECH	PA de Jouques II 175, avenue du Col-de-l'Ange 13420 Gemenos	04 42 32 74 74 04 42 32 11 11	charly@dreantech-fr.com
SODECPA	43, avenue du Médoc Le Vigeau 33320 Eysines	05 56 28 90 90 05 56 28 20 18	bernar.ricard@sodecpa.com
ACR CENTRE	ZI du Brezet Est 40, rue Georges Besse 63100 Clermont-Ferrand	04 73 90 07 07 04 73 90 54 05	f.christo-fini@groupe- alliance.com
SODECPA	ZI de la Glacière Impasse Camo 31200 Toulouse	05 61 57 26 57 05 62 72 39 10	bernard.belin@sodecpa.com

## LES COMPOSANTS DE SYSTÈME DE CÂBLAGE UNIVERSEL, LES ÉQUIPEMENTS D'ANTENNE ET DE PORTIERS

FRANCOFA Île-de-France est	91, bd Alsace-Lorraine 93115 Rosny-sous-Bois Cedex	01 48 12 69 69 01 48 12 69 50
FRANCOFA Île-de-France ouest	86/88, rue Pierre-Sémard 92320 Châtillon	01 47 35 75 76 01 47 35 74 65
FRANCOFA nord	183 bis, rue Anatole-France 59160 Lomme	03 20 00 17 71 03 20 00 17 70
FRANCOFA sud-est	Tâche Velin Bât. 26 2, chemin du Génie 69200 Venissieux	04 72 89 76 76 04 72 89 76 79
FRANCOFA sud-ouest	19, avenue Didier-Daurat ZI Mantaudran 31400 Toulouse	05 61 54 81 81 05 61 54 81 80
FRANCOFA atlantique	7, rue du Marché-Commun 44000 Nantes	02 51 13 62 00 02 51 13 62 01

## LES KITS DE CÂBLAGE POUR RÉHABILITATION (MOINS DE 8 PRISES)

Habitat : « SOLO », petits bureaux : « MICRO OFFICE » En grandes surfaces généralistes ou spécialisées Cf. Casanova	ZI Les Richardets 24, rue du Ballon 93165 Noisy-le-Grand Cedex	01 55 85 16 00 01 55 85 16 09 info@casanova.sas.fr www.casanova-sas-fr
---	--	---

## LES AUTRES APPAREILLAGES ÉLECTRIQUES

Distributeurs traditionnels de matériels électriques (groupes Rexel, Sonepar...).

## LES ÉQUIPEMENTS AUDIOVISUELS, HI-FI, BUREAUTIQUE, TÉLÉPHONIE

Les équipements se connectant sur le câblage universel sont des produits ordinaires disponibles dans toutes les grandes surfaces (Fnac, Hypermédia, Carrefour, Auchan...).

## LA FORMATION CÂBLAGE VDI RÉSIDENTIEL

FORMAPELEC	28, rue du Président-Wilson 94234 Cachan	01 49 08 03 05 cdusoulier@formapelec.fr
------------	---	--

## ORGANISMES ET ASSOCIATIONS PROFESSIONNELS

<p>CAPEB (artisans électriciens et courants faibles)</p> <p>46, avenue d'Ivry BP 353 – 75625 PARIS</p> <p>Tél. : 01 53 60 50 00 Fax : 01 45 82 49 10 E-mail : capeb@capeb.fr</p>	<p>FEDELEC (installateurs électriciens et courants faibles)</p> <p>1, place Uranie 94345 Joinville-le-Pont Cedex</p> <p>Tél : 01 43 97 31 30 Fax : 01 43 97 32 79 Site Internet : www.fedelec.fr</p>
<p>Europtibat (association promotion)</p> <p>2, place de la Défense Espace ELEC-CNIT-BP4 92053 Paris-la-Défense</p> <p>Tél. : 01 41 26 56 30 Fax : 01 41 26 56 35 E-mail : europtibat@filnet.fr</p>	<p>FFIE (installateurs électriciens et courants faibles)</p> <p>5, rue Hamelin 75116 Paris</p> <p>Tél. : 01 44 05 84 00 Fax : 01 44 05 84 05 E-mail : ffie@ffie.fr Site Internet : www.ffie.fr</p>
<p>FNPC (promoteurs constructeurs)</p> <p>106, rue de l'Université 75007 Paris</p> <p>Tél. : 01 47 05 44 36 Fax : 01 47 53 92 73 E-mail : contact@fnpc.fr Site Internet : www.fnpc.fr</p>	<p>F3i (bureaux d'études)</p> <p>55, rue Sainte-Anne 75002 Paris</p> <p>Tél. : 01 45 60 05 81 Fax : 01 45 60 00 61 Site Internet : www.F3i.com</p>
<p>SNIDA (antennistes et courants faibles)</p> <p>10, rue de la Liberté 93172 Bagnolet Cedex</p> <p>Tél. : 01 41 63 25 00 Fax : 01 41 63 25 01 E-mail : snida@snida.org</p>	

## ORGANISME DE CONTRÔLE

<p>COSAEL Contrôle audiovisuel</p>	<p>Espace ELEC-CNIT-BP12 92053 Paris-la-Défense</p>	<p>01 41 26 56 60 01 41 26 56 79</p>
--	---	--

# CAHIERS DES CHARGES TYPES

## Exemples de cahier des charges descriptif<sup>1)</sup>

Il est difficile de faire une synthèse de tous les aspects techniques, économiques, normatifs ou des recommandations évoqués tout au long de cet ouvrage. C'est pourquoi nous avons jugé utile d'intégrer en annexe un cahier des charges applicables :

- à tous types de logements individuels ou collectifs (n° 1) ;
- aux petits sites tertiaires (n° 2).

Ces cahiers des charges, reproduits avec l'aimable autorisation de la F3i, permettront aux maîtres d'ouvrages (professionnels ou occasionnels) de décrire qualitativement le câblage universel souhaité. Ces documents feront partie intégrante du dossier de consultation à l'entreprise qui comprendra également le plan du ou des appartements à équiper avec l'emplacement de toutes les prises et du BRU.

Ils permettent également à l'installateur électricien désireux d'acquérir la compétence « courants faibles » d'identifier ses besoins de formation (indispensable pour aborder ces marchés).

C'est aussi une base de réflexion concrète pour l'utilisateur devant acquérir ou rénover un logement, une maison individuelle ou un petit local tertiaire. Les cahiers des charges peuvent être également la base d'une discussion avec l'installateur.

---

1. Extraits du guide F3i. Les deux cahiers des charges sont téléchargeables à l'adresse suivante : [www.editions-eyrolles.com](http://www.editions-eyrolles.com).

# Cahier des charges descriptif n° 1

## Câblage résidentiel – nouvelle norme

### NF C 15-100

Permis de construire déposé après le 1<sup>er</sup> juin 2003



Adresse de l'installation :

Installateur :

Préconisé par :

## Définition

Ce câblage est organisé en une étoile constituée de câbles 4 paires reliant les prises de communication RJ 45 (distribuées dans les diverses pièces du logement). Ces câbles sont centralisés sur une armoire, appelé BRU (boîtier de raccordement usager) ou tableau de communication, située à proximité du tableau électrique.

**Le câblage universel décrit dans ce cahier des charges marque une rupture avec l'équipement électrique traditionnel du logement par :**

- la taille importante du BRU conçu pour intégrer tous les nouveaux équipements électroniques de communication des immeubles modernes : modem, filtre ADSL, hub, distributeur TV, routeur informatique, alarme... ;
- un nombre plus important de prises de communication RJ 45 que de prises dédiées (TV et téléphone), disposées partout où un équipement quelconque est susceptible d'être connecté.

Il prédispose le logement individuel ou collectif à recevoir tous les équipements connectés à un réseau audiovisuel, de télécommunication, de sonorisation hi-fi, de portiers ou d'automatismes. Par son unicité, il remplace à l'intérieur des logements les 3 à 5 types de câblages différents antérieurs : téléphone (types 278 ou 298), portier (SYT1), TV (coaxial), bureautique (cat 5<sup>e</sup>).

## Références normatives

Le câblage universel faible pour l'habitat se réfère principalement aux normes suivantes :

- câblage électrique et obligations nouvelles en matière de courants faibles NF C 15-100 (nouvelle édition 2003 : connecteurs RJ 45 dans chaque pièces principales du logement) ;
- audiovisuel norme EN 90-125, bande de fréquence 5-862 MHz ;
- gaine technique logement NF C 15-900 ;
- câblage résidentiel réseau de communication guide UTE C 90-483 grade 2 ou 3 ;
- prises de communication CEI 60603 - 7 (désignation commune : RJ 45).

## Spécifications des composants et de leur mise en œuvre

### BRU (ou tableau de communication)

C'est une armoire dédiée aux courants faibles, encastrée ou en saillie, comprenant par exemple sur une ou deux platines métalliques (BRU simple ou double largeur) :

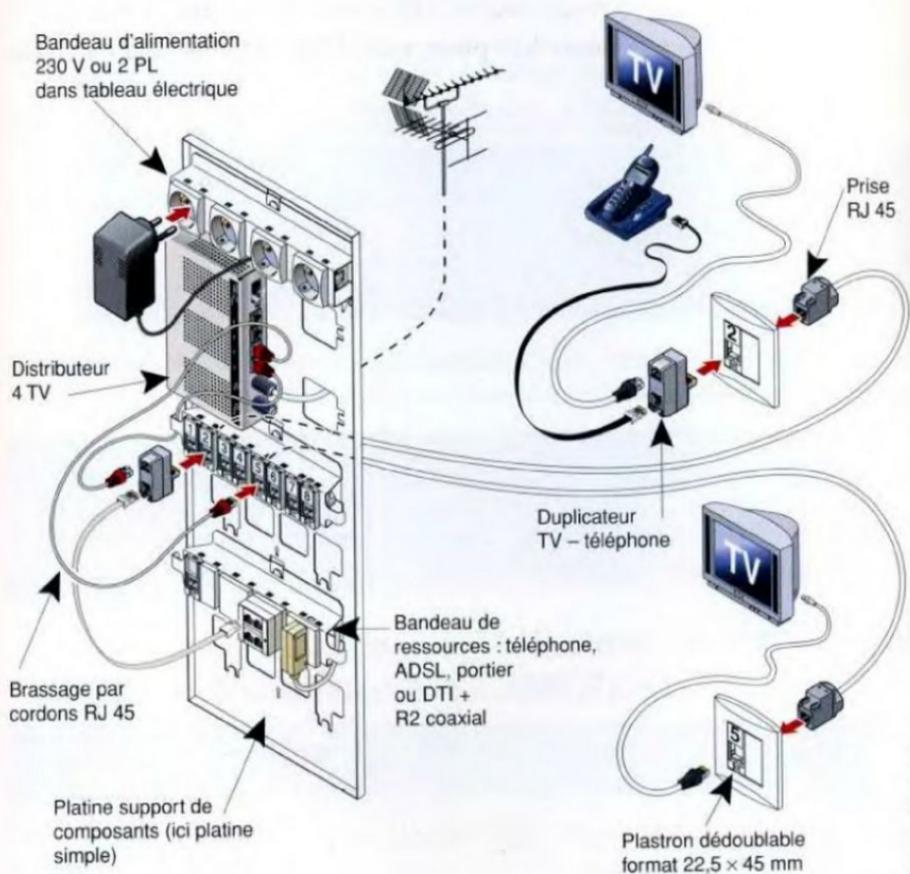
- des bandeaux de 8 RJ 45 permettant le brassage et la duplication des prises ;
- un distributeur TV 5-862 MHz offrant 1 entrée coaxiale, 4 sorties RJ 45, avec voie de retour ;
- soit un bandeau de 2 à 4 prises 230 V pour alimentation des équipements électroniques ou de leurs transformateurs BT/TBT, soit alimentation sur les 2 PC obligatoires du tableau électrique ;
- un repérage des prises RJ 45 (même repérage que les prises distribuées dans les pièces) ;
- éventuellement des barrettes de raccordement ;
- des cordons de brassage des ressources avec repérage de couleurs.

### MISE EN ŒUVRE DU BRU DANS LES CONSTRUCTIONS NEUVES

Le BRU est situé dans la gaine technique de logement (GTL), zone réservée de 600 cm de largeur, 20 cm de profondeur, du sol au plafond (norme NF C 15-900 applicable aux logements neufs ou importante réhabilitation du cloisonnement de plus de 35 m<sup>2</sup>).

- Le tableau électrique à proximité du BRU comporte 2 PC 2 P+T permettant l'alimentation électrique des équipements de communication situés du BRU, s'il n'intègre pas lui-même les prises (UTE C 15-900 § B5.1.3).
- Une convection naturelle doit être ménagée dans la GTL pour permettre une circulation d'air par des ouvertures hautes et basses (UTE 15-900 § B.5.1.2) (présence d'équipement électroniques dégageant de la chaleur).
- Les liaisons 4 paires devront être dédoublables par l'adjonction de duplificateurs respectant les conventions de brassage. Ceci implique que les prises RJ 45 seront dédoublables aussi bien au BRU que dans les pièces.

- Dans les BRU permettant les fonctions de brassage et la duplication au cœur de l'étoile que constitue le câblage, il faut réserver 30 à 50 % de volume disponible ou à une hauteur de 250 mm minimum pour l'intégration des boîtiers électroniques (modem ADSL, micro-commutateur, transmetteur...). Cette recommandation ne s'applique pas aux installations sans brassage.



## DIFFÉRENTS BRU

Il est recommandé de consulter les caractéristiques techniques dimensionnelles indiquées dans le catalogue du constructeur afin d'assurer une cohérence entre les dimensions du tableau électrique et celles du BRU. On trouve en particulier en 4 hauteurs suivant la taille de l'installation (par exemple : 475, 605, 700, et 850 mm) les BRU suivants :

- **encastré à la GTL** : simple largeur (340 mm) et double largeur (600 mm) ;
- **en saillie** : simple largeur (270 mm, prof. 155 mm) et double (540 mm, prof. 155 mm) ;
- **réhabilitation** : (pour mémoire) compléments de câblages existants (par exemple kit 4 + 8 SOLO Casanova). Le boîtier de dimension, réduites peut être placé ailleurs que dans la gaine technique, par exemple à côté de prises TV et téléphonique disponibles dans le salon.

## Prises de communication RJ 45

Les prises RJ 45 à 8 contacts, au format 22,5 × 45 mm, sont de type blindé et duplicables.

### Option possible

Raccordement en attente de fonctions de câblage niveau moyen ou haut (capteurs, caméras, sonorisation). Ce câblage est effectué au moyen de barrettes de raccordement autodévidantes logées dans des boîtiers encastrés.

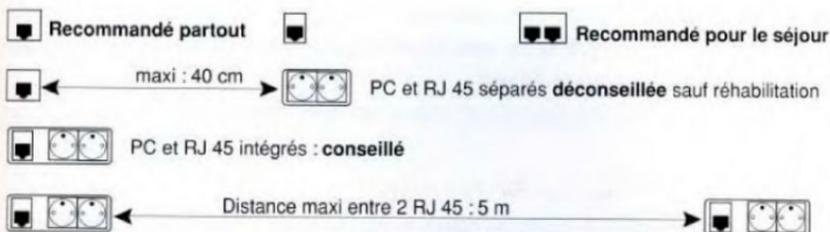
## MISE EN ŒUVRE DES PRISES RJ 45

Équipement minimum en prises universelles RJ 45 (sauf indications contraires)

PIÈCES	TYPES DE LOGEMENTS		
	MINIMUM	STANDARD	CONFORT
Entrée		1 RJ45	2 RJ
Séjour	2 RJ 45 + coax	4 RJ + coax	9 RJ + coax
Chambres	1 RJ 45	2 RJ 45	5 RJ 45
Cuisine	1 RJ 45	1 RJ 45	2 RJ 45
Autres	Suivant destination		

## RECOMMANDATIONS À LA CONCEPTION

Les prises RJ 45 doivent être réparties dans les logements de manière à ce que l'on puisse connecter n'importe quel équipement n'importe où. Les dispositions suivantes permettent une libre exploitation des espaces de vie :



► Dans le neuf : elles sont montées dans des boîtes d'encastrement recevant les prises électriques (attention : profondeur mini 40 mm) ou en plinthes.

#### Attention !

Le choix du type d'appareillage est important car tous les plastrons supports de RJ 45 ne sont pas duplicables. On les choisira de préférence au format 22,5 × 45 mm dans les séries suivantes : Mosaic Legrand, Espace Arnould, Alvaïs Alombard, Niko.

► **En réhabilitation** : Elles sont montées dans des boîtiers individuels apparents format 22,5 × 45, à sortie latérale (problème de discrétion et compatibilité avec le dépassement de 3,5 cm : NF C 15-100), et situées à moins de 40 cm des prises électriques existantes. Les câbles 4 paires peuvent être collés ou sous moulures.

## RÈGLES D'INSTALLATION

- 1/ Lors du raccordement des câbles sur les prises, il convient d'éviter au maximum les « détorsadages » des paires (maxi 10 mm).
- 2/ Toutes les prises RJ 45 seront impérativement numérotées dans les pièces et au BRU.
- 3/ Prévoir une dimension de BRU permettant une disponibilité d'au moins 30 % d'espace disponible pour pouvoir intégrer des équipements actifs (modem, hub...) ou une hauteur mini de 250 mm.
- 4/ Diamètre des fourreaux : minimum 16 mm pour un câble, si cohabitation avec fils 2,5 mm<sup>2</sup> prévoir 30 % de section disponible. Prévoir au moins 20 cm de câbles hors fourreau pour le câblage.
- 5/ Les prises RJ 45 ne sont jamais groupées mais disposées sur des murs différents (souplesse de distribution). Par exemple, dans un séjour, s'il n'y a pas une prise à chaque coin, il sera impossible d'installer un home cinéma, des HP ou des enceintes actives.

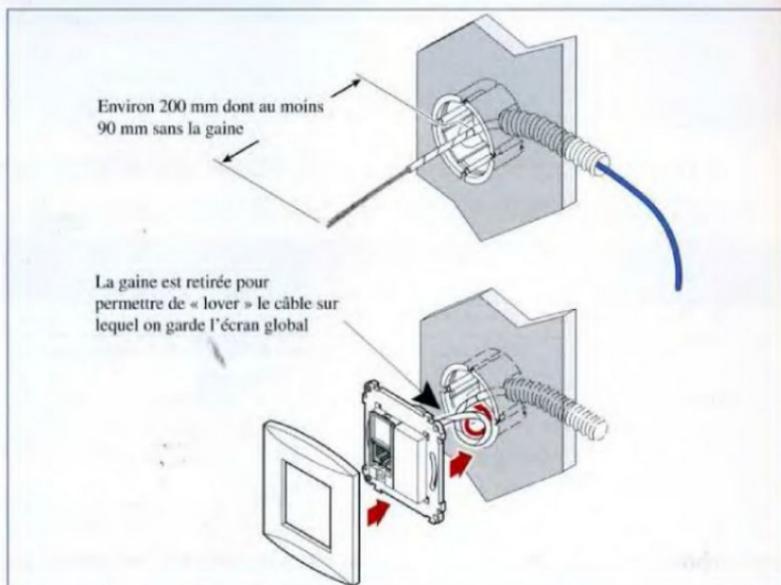
- 6/ Si les câbles sont laissés en attente de câblage sur le chantier, il convient soit de les boucher, soit de les enrouler afin qu'ils ne trempent pas dans l'eau (ils se remplissent par capillarité).

## Câble

Il s'agit d'un câble 4 paires torsadées ivoire, garantissant au minimum les fonctionnalités du grade 3, présentant au moins 2 paires écrantées (besoins de la TV bande 862 MHz) et 2 paires écrantées ou non (besoins télécommunication 100 MHz). Un écran global (raccordé à la terre au BRU) permet la protection électromagnétique des réseaux et l'éventuelle cohabitation avec le 230 V dans les mêmes fourreaux (règle pour la cohabitation de circuits de tensions différentes : NF C 15-900 § C.3.3.2.1). Rayon de courbure mini : 4 à 6 fois le diamètre du câble.

### Attention !

L'installateur ne devra utiliser que le câble garantissant la distribution simultanée de la TV et du téléphone, ainsi que la duplication des fonctions connectées à la prise.



Montage d'une prise RJ 45 en boîtier encastré

Dans les boîtes encastrées ou dans les plinthes de faible profondeur, pour éviter de solliciter mécaniquement le connecteur, on retirera la gaine du câble, mais on laissera toujours sur 90 mm l'écran global jusqu'à l'intérieur de la prise RJ 45 (la partie conductrice étant mise en contact avec le blindage du capot du connecteur).

## Convention de raccordement, exploitation

### Raccordement des câbles aux prises RJ 45 (convention 568 B)

La convention de couleur des fils, à choisir, en fonction du câble, parmi les 2 variantes suivantes. Elle doit être identique sur toutes les liaisons du logement :

N° DES PAIRES	CONTACTS DU RJ 45	COULEURS DES FILS		REPÉRAGE DES CONNECTEURS VUE EN FACE AVANT
1 blindée	4	Bleu foncé	Bleu	
	5	Bleu clair	Blanc/bleu	
2	1	Blanc	Blanc/orange	
	2	Orange	Orange	
3	3	Vert clair	Blanc/vert	
	6	Vert foncé	Vert	
4 blindée	7	Rose	Blanc/marron	
	8	Marron	Marron	

### Convention de brassage et de raccordement pour la mise en œuvre des équipements au BRU et dans les pièces

Les conventions de branchement ci-dessous sont données par les usages (téléphone 4-5 sur RJ 45 : plots centraux des RJ 11 et RJ 12), les normes (Ethernet 1-2, 3-6) et les combinaisons astucieuses d'applications fréquentes ou complémentaires.

Le respect de la convention de raccordement des RJ 45 associée à un brassage suivant le code de couleurs ci-dessous, permet de garantir une exploitation aisée des différents réseaux et équipements intégrés par le câblage.

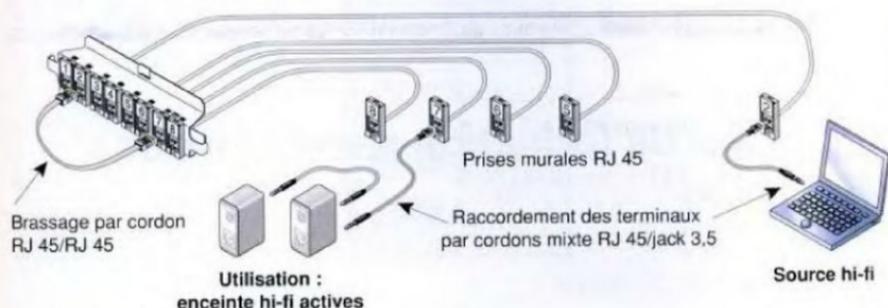
TYPES D'ÉQUIPEMENTS CONNECTABLES	CODE DE COULEURS DES CORDONS	CONVENTION AUX BORNES DU RJ 45
TV, audiovisuel MABLR (5-862 MHz) Arrivée coaxiale et conversion QPSK-QAM pour satellite (brassage impératif par cordons blindés)	Rouge	7-8/4-5 7-8 / 3-6 <sup>1)</sup>
Téléphonie, ADSL	Ivoire	4-5 : ligne 1 4-5 par 7-8 : ligne 2
Internet, micro informatique centralisée au BRU	Bleu	1-2/3-6
Sonorisation hi-fi	Noir	Haut-parleur : 1-2 Stéréo 1-2 / 3-6 Quadri 1-2 / 3-6 4-5 / 7-8
Portier audio, vidéo (portier 1 paire recommandés)	Jaune	4-5 / 7-8 : 2 paires
Autres : automatismes, télécommandes, alarmes.	Vert	1-2 / 3-6

1) Cette convention est destinée aux systèmes sans brassage distribuant simultanément sur toutes les prises la TV et une ligne téléphonique et l'ADSL par filtre RJ 45 (bornes 4-5). Cette simplicité entraîne des limitations : nombre réduit de prises actives, pas de fonctions connectables, ni de duplication au BRU (cf. paragraphe 6).

## Cordons de brassage, de raccordement des terminaux

- Les cordons de brassage au BRU sont toujours à 4 paires avec fiche RJ 45 aux deux extrémités et un manchon de couleurs indiquant leurs destinations suivant le code ci-dessus.
- Les cordons de raccordement des terminaux aux prises RJ 45 murales sont munis à une extrémité d'une fiche RJ 45 et à l'autre du connecteur complémentaire à celui du terminal à raccorder : coaxial, RJ 11, RJ 12, jack audio 3,5, prises Cinch, péritel, fiche HP, ou spécifique par exemple : Bang & Olufsen. L'installateur doit impérativement s'assurer que les cordons mixtes sont disponibles chez le constructeur de système de câblage choisi ou auprès de son réseau de distribution.

- Quelles que soient les ressources à connecter, il suffit de mettre en relation par le câblage la source (ici un PC multimédia délivrant une source hi-fi) avec le terminal correspondant (ici enceintes actives) :



## Duplicateurs

Pour les systèmes avec brassage, l'installateur doit impérativement s'assurer que les duplicateurs suivants sont disponibles chez le constructeur de système de câblage choisi (ou auprès de son réseau de distribution). A titre d'exemple :



Pour les systèmes sans brassage seul le duplicateur TV / téléphone est exigé.

## Formation, compétence exigée

Pour bénéficier de la garantie constructeur, le maître d'ouvrage devra choisir un installateur justifiant d'une compétence antenne + VDI habitat acquise par une formation agréée par le constructeur de système de câblage.

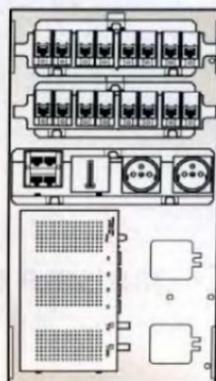
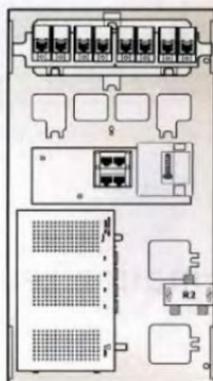
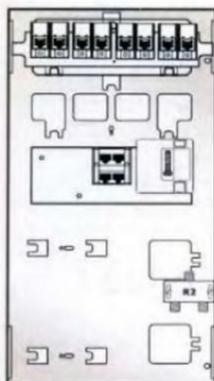
## Organisme de formation recommandée : Formapelec<sup>1)</sup>

- Architecture des réseaux
- Mise en œuvre des composants du câblage :
  - boîtier de raccordement usager (BRU) ;
  - distributeur TV (switch TV) ;
  - connectique et câbles ;
  - équipements optionnels (modem, HUB, ...).
- Mise en œuvre des équipements et des réseaux
- Recette technique

## Niveaux d'équipement permis par la norme NF C 15-100

Les nouvelles dispositions de la norme NF C 15-100 ont des conséquences financières non négligeables pour les professionnels du bâtiment. Il est judicieux de retenir un système de câblage de qualité, dont on installera qu'une version de base qui pourra être complétée ultérieurement par des fonctions diverses sans que le prix initial soit grevé. Dans l'exemple ci-dessous (gamme Casanova) on notera que l'on peut installer économiquement un BRU « DUO », ultérieurement complété en « QUARTET » ou en « CONCERTO » selon les options proposées par le promoteur immobilier à l'utilisateur éventuel :

1. Formapelec : 28, rue du Président-Wilson – 94234 Cachan – tél. : 01 49 08 03 05 ou 06.

**DUO**

8 prises RJ 45, extensibles à 16 avec brassage

2 prises coaxiales TV dédiées

3 téléphones en parallèle sur 1 ligne ADSL sur filtre RJ 45

**QUARTET**

4 prises RJ 45 sans brassage, extensibles à 8 ou 16 avec brassage.

4 prises TV (n'importe où) sur RJ 45

4 téléphones sur 1 ligne + 2<sup>e</sup> ligne ADSL sur filtre RJ 45

**CONCERTO**

8 à 48 prises dédoublables et brassables

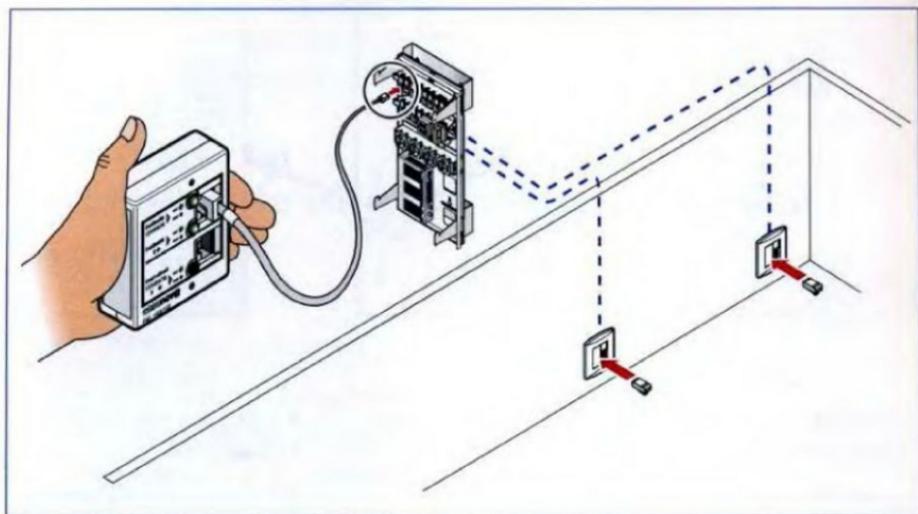
N'importe quelle application peut être connectée sur n'importe quelle prise et dédoublée (2<sup>e</sup> ligne téléphonique, déport TV de décodeur, réseau micro-informatique, hi-fi, sonorisation, etc.).

## Contrôle, recette technique

La recette sera réalisée par le COSAEL<sup>1)</sup>, pour la certification audiovisuelle, en fonction du dossier de plans remis à l'installateur, des dispositions du présent cahier des charges et des dispositions de la nouvelle normalisation. Toutes les prises RJ 45 du logement doivent être testées électriquement par l'installateur (vérification de la continuité électrique des paires, respect de la convention de

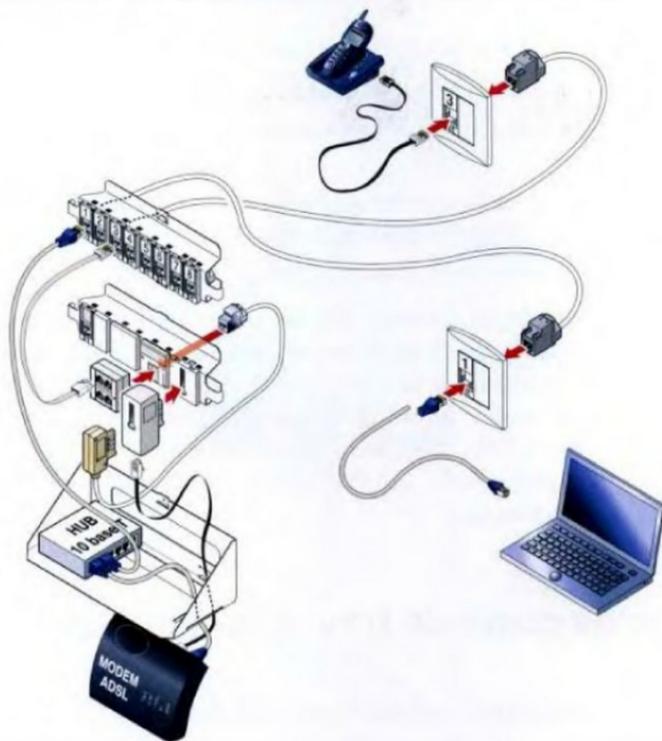
1. Tél. : 01 41 26 56 60 – fax : 01 41 26 56 79.

câblage, du code de couleurs, et de leur repérage). Bien vérifier que la notice technique destinée à l'utilisateur est présente dans le BRU.



## Cahier des charges descriptif n°2 Câblage des petits sites tertiaires

POUR TÉLÉPHONIE, INFORMATIQUE ADSL, TV SONORISATION



Adresse de l'installation :

Installateur :

Nombre de prises RJ 45 :

Type de BRU :

Préconisé par :

## Définition

Le câblage des petits sites tertiaires de moins de 50 postes de travail s'apparente à celui du résidentiel (cf. Cahier des charges n°1, p. 80) dont il utilise les mêmes composants.

Les principales différences avec celui-ci sont :

- la terminologie habituellement employée ;
- son organisation (câblage de l'autocommutateur téléphonique sur bandeaux 30 paires) ;
- le fait que les applications les plus courantes ne sont pas la TV et la hi-fi, mais plutôt le téléphone et la bureautique ;
- la norme de référence est la norme EN 50-173.

Le câblage tertiaire est également organisé en une étoile constituée de câbles 4 paires reliant les prises RJ 45 des postes de travail. Ces câbles sont centralisés sur un répartiteur située de préférence à proximité du tableau électrique. Dans ce répartiteur seront également intégrés, les équipements électroniques (modem, filtre ADSL, hub, switch informatique...). Les liaisons 4 paires devront être dédoublables par l'adjonction de duplicateurs respectant les conventions de brassage.

## Notion de poste de travail bureautique

Un poste de travail bureautique comprend généralement :

- 2 RJ 45 duplicables format 22,5 × 45 mm ;
- 4 prises 230 V format 45 × 45 mm.

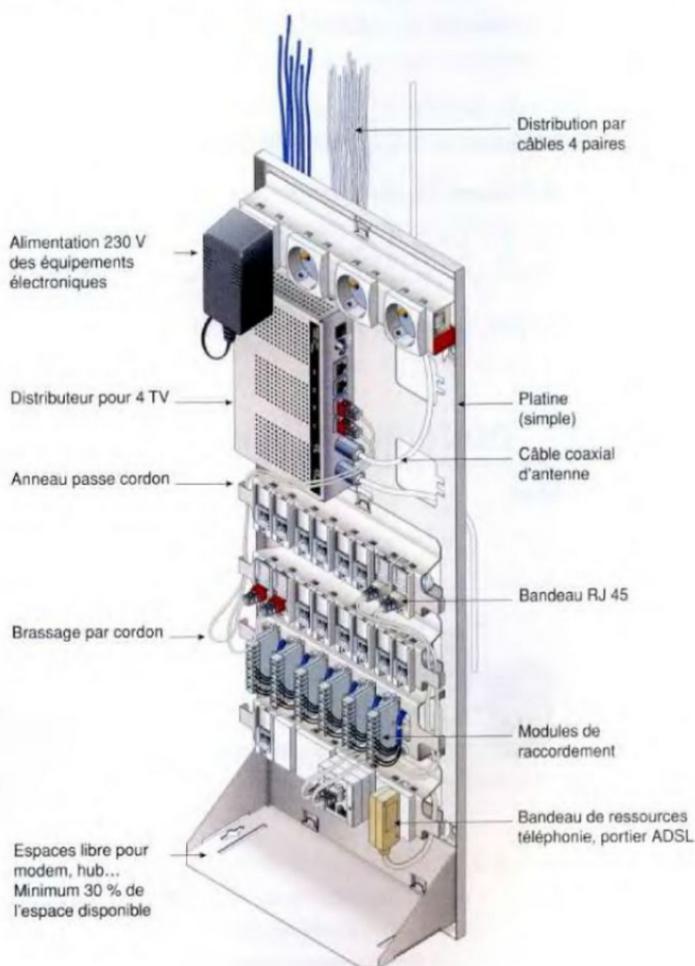
Il permet la connexion de tous les équipements : informatique, téléphone, TV ou assimilables, n'importe où dans les espaces de bureaux.

La densité moyenne est de un poste de travail par 10 m<sup>2</sup>. Aucun poste de travail ne doit être éloigné de plus de 5 m du suivant. Il est nécessaire de prévoir au moins 30 % de prises en attente pour permettre une organisation flexible des bureaux. Le support le plus adéquat pour le câblage des petits sites tertiaires est la plinthe électrique car elle permet une meilleure souplesse que les boîtiers encastrés dans les murs, plus difficiles à câbler.

## Spécifications des composants et de leur mise en œuvre

### RÉPARTITEUR

Il peut être de type BRU (dessin ci-dessous) ou de type armoire informatique  
19 pouces pour bandeaux RJ 45.

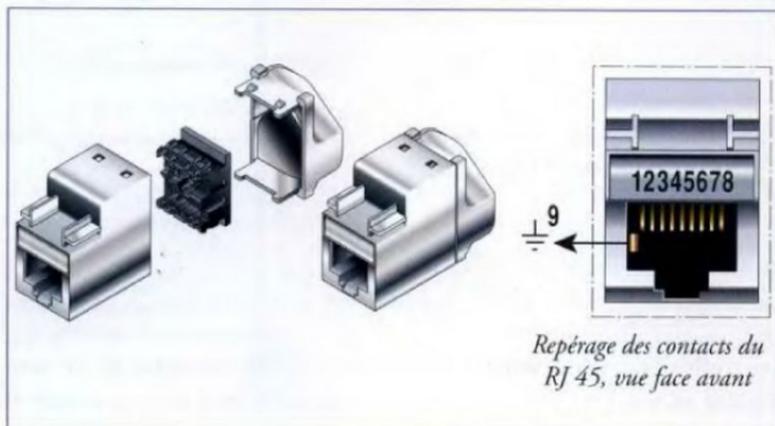


C'est une armoire en saillie (exclusivement dédié TBT) comprenant :

- suivant la capacité du répartiteur : une ou deux platines métalliques support de bandeaux (les équipements actifs 19 pouces ne se montent que sur des platines doubles) ;
- de bandeaux de 8 RJ 45 permettant le brassage et la duplication des prises ;
- un bandeau de 2 à 4 prises 230 V pour alimentation des équipements électroniques ou de leurs transformateurs BT/TBT ;
- un repérage des prises RJ 45 identique au répartiteur et aux prises distribuées dans les bureaux ;
- éventuellement des modules de raccordement à connexions rapides : câblage de l'autocommutateur au-delà d'une capacité de 2 LR + 5 PS ;
- des cordons de brassage des ressources avec repérage de couleurs ;
- un distributeur TV 5-862 MHz offrant : 1 entrée et 1 sortie coaxiale, 4 sorties RJ 45 avec voie de retour, si l'option est retenue ;
- un espace libre pour intégrer les équipements actifs de réseaux.

## PRISES RJ 45

Les prises RJ 45 à 8 contacts, au format 22,5 × 45 mm, sont de type duplicable catégorie 5<sup>e</sup> blindées.



## CÂBLE 4 PAIRES

- ▶ Câble 4 paires torsadées, gaine ivoire (PVC ou LSOH), catégorie 5<sup>e</sup> écranté globalement ou catégorie 6 écranté paire par paires. Les écrans sont raccordés à la terre au répartiteur pour la protection électromagnétique des réseaux et l'éventuelle cohabitation avec le 230 V dans les mêmes fourreaux (règle pour la cohabitation de circuits de tensions différentes : NF C 15-900 § C.3.3.2.1).
- ▶ Rayon de courbure mini : 4 à 6 fois le diamètre du câble. Attention : si la fonction est demandée, l'installateur devra utiliser le câble garantissant la distribution TV et la duplication des fonctions connectées.

## CÂBLE MULTIPAIRES TÉLÉPHONIQUE

Ce câble de catégorie 3 ou 5 (en 25 ou 32 paires) a pour fonction d'interconnecter l'autocommutateur téléphonique au bandeau de raccordement à connexions rapides 30 paires, du répartiteur afin de permettre le brassage des postes téléphoniques (cordons mixtes modules / RJ 45 1 ou 2 paires).

# Ingénierie, règles d'installation

## PRISE RJ 45 ET CÂBLE 4 PAIRES

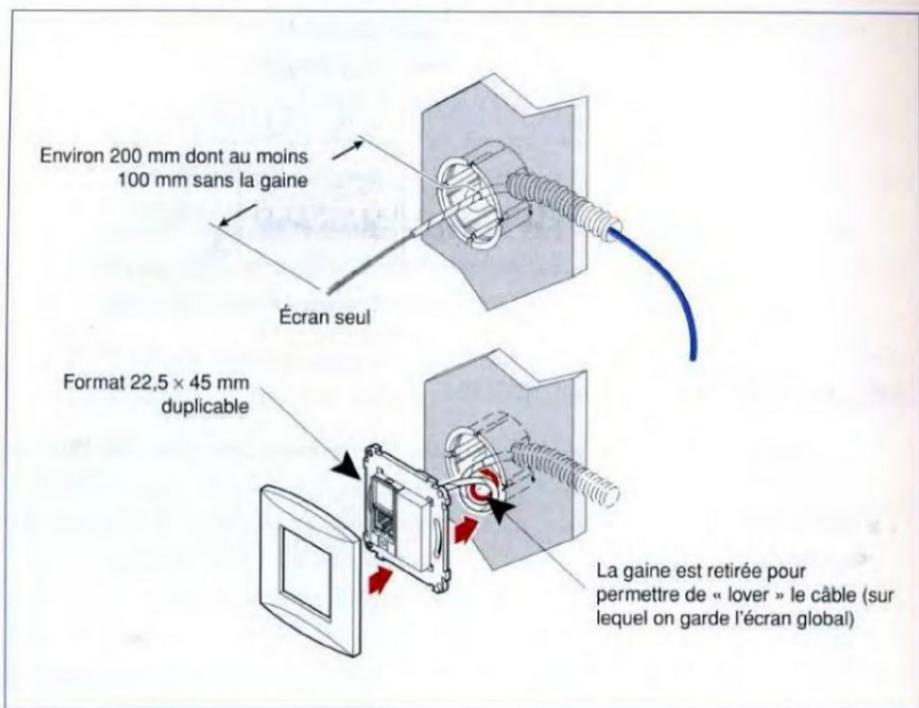
Lors du raccordement des câbles sur les prises, il convient d'éviter au maximum les « détorsadages » des paires (maxi 10 mm).

Toutes les prises RJ 45 seront impérativement numérotées de façon identique dans les pièces et au répartiteur.

Si les câbles sont laissés en attente de câblage sur le chantier, il convient soit de les boucher, soit de les enrrouler afin qu'ils ne trempent pas dans l'eau (ils se remplissent par capillarité).

Dans les boîtes encastrées, vu la faible profondeur, il est impératif de dégainer le câble 4 paires une dizaine de centimètres avant le connecteur RJ 45. Pour éviter de solliciter mécaniquement le connecteur, on retirera la gaine du câble mais on laissera toujours l'écran global jusqu'à l'intérieur de la prise RJ 45 (la partie con-

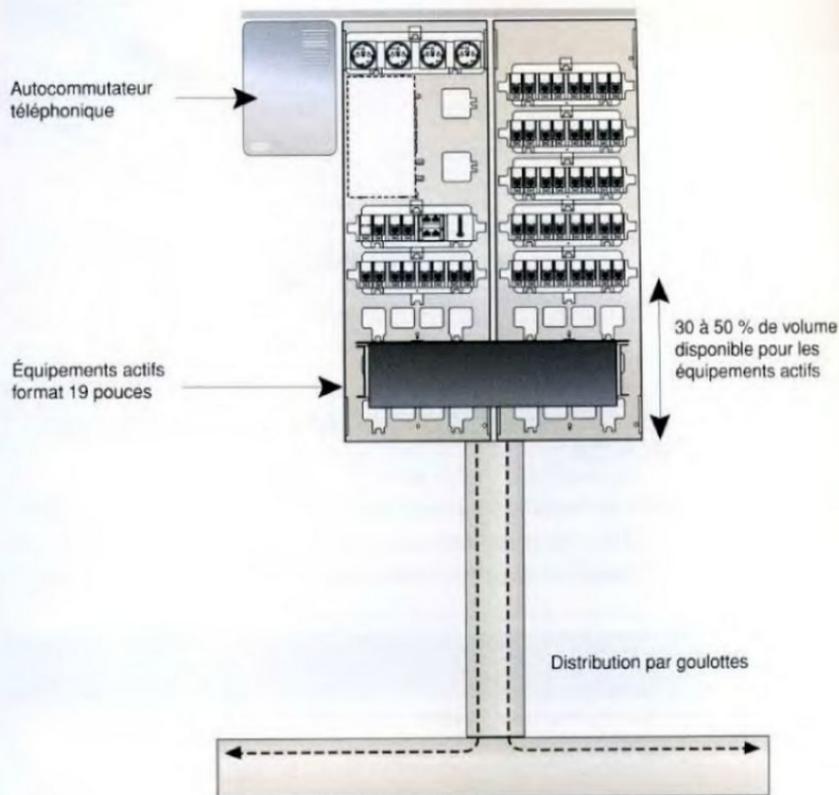
ductrice étant mise en contact avec le blindage du capot du connecteur). Cette mise en œuvre est également souhaitable en plinthes.



## RÉPARTITEUR

Il faut réserver 30 à 50 % de volume disponible ou à une hauteur de 250 mm minimum dans le répartiteur pour permettre l'intégration des boîtiers électroniques (modem ADSL, filtre, autocommutateur, hub, transmetteur...).

Le répartiteur doit être placé le plus près possible de la zone à câbler, ce qui permet des câblages courts (meilleures performances de transmission et économie à l'installation).



## Convention de raccordement et d'exploitation

### RACCORDEMENT DES CÂBLES AUX PRISES RJ 45 (CONVENTION 568 B)

La convention de couleurs des fils est à choisir, en fonction du câble, parmi les deux variantes suivantes. Elle doit être identique sur toutes les liaisons du site :

N° DES PAIRES	CONTACTS DU RJ 45	COULEURS DES FILS	
1 blindée	4	Bleu foncé	Bleu
	5	Bleu clair	Blanc/bleu
2	1	Blanc	Blanc/orange
	2	Orange	Orange
3	3	Vert clair	Blanc/vert
	6	Vert foncé	Vert
4 blindée	7	Rose	Blanc/marron
	8	Marron	Marron

Les paires sont blindées si l'option TV est retenue.

## RÉSEAUX À SUPPORTER

Les conventions de branchement ci-dessous sont données par les usages (téléphone 4-5 sur RJ 45 : plots centraux des RJ 11 et RJ 12), les normes (Ethernet 1-2, 3-6) et les combinaisons astucieuses d'applications fréquentes ou complémentaires.

APPLICATIONS (RESSOURCES)	CÂBLAGE INTERNE AUX BUREAUX MAXI 40 M
Téléphonie RTC, numérique analogique Internet bas débit, ADSL Ethernet 10-100 base T IEE802.3 Image vidéo numérique ou analogique Portier audio ou vidéo	Topologie étoile ou point à point  Câbles écrantés 4 paires torsadées 100 Ω
Distribution TV (bande MABLR 5 - 862 MHz)	Topologie étoile  Câbles écrantés 4 paires torsadées 100 Ω dont 2 écrantées individuellement (1 GHz)

## CONVENTION DE BRASSAGE POUR LA MISE EN ŒUVRE DES ÉQUIPEMENTS AU RÉPARTITEUR

Le respect de la convention de raccordement des RJ 45 associée à un brassage suivant le code de couleurs ci-dessous permet de garantir une exploitation aisée des différents réseaux et équipements intégrés par le câblage.

TYPES D'ÉQUIPEMENTS CONNECTABLES	CODE DE COULEURS DES CORDONS	CONVENTION AUX BORNES DU RJ 45
Téléphonie ADSL	Ivoire	4-5 : 1 paire 4-5 et 7-8 : 2 paires
Internet, micro informatique	Bleu	1-2 / 3-6
Sonorisation hi-fi	Noir	Stéréo 1-2 / 3-6 Quadri 1-2 / 3-6 4-5 / 7-8 HP : 1-2
Portier audio, vidéo (portier 1 paire recommandé)	Jaune	4-5 / 7-8 : 2 paires
TV, audiovisuel (5-862 MHz) (brassage impératif par cordons blindés)	Rouge	4-5 / 7-8

## RÈGLES CEM, PERTURBATIONS ÉLECTROMAGNÉTIQUES

Dans un environnement de perturbations électromagnétiques normal, l'immunité du câblage est apportée par la présence des écrans des câbles 4 paires correctement mis à la terre électrique du bâtiment (il n'y a qu'un seul et unique réseau de terre car la terre dite « informatique » n'existe pas dans la norme NFC 15-100).

L'éloignement d'environ 5 cm entre les câbles courants forts et courants faibles ajoute un surcroît d'immunité pour les cheminements parallèles des 2 types de câbles (avec et sans écrans) sur de longues distances (> 10 m). Sur les courtes distances (< 5 m) la séparation est facultative avec les câbles écrantés.

## Formation, compétence exigée

L'installateur devra justifier d'une compétence VDI acquise par une formation agréée par le constructeur garantissant le système de câblage.

Organisme de formation recommandée : Formapelec<sup>1)</sup>

- Architecture des réseaux
- Mise en œuvre des composants du câblage :
  - connectique et câbles ;
  - équipements optionnels (Modem, HUB, ...) ;
- Mise en œuvre des équipements et des réseaux
- Recette technique, outils de contrôle

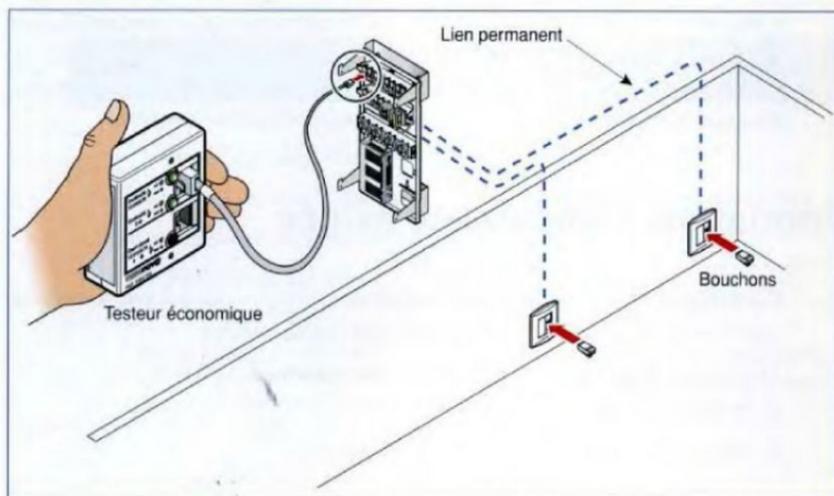
1. Formapelec : 28, rue du Président-Wilson – 94234 Cachan – tél. : 01 49 08 03 05 ou 06.

## Références normatives

Le câblage universel courants faibles pour le tertiaire se réfère principalement aux normes suivantes :

- bureautique norme européenne EN 50-173 (ISO 11 802) performances de transmission classe D ;
- électrique NF C 15-100, gaine technique, cohabitation NF C 15-900 (nouvelle édition 2003) ;
- accessoirement : audiovisuel (norme EN 90-125).

## Recette technique



La recette sera réalisée en fonction du dossier de plans remis à l'installateur et des dispositions du présent cahier des charges. Elle implique également les vérifications suivantes :

- Obligatoire : toutes les prises RJ 45 des postes de travail doivent être testées électriquement par l'installateur (vérification de la continuité électrique des paires, respect de la convention de câblage, du code de couleurs et de leur repérage).
- Facultatif : le test dynamique des paramètres de transmission selon la norme EN 50-173 en classe D peut être requis par le client. Il est dans ce cas, recommandé de chiffrer cette prestation séparément de l'offre de câblage. Le tableau (extrait) ci-après donne les valeurs minimum de la norme EN 50-173 :

CLASSE D LIEN PERMANENT (LIAISON DE 90M CÂBLE RIGIDE)									
EN 50173-1 June 2002					Reference number : EN 50173-1:2002 E				
ISO/IEC 11801 Second edition 2002-09					Reference number : ISO/IEC 11801:2002				
	Fréquence	MHz	1	4	10	16	20	62.5	100
ISO/IEC 11801	Insertion Loss (iv)	dB	4.0	4.0	6.1	7.7	8.7	15.8	20.4
ISO/IEC 11801	NEXT (i)	dB	60.0	54.8	48.5	45.2	43.7	35.7	32.3
ISO/IEC 11801	ACR (iv)	dB	56.0	50.8	42.4	37.5	35.0	19.8	11.9
ISO/IEC 11801	ELFEXT (iii) Et (v)	dB	58.6	46.6	38.6	34.5	32.6	22.7	18.6
ISO/IEC 11801	PS NEXT (i)	dB	57.0	51.8	45.5	42.2	40.7	32.7	29.3
ISO/IEC 11801	PS ACR (iv)	dB	53.0	47.8	39.4	34.5	32.0	16.8	8.9
ISO/IEC 11801	PS ELFEXT (iii) Et (v)	dB	55.6	43.6	35.6	31.5	29.6	19.7	15.6
ISO/IEC 11801	Return Loss (ii)	dB	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	14.0	12.0
ISO/IEC 11801	Propagation (iv)	ns	521	504	498	496	495	492	491
ISO/IEC 11801	Skew (iv)	ns	44	44	44	44	44	44	44
	(i)	Pour des valeurs d'insertion loss > 4 dB							
	(ii)	Pour des valeurs d'insertion loss > 3 dB							
	(iii)	Pour des valeurs de FEXT < 70 dB							
	(iv)	Limite variable avec la longueur et le nombre de connecteurs							
	(v)	Limite variable avec le nombre de connecteurs							

Vérifier que la notice technique destinée à l'utilisateur est incluse dans le répartiteur.

## AIDE À LA CONCEPTION, RÉDACTION DES CAHIERS DES CHARGES POUR LES PARTICULIERS, LES INSTALLATEURS ET LES PROMOTEURS IMMOBILIERS

DomoConsulting est une fédération de professionnels expérimentés, permettant de répondre précisément aux diverses demandes. Elle est composée de bureaux d'études, d'installateurs, d'architectes, et de constructeurs partenaires. Elle propose une assistance ou une étude domotique personnalisée permettant de rendre la maison plus confortable, plus sûre et capable d'intégrer tous les équipements de communication du marché.

Tant pour les constructions neuves que, pour les rénovations, les experts du réseau bâtissent avec le demandeur une étude domotique adaptée aux besoins exprimés, proposant des solutions simples, fiables et évolutives autour de quatre domaines :

- pré-câblage domotique (Norme NFC15-100) ;
- confort ;
- sécurité ;
- multimédia.

Une pré-étude gratuite est réalisée à partir des plans et besoins.

Contact : [etude@domoconsulting.com](mailto:etude@domoconsulting.com)

Puis, le Centre Expert met le demandeur en rapport avec un installateur agréé proche de chez lui ou prend contact avec l'électricien désigné pour la réalisation du projet.

[www.domoconsulting.com](http://www.domoconsulting.com)

# Guide du câblage universel

Jacques Nozick

© Groupe Eyrolles, 2004,

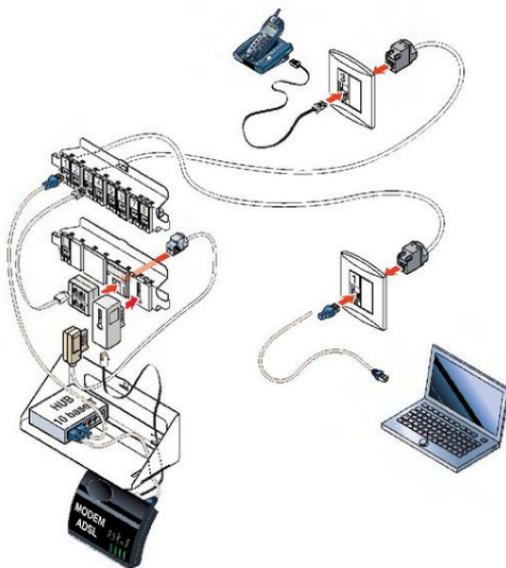
ISBN 2-212-11329-3

**EYROLLES**



## Cahier des charges descriptif n°2 Câblage des petits sites tertiaires

POUR TÉLÉPHONIE, INFORMATIQUE ADSL, TV SONORISATION



Adresse de l'installation :

Installateur :

Nombre de prises RJ 45 :

Type de BRU :

Préconisé par :

## Définition

Le câblage des petits sites tertiaires de moins de 50 postes de travail s'apparente à celui du résidentiel (cf. Cahier des charges n°1, p. 76) dont il utilise les mêmes composants.

Les principales différences avec celui-ci sont :

- la terminologie habituellement employée ;
- son organisation (câblage de l'autocommutateur téléphonique sur bandeaux 30 paires) ;
- le fait que les applications les plus courantes ne sont pas la TV et la hi-fi, mais plutôt le téléphone et la bureautique ;
- la norme de référence est la norme EN 50-173.

Le câblage tertiaire est également organisé en une étoile constituée de câbles 4 paires reliant les prises RJ 45 des postes de travail. Ces câbles sont centralisés sur un répartiteur située de préférence à proximité du tableau électrique. Dans ce répartiteur seront également intégrés, les équipements électroniques (modem, filtre ADSL, hub, switch informatique...). Les liaisons 4 paires devront être dédoublables par l'adjonction de duplicateurs respectant les conventions de brassage.

## Notion de poste de travail bureautique

Un poste de travail bureautique comprend généralement :

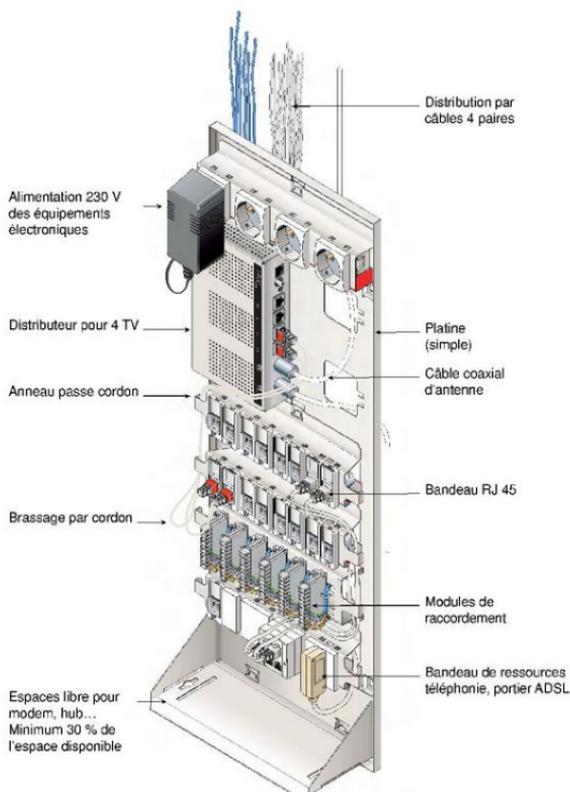
- 2 RJ 45 duplicables format 22,5 × 45 mm ;
- 4 prises 230 V format 45 × 45 mm.

Il permet la connexion de tous les équipements : informatique, téléphone, TV ou assimilables, n'importe où dans les espaces de bureaux.

La densité moyenne est de un poste de travail par 10 m<sup>2</sup>. Aucun poste de travail ne doit être éloigné de plus de 5 m du suivant. Il est nécessaire de prévoir au moins 30 % de prises en attente pour permettre une organisation flexible des bureaux. Le support le plus adéquat pour le câblage des petits sites tertiaires est la plinthe électrique car elle permet une meilleure souplesse que les boîtiers encastrés dans les murs, plus difficiles à câbler.

## Spécifications des composants et de leur mise en œuvre

### RÉPARTITEUR

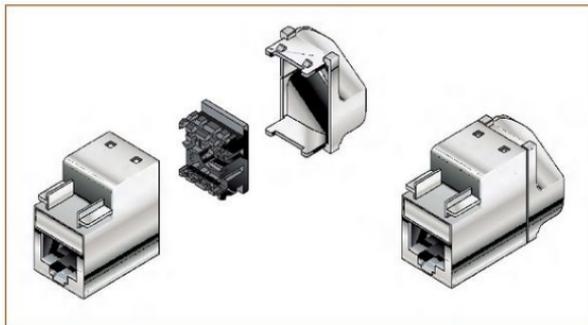


C'est une armoire en saillie (exclusivement dédié TBT) comprenant :

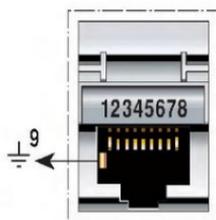
- suivant la capacité du répartiteur : une ou deux platines métalliques support de bandeaux (les équipements actifs 19 pouces ne se montent que sur des platines doubles) ;
- de bandeaux de 8 RJ 45 permettant le brassage et la duplication des prises ;
- un bandeau de 2 à 4 prises 230 V pour alimentation des équipements électroniques ou de leurs transformateurs BT/TBT ;
- un repérage des prises RJ 45 identique au répartiteur et aux prises distribuées dans les bureaux ;
- éventuellement des modules de raccordement à connexions rapides : câblage de l'autocommutateur au-delà d'une capacité de 2 LR + 5 PS ;
- des cordons de brassage des ressources avec repérage de couleurs ;
- un distributeur TV 5-862 MHz offrant : 1 entrée et 1 sortie coaxiale, 4 sorties RJ 45 avec voie de retour, si l'option est retenue ;
- un espace libre pour intégrer les équipements actifs de réseaux.

### PRISES RJ 45

Les prises RJ 45 à 8 contacts, au format 22,5 × 45 mm, sont de type duplicable catégorie 5<sup>e</sup> blindées.



*Repérage des contacts du RJ 45,  
vue face avant*



### CÂBLE 4 PAIRES

- ▶▶ Câble 4 paires torsadées, gaine ivoire (PVC ou LSOH), catégorie 5<sup>e</sup> écranté globalement ou catégorie 6 écranté paire par paires. Les écrans sont raccordés à la terre au répartiteur pour la protection électromagnétique des réseaux et l'éventuelle cohabitation avec le 230 V dans les mêmes fourreaux (règle pour la cohabitation de circuits de tensions différentes : NFC 15-900 § C.3.3.2.1).
- ▶▶ Rayon de courbure mini : 4 à 6 fois le diamètre du câble. Attention : si la fonction est demandée, l'installateur devra utiliser le câble garantissant la distribution TV et la duplication des fonctions connectées.

### CÂBLE MULTIPAIRES TÉLÉPHONIQUE

Ce câble de catégorie 3 ou 5 (en 25 ou 32 paires) a pour fonction d'interconnecter l'autocommutateur téléphonique au bandeau de raccordement à connexions rapides 30 paires, du répartiteur afin de permettre le brassage des postes téléphoniques (cordons mixtes modules / RJ 45 1 ou 2 paires).

## Ingénierie, règles d'installation

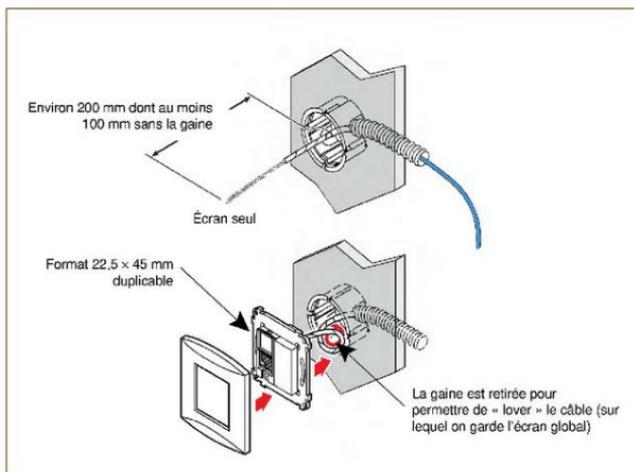
### PRISE RJ 45 ET CÂBLE 4 PAIRES

Lors du raccordement des câbles sur les prises, il convient d'éviter au maximum les « détorsadages » des paires (maxi 10 mm).

Toutes les prises RJ 45 seront impérativement numérotées de façon identique dans les pièces et au répartiteur.

Si les câbles sont laissés en attente de câblage sur le chantier, il convient soit de les boucher, soit de les enrouler afin qu'ils ne trempent pas dans l'eau (ils se remplissent par capillarité).

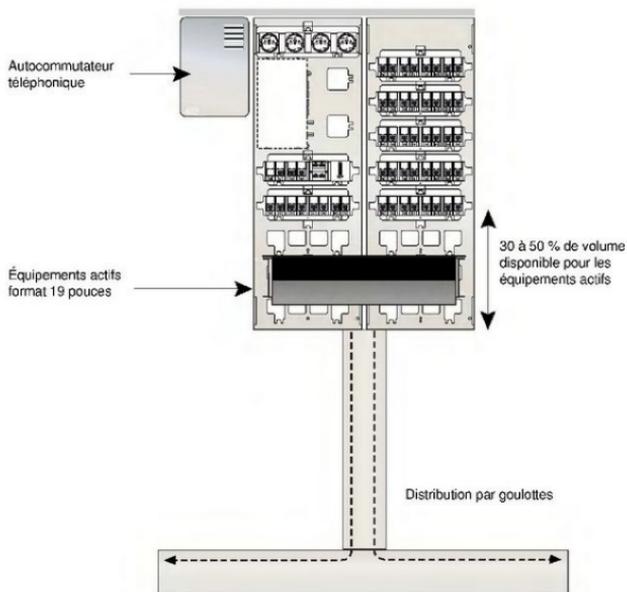
Dans les boîtes encastrées, vu la faible profondeur, il est impératif de dégainer le câble 4 paires une dizaine de centimètres avant le connecteur RJ 45. Pour éviter de solliciter mécaniquement le connecteur, on retirera la gaine du câble mais on laissera toujours l'écran global jusqu'à l'intérieur de la prise RJ 45 (la partie conductrice étant mise en contact avec le blindage du capot du connecteur). Cette mise en œuvre est également souhaitable en plinthes.



## RÉPARTITEUR

Il faut réserver 30 à 50 % de volume disponible ou à une hauteur de 250 mm minimum dans le répartiteur pour permettre l'intégration des boîtiers électroniques (modem ADSL, filtre, autocommutateur, hub, transmetteur...).

Le répartiteur doit être placé le plus près possible de la zone à câbler, ce qui permet des câblages courts (meilleures performances de transmission et économie à l'installation).



## Convention de raccordement et d'exploitation

### RACCORDEMENT DES CÂBLES AUX PRISES RJ 45 (CONVENTION 568 B)

La convention de couleurs des fils est à choisir, en fonction du câble, parmi les deux variantes suivantes. Elle doit être identique sur toutes les liaisons du site :

N° DES PAIRES	CONTACTS DU RJ 45	COULEURS DES FILS	
1 blindée	4	Bleu foncé	Bleu
	5	Bleu clair	Blanc/bleu
2	1	Blanc	Blanc/orange
	2	Orange	Orange
3	3	Vert clair	Blanc/vert
	6	Vert foncé	Vert
4 blindée	7	Rose	Blanc/marron
	8	Marron	Marron

Les paires sont blindées si l'option TV est retenue.

## RÉSEAUX À SUPPORTER

Les conventions de branchement ci-dessous sont données par les usages (téléphone 4-5 sur RJ 45 : plots centraux des RJ 11 et RJ 12), les normes (Ethernet 1-2 , 3-6) et les combinaisons astucieuses d'applications fréquentes ou complémentaires.

APPLICATIONS (RESSOURCES)	CÂBLAGE INTERNE AUX BUREAUX MAXI 40 M
Téléphonie RTC, numérique analogique Internet bas débit, ADSL Ethernet 10-100 base T IEEE802.3 Image vidéo numérique ou analogique Portier audio ou vidéo	Topologie étoile ou point à point  Câbles écrantés 4 paires torsadées 100 Ω
Distribution TV (bande MABLR 5 – 862 MHz)	Topologie étoile Câbles écrantés 4 paires torsadées 100 Ω dont 2 écrantées individuellement (1 GHz)

## CONVENTION DE BRASSAGE POUR LA MISE EN ŒUVRE DES ÉQUIPEMENTS AU RÉPARTITEUR

Le respect de la convention de raccordement des RJ 45 associée à un brassage suivant le code de couleurs ci-dessous permet de garantir une exploitation aisée des différents réseaux et équipements intégrés par le câblage.

TYPES D'ÉQUIPEMENTS CONNECTABLES	CODE DE COULEURS DES CORDONS	CONVENTION AUX BORNES DU RJ 45
Téléphonie ADSL	Ivoire	4-5 : 1 paire 4-5 et 7-8 : 2 paires
Internet, micro informatique	Bleu	1-2 / 3-6
Sonorisation hi-fi	Noir	Stéréo 1-2 / 3-6 Quadri 1-2 / 3-6 4-5 / 7-8 HP : 1-2
Portier audio, vidéo (portier 1 paire recommandé)	Jaune	4-5 / 7-8 : 2 paires
TV, audiovisuel (5-862 MHz) (brassage impératif par cordons blindés)	Rouge	4-5 / 7-8

## RÈGES CEM, PERTURBATIONS ÉLECTROMAGNÉTIQUES

Dans un environnement de perturbations électromagnétiques normal, l'immunité du câblage est apportée par la présence des écrans des câbles 4 paires correctement mis à la terre électrique du bâtiment (il n'y a qu'un seul et unique réseau de terre car la terre dite « informatique » n'existe pas dans la norme NFC 15-100).

L'éloignement d'environ 5 cm entre les câbles courants forts et courants faibles ajoute un surcroît d'immunité pour les cheminements parallèles des 2 types de câbles (avec et sans écrans) sur de longues distances (> 10 m). Sur les courtes distances (< 5 m) la séparation est facultative avec les câbles écrantés.

## Formation, compétence exigée

L'installateur devra justifier d'une compétence VDI acquise par une formation agréée par le constructeur garantissant le système de câblage.

Organisme de formation recommandée : Formapelec<sup>1)</sup>

- Architecture des réseaux
- Mise en œuvre des composants du câblage :
  - connectique et câbles ;
  - équipements optionnels (Modem, HUB, ...)
- Mise en œuvre des équipements et des réseaux
- Recette technique, outils de contrôle

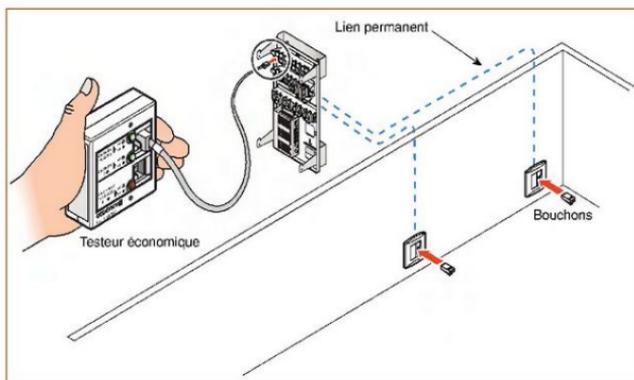
1) Formapelec : 28, rue du Président-Wilson – 94234 Cachan – tél. : 01 49 08 03 05 ou 06.

## Références normatives

Le câblage universel courants faibles pour le tertiaire se réfère principalement aux normes suivantes :

- bureautique norme européenne EN 50-173 (ISO 11 802) performances de transmission classe D ;
- électrique NF C 15-100, gaine technique, cohabitation NF C 15-900 (nouvelle édition 2003) ;
- accessoirement : audiovisuel (norme EN 90-125).

## Recette technique



La recette sera réalisée en fonction du dossier de plans remis à l'installateur et des dispositions du présent cahier des charges. Elle implique également les vérifications suivantes :

- Obligatoire : toutes les prises RJ 45 des postes de travail doivent être testées électriquement par l'installateur (vérification de la continuité électrique des

pires, respect de la convention de câblage, du code de couleurs et de leur repérage).

- Facultatif : le test dynamique des paramètres de transmission selon la norme EN 50-173 en classe D peut être requis par le client. Il est dans ce cas, recommandé de chiffrer cette prestation séparément de l'offre de câblage. Le tableau (extrait) ci-après donne les valeurs minimum de la norme EN 50-173 :

CLASS D LIEN PERMANENT (LIAISON DE 90M CÂBLE RIGIDE)									
EN 50173-1 June 2002					Reference number : EN 50173-1:2002 E				
ISO/IEC 11801 Second edition 2002-09					Reference number : ISO/IEC 11801:2002				
	Fréquence	MHz	1	4	10	16	20	62.5	100
ISO/IEC 11801	Insertion Loss (iv)	dB	4.0	4.0	6.1	7.7	8.7	15.8	20.4
ISO/IEC 11801	NEXT (i)	dB	60.0	54.8	48.5	45.2	43.7	35.7	32.3
ISO/IEC 11801	ACR (iv)	dB	56.0	50.8	42.4	37.5	35.0	19.8	11.9
ISO/IEC 11801	ELFEXT (iii) Et (v)	dB	58.6	46.6	38.6	34.5	32.6	22.7	18.6
ISO/IEC 11801	PS NEXT (i)	dB	57.0	51.8	45.5	42.2	40.7	32.7	29.3
ISO/IEC 11801	PS ACR (iv)	dB	53.0	47.8	39.4	34.5	32.0	16.8	8.9
ISO/IEC 11801	PS ELFEXT (iii) Et (v)	dB	55.6	43.6	35.6	31.5	29.6	19.7	15.6
ISO/IEC 11801	Return Loss (ii)	dB	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	14.0	12.0
ISO/IEC 11801	Propagation (iv)	ns	521	504	498	496	495	492	491
ISO/IEC 11801	Skew (iv)	ns	44	44	44	44	44	44	44
	(i)	Pour des valeurs d'insertion loss > 4 dB							
	(ii)	Pour des valeurs d'insertion loss > 3 dB							
	(iii)	Pour des valeurs de FEXT < 70 dB							
	(iv)	Limite variable avec la longueur et le nombre de connecteurs							
	(v)	Limite variable avec le nombre de connecteurs							

Vérifier que la notice technique destinée à l'utilisateur est incluse dans le réparateur.

# Guide du câblage universel

## Le câblage domestique : système nerveux des équipements VDI

La généralisation des équipements VDI (voix, données, images) et des hauts débits a rendu nécessaire l'adjonction d'un nouveau type de câblage à côté du classique réseau 230 V. Des prises de communication universelles (RJ 45) permettent aujourd'hui de connecter indifféremment dans toutes les pièces : l'audiovisuel, la téléphonie, le multimédia, la hi-fi, l'Internet, les réseaux informatiques, les terminaux de portiers ou la sonorisation...

C'est la technique des paires torsadées qui a été retenue par la nouvelle norme NF C 15-100 pour innover les logements. Elle offre une pérennité inconnue avec les systèmes sans fils (liés aux fluctuations des matériels électroniques et à des protocoles rapidement obsolètes) et une fiabilité reconnue car elle est indépendante de l'environnement électromagnétique.

## De l'utilisateur aux professionnels du bâtiment

Au travers de schémas et d'exemples de mise en œuvre concrets, cet ouvrage s'adresse :

- > **au particulier** pour faire construire, dialoguer avec le promoteur immobilier, rénover un logement ou tirer le meilleur parti du câblage devenu obligatoire dans les constructions neuves (depuis le 1<sup>er</sup> juin 2003),
- > **à l'installateur électricien** ou courants faibles pour intégrer les dernières spécifications de la norme NF C 15-100 et valoriser son activité professionnelle,
- > **aux architectes et promoteurs** tenus de livrer des immeubles compatibles avec les nouvelles technologies de l'informatique et de la communication (NTIC).



Pour faciliter la mise en œuvre du câblage, téléchargez les fichiers des cahiers des charges à l'adresse suivante : [www.editions-eyrolles.com](http://www.editions-eyrolles.com)

Jacques Nozick est reconnu par les professionnels des télécoms et du bâtiment comme l'un des spécialistes de la mise en œuvre des réseaux tertiaires depuis 20 ans. Il s'est illustré comme industriel et comme concepteur de systèmes de câblages.

Code éditeur : G11758  
ISBN : 2-212-11758-2

