



CABLAGE STRUCTURE

Téléphonie, informatique,
Alimentation des postes de travail bureautiques

LES REGLES DE CABLAGE APPLICABLES A L'UNIVERSITÉ TOULOUSE III

Ce document reprend, entre autres, les recommandations de plusieurs constructeurs de composants ou de
testeurs de câblage
notamment PANDUIT, UNEX, R&M, CAE, FLUKE et 3M

TABLE DES MATIERES

1	Normes et règles applicables	3
2	Architecture électrique et règles de CEM (Compatibilité Electromagnétique).....	3
2.1	considérations générales	3
2.2	Régime de neutre, terre	4
2.3	Nombre de prises 230 V et de postes de travail par circuit.....	4
3	Locaux techniques	5
3.1	Fonction du répartiteur.....	5
3.2	Organisation des Répartiteurs	5
3.3	Organisation du répartiteur principal	6
3.4	Liaisons entre Répartiteurs ou rocares	6
4	Baies et châssis	6
4.1	Baies 42 U de dimension 800x800	6
4.2	Châssis 42 U de dimension 800x800.....	7
4.3	Organisation des baies ou châssis	7
4.3.1	Panneaux de brassage cuivre	7
4.3.2	Panneaux de brassage optiques	8
5	Circulation des câbles dans le bâtiment.....	8
5.1	Circulation horizontale	8
5.2	Circulation verticale.....	9
5.3	Distribution des postes de travail.....	9
6	Cheminements	9
6.1	considérations générales	9
6.2	chemins de câbles	10
6.3	goulottes.....	10
6.4	cheminements extérieurs pour les câbles fibres optiques	11
7	Performances de transmission	11
7.1	Câblage classe EA à 500 MHz.....	12
7.2	Câblage optique	13
8	Composants du câblage	13
8.1	câblage cuivre	14
8.1.1	câblage horizontal ou câblage capillaire	14
8.1.2	câblage vertical (rocares).....	14
8.1.3	cordons de brassage.....	14
8.2	câblage en fibres optiques.....	15
8.2.1	jarretières optiques	15
8.3	câblage en fibres optiques dans les bâtiments FTTO ou FTTP	15
9	Recette (performance de transmission)	18
9.1	Contrôles visuels.....	18
9.2	Contrôles du câblage en paires torsadées	18
9.3	Contrôles des liaisons optiques.....	19
9.4	Dossier de recette.....	19
9.4.1	recette cuivre	19
9.4.2	recette optique	20
9.4.3	plans de récolement	20
10	repérage étiquetage	20
10.1	Repérage des prises	20
10.2	Repérage des rocares paires torsadées entre répartiteurs	21
10.3	Repérage des rocares en fibre optique et des liens en fibre optique inter bâtiments. 21	
11	Visite de fin de chantier et réception de l'installation	21
12	Garanties	22
13	Contraintes de travaux	22

1 Normes et règles applicables

Le câblage structuré des bâtiments pour l'informatique et les télécommunications résulte de l'application simultanée de la dernière version disponible des normes et règles en vigueur notamment les suivantes :

- ISO 11 801 pour les composants et mise en œuvre des câblages courants faibles
- NF C 15 100 pour la partie courants forts (basse tension 230 V) incluant les caractéristiques 521.2 et 530.4 concernant les goulottes et accessoires, tenue à l'arrachement et IP4X accès aux conducteurs
- EN 61 537 et 50 102 pour la tenue à la charge et résistance aux chocs des cheminements
- EN 50 173 pour la partie courants faibles
- EN 50 174 pour la mise en œuvre des câblages
- EN 50 167 câbles capillaires écrantés pour transmission numérique
- EN 50 168 câbles capillaires écrantés pour raccordement du terminal
- EN 50 169 câbles de rocades écrantés pour transmission numérique
- EN 50575- Câbles d'énergie, de commande et de communication - Câbles pour applications générales dans les ouvrages de construction soumis aux exigences de réaction au feu
- EN 55 022 CEM
- EIA/TIA 568A concernant les différentes catégories de câblage
- EIA/TIA 568B concernant la connectique RJ45
- TSB 36 concernant les câbles cuivre
- TSB 40 concernant la connectique
- TSB 67 concernant les tests et performances (précision de la mesure)
- Règles de l'art professionnelles F3i relatives au câblage VDIE, pour les réseaux voix, données, images et alimentation électrique.

2 Architecture électrique et règles de CEM (Compatibilité Electromagnétique)

2.1 Considérations générales

Pour respecter les impératifs de la norme EN 55 022 et obtenir une bonne immunité aux perturbations électromagnétiques, la réalisation des réseaux locaux doit répondre aux critères suivants :

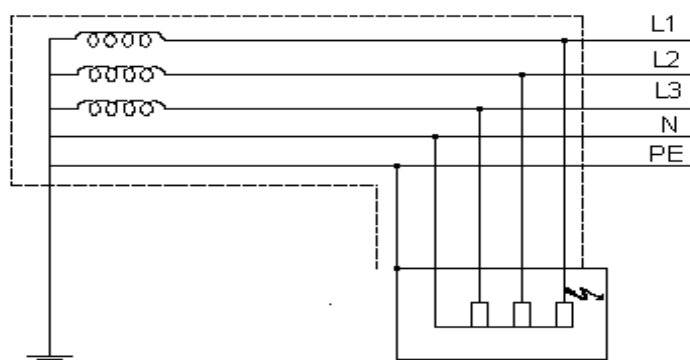
- alimentation électrique avec régime du neutre TN-S,
- câbles de données écrantés raccordés au réseau d'équipotentialité à leurs deux extrémités, par une reprise d'écran à 360 °.
- assurer la continuité complète des écrans entre tous les équipements.
- les chemins de câbles métalliques type dalles marines seront raccordés au réseau d'équipotentialité à leurs deux extrémités, la continuité de terre doit être assurée à chaque jonction de portion de chemin de câbles.
- installation de parafoudres à l'origine de tous les conducteurs actifs des canalisations électriques pénétrant dans le bâtiment et la liaison équipotentielle principale.

2.2 Régime de neutre, terre

On retiendra le schéma TN-S dans lequel les prises de terre du neutre et des masses sont confondues mais dont le conducteur de protection est séparé du conducteur neutre. Ce schéma est le plus adapté pour l'alimentation des équipements informatiques tant du point de vue de la compatibilité électromagnétique que du point de vue des surtensions.

Il est essentiel que dans chaque bâtiment soit réalisée une seule prise de terre à laquelle sont reliées toutes les installations de protection du bâtiment (protection contre les contacts indirects, protection contre les effets directs de la foudre, protection contre les surtensions, réseau équipotentiel si nécessaire, y compris les installations de télécommunication).

Schéma TN-S



La prise de terre commune à toutes les installations améliore une équipotentialité entre toutes les masses et tous les éléments conducteurs du bâtiment qui contribue à une limitation des surtensions qu'elles soient dues à des coups de foudres directs ou indirects.

La prise de terre du bâtiment est réalisée, de préférence, par une boucle à fond de fouille (NF C-100, 542-2), laquelle est rendue obligatoire dans les bâtiments destinés à abriter des lieux de travail (arrêté du 4 août 1992).

Si possible, les armatures métalliques du béton armé y seront connectées.

2.3 Nombre de prises 230 V et de postes de travail par circuit

L'importance des courants de fuite des équipements (maxi admissible 1.5 mA par appareil, en moyenne 0,6 mA par alimentation) peut provoquer le fonctionnement intempestif des dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel, notamment de ceux à haute sensibilité (30 mA) dont l'utilisation est imposée pour les circuits de prises de courant. C'est pourquoi, il est obligatoire de limiter à 8 le nombre de prises de courant alimentées par le même circuit (section 2,5 mm²).

Note : Notre recommandation est de limiter à 4 le nombre de prises de courant alimentées par le même circuit (section 2,5 mm²).

Un poste de travail comprend de 2 à 4 prises de courant sur circuit normal et 2 prises de courant visuellement différenciées sur circuit bureautique (secouru ou pas en fonction de la demande des utilisateurs).

Pour le raccordement en goulottes ou plinthes techniques, il est recommandé d'utiliser des

prises électriques 16A 2P +T à connexions à déplacement d'isolant, en raison de leur rapidité de mise en œuvre, et de leur fiabilité (pas d'interruption des conducteurs d'un poste de travail à l'autre), et de la possibilité offerte d'ajouts aisés de prises complémentaires.

3 Locaux techniques

Les locaux des sous-répartiteurs d'étage, reçoivent la concentration des points de câblage et des équipements électroniques de réseaux (commutateurs, concentrateurs, ...) ils doivent être de dimensions suffisantes et sécurisés (intrusion, incendie, dégâts des eaux).

L'emploi du faux-plancher est conseillé. Ces **locaux** devront être **rafraîchis et climatisés si nécessaire (une T° maximale de 28°C est souhaitée)**. Ces **locaux** doivent être impérativement **dédiés courants faibles**.

Ces locaux seront dimensionnés de façon à laisser 80cm de dégagement minimum autour de l'ensemble des baies afin de pouvoir se déplacer autour.

Ils doivent impérativement être situés d'une part au droit des colonnes montantes, et d'autre part le plus près possible du centre de la zone à distribuer afin de permettre de raccourcir les longueurs des liaisons (augmentation des performances de transmission et réduction des coûts).

Il est souhaitable que ces locaux ne soient pas exposés au soleil ou à la chaleur.

Les locaux seront éclairés et pourvus d'une connexion téléphonique, d'une prise électrique 10/16A 2P+T + Eclips normales et 1 secourue sur une alimentation séparée fournissant au minimum 1KVA et ceci en plus des bandeaux de prises électriques associées aux baies ou châssis.

Si l'architecture retenue est extrêmement compacte, la distribution capillaire (distribution vers les postes de travail) pourra se faire à partir du Répartiteur Général (RG), la prise la plus éloignée du répartiteur doit rester à moins de 90 m de câble de celui-ci. Dans les autres cas de figure, des sous-répartiteurs (SR) seront nécessaires.

Les répartiteurs (RG ou SR) sont définis comme étant le point de liaison entre le câblage horizontal et le câblage vertical ou les équipements actifs. Il sera prévu au minimum un SR pour chaque surface de bureaux de 1.000 m², ou pour 160 prises RJ 45. Un nombre plus important de surface ou de postes sera toléré dans le cas d'un seul répartiteur (RG).

3.1 Fonction du répartiteur

Ils remplissent les fonctions suivantes :

- le repérage des liaisons horizontales
- le brassage informatique cuivre et/ou optique (les anneaux et bandeaux guide-cordons sont obligatoires pour faciliter une gestion claire du brassage)
- l'hébergement de matériels actifs destinés à la concentration, à la commutation ou à la supervision de réseaux de données, vidéo ou GTB (Gestion Technique du bâtiment).

3.2 Organisation des Répartiteurs

Le répartiteur sera composé au minimum de deux baies ou châssis de 19 pouces, fixés côte à côte de telle manière que l'accessibilité soit assurée de tous côtés de l'ensemble réalisé, 80cm de dégagement minimum autour de l'ensemble afin de pouvoir se déplacer autour.

L'organisation du local ainsi que sa surface devra permettre d'ajouter une baie/un châssis supplémentaire.

Si la partie câblage n'occupe que la moitié de la hauteur d'une baie ou d'un châssis laissant au minimum une hauteur de 20 U disponibles pour les équipements actifs, une seule baie ou un seul châssis pourra être installée.

3.3 Organisation du répartiteur principal

Le répartiteur principal (répartiteur d'arrivée de la fibre optique d'interconnexion du bâtiment) comportera, en plus des baies ou châssis de brassage et actifs, une baie spécifique, dite baie « tête de réseau », conforme à la description du paragraphe 4.1 et fermant à clé (avec une clé spécifique de l'organigramme de l'université) qui abritera :

- 1) Le/Les tiroir(s) d'arrivée optique d'interconnexion des bâtiments sur le campus),
- 2) Les équipements actifs dits « entrée de bâtiment » connectés sur l'arrivée optique,
- 3) Les équipements actifs supportant la SSI, le contrôle d'accès, les réseaux dits « techniques », la WIFI, et éventuellement la téléphonie,
- 4) Un onduleur permettant de sécuriser les équipements de la baie.

3.4 Liaisons entre Répartiteurs ou rocares

Les liaisons entre répartiteurs « rocares » seront composées au minimum de 12 liens cuivre catégorie 6A, de performances de classe EA 2PL pour assurer du 10GbE sur 90m.

Si des rocares optiques sont nécessaires elles comporteront un minimum de 24 brins monomodes (12 paires).

Les liaisons optiques depuis le répartiteur général vers le cœur du réseau de l'université, ou **rocares externes**, seront composées elles aussi de **24 brins monomodes (12 paires) vers chacun des cœurs** (ICN et SCD sciences) en utilisant, **de préférence 2 cheminements distincts** et si possible **2 pénétrations distinctes** dans le bâtiment.

4 Baies et châssis

Les baies ou châssis métalliques seront obligatoirement **reliés à la terre**.

Les baies ou châssis seront pourvus de bandeaux électriques, chacun de ces bandeaux sera relié à un disjoncteur séparé de 30 mA. Ces bandeaux seront **sur alimentation secourue**.

NB : Les 19 pouces de largeur seront dégagés sur toute la profondeur des baies ou châssis.

Si le local ne permet pas une profondeur de 800 pour la baie ou le châssis, il sera toléré une profondeur de 600 au lieu des 800 spécifiés.

Dans la mesure où les locaux sont sécurisés, dédiés aux courants faibles et ne servant qu'à la répartition VDI (passif plus actif), les baies, hormis la baie « tête de réseau » décrite ci-dessus, devront être remplacées par des châssis. Les baies et châssis 42U sont préconisés toutefois les baies et châssis 47U peuvent être installés.

4.1 Baies 42 U de dimension 800x800

Equipement :

- **des montants 19 pouces avant et arrière**
- 1 Porte avant transparente
- 1 Porte arrière pleine démontable
- 2 Panneaux latéraux démontables
- 1 Toit plein pouvant recevoir une ventilation
- 2 Bandeaux de 8 prises de courant électrique sur 2 alimentations séparées ou plus selon les besoins
- 1 étagère fixée à l'avant et à l'arrière
- un bandeau passe câble horizontal pour chaque bloc de 24 ou 32 RJ45 et pour chaque équipement actif du réseau (en option).
- des passages de câbles verticaux (de chaque côté des 2 baies et entre les 2 baies), le principe de ces passages sera clairement explicité.
- 1 Jeu de visserie

4.2 Châssis 42 U de dimension 800x800

Equipement :

- **des montants 19 pouces avant et arrière**
- 1 Bandeau de 8 prises de courant électrique ou plus selon les besoins
- 1 étagère fixée à l'avant et à l'arrière
- un bandeau passe câble horizontal pour chaque bloc de 24 ou 48 RJ45 et pour chaque équipement actif du réseau
- des passages de câbles verticaux (de chaque côté des 2 baies et entre les 2 baies), le principe de ces passages sera clairement explicité.
- 1 Jeu de visserie

4.3 Organisation des baies ou châssis

Les bandeaux de répartition seront implantés sur un seul des deux châssis (ou baies) décrits précédemment. Les prises RJ45 seront sur des bandeaux séparés par étages. Le second châssis (ou baie) sera réservé pour les équipements actifs. Seul les tiroirs "Fibre optique" seront positionnés en haut du châssis "Équipements actifs", après un passe-câble. Des bandeaux "passe câbles" seront prévus entre chaque bandeau de prises (panneaux de brassages) du répartiteur. Six bandeaux "passe câbles" supplémentaires seront à fournir pour l'organisation du deuxième châssis.

Les baies doivent permettre de recevoir les équipements actifs. sur la hauteur réservée à ces équipements il faut que les 19" de large soient disponibles sur l'ensemble de la profondeur.

4.3.1 Panneaux de brassage cuivre

- Les panneaux de brassage permettront d'accueillir de 24 ports sur 1U à 48/64 ports RJ45 sur 2U.
- Les prises des panneaux de brassage seront de type RJ 45 blindées avec reprise d'écran à 360°. Les prises RJ45 seront conformes au câblage catégorie 6a.
- Il sera prévu un panneau guide cordons par panneau de brassage RJ 45.
- Des anneaux guides cordons seront placés sur les montants verticaux de part et d'autre des baies (5 anneaux par montant).

Couleurs de repérage des connecteurs RJ 45 suivant leur destination

- postes de travail : blanc ou bleu
- rocares : vert
- équipements actifs ou bandeaux d'adaptation : jaune
- fonctions d'alarme et de gestion technique du bâtiment : rouge.

NB : si les couleurs différentes ne sont pas possibles sur les connecteurs elles doivent être reportées sur l'étiquetage des prises sur le bandeau.

4.3.2 Panneaux de brassage optiques

Les tiroirs optiques seront du type 1U 24 traversées LC doubles.

Dans tous les cas mettre des tiroirs optiques 19 pouces 1U à glissière et cassettes identiques avec ceux existant dans les baies du 1CN. Ils seront équipés du nombre correct de pigtails LC/PC monomodes, de pigtails LC/PC multimodes si nécessaires en cas de reprise d'existant, des traversées LC doubles correspondantes et de bouchons sur les positions non utilisées.

Attention : Si le tiroir comporte 2 rangées de connecteurs, pour des raisons de facilité de connexion et déconnexion des jarretières, les connecteurs LC de la rangée de dessous du tiroir optique doivent être montés dessus/dessous (ou inversés : trou pour la languette vers le bas au lieu de vers le haut).

Couleurs de repérage des connecteurs(traversées) optiques

- connecteurs (traversées) LC multimodes: blanc ou gris
- connecteurs (traversées) LC monomodes : bleu

5 Circulation des câbles dans le bâtiment

Les circulations des câbles dans le bâtiment se feront obligatoirement dans des chemins de câbles tant pour la circulation horizontale que verticale, ces chemins de câbles doivent arriver au plus près de la distribution des postes de travail.

Les cheminements entre les chemins de câbles et les distributions des postes de travail se feront toujours en respectant les règles de cheminement (*cf. chapitre VI.1*) et dans la mesure du possible les câbles VDI seront sous gaine fixée au plafond depuis la verticale du chemin de câble jusqu'à la pénétration dans la distribution des postes de travail.

5.1 Circulation horizontale

La circulation horizontale se fera par l'intermédiaire de chemins de câbles (*cf. chapitre VI.2*).

Les chemins de câbles devront permettre d'accéder à chaque pièce existante dans le bâtiment même si, au jour de la construction, celle-ci ne comporte pas de prise. Il est demandé de laisser un minimum de 30% de volume disponible. Cette réserve pourra être augmentée pour atteindre 40% à 50 % en fonction de spécifications plus précises des CCTP.

Note : Les tubes ou les goulottes sont à proscrire pour la circulation horizontale des câbles.

5.2 Circulation verticale

La circulation verticale se fera par l'intermédiaire de colonnes montantes. Les colonnes montantes devront comporter 50 % de volume disponible pour permettre un éventuel recâblage d'une zone. Les passages inter-étages seront obturés avec de la mousse résistante au feu jusqu'à 6h (protection incendie). Ils devront permettre d'accéder à chaque étage du bâtiment même si, au jour de la construction, celui-ci ne comporte pas de prise.

Les colonnes montantes seront équipées de chemins de câbles verticaux pour permettre une bonne circulation des câbles entre les étages.

Note : Les tubes ou les goulottes sont à proscrire pour la circulation verticale des câbles.

5.3 Distribution des postes de travail

En principe un poste de travail est prévu pour connecter tous les équipements d'un utilisateur sur un espace d'environ 10 m². Un poste de travail comportera au minimum 2 prises RJ45, ce nombre de prise pourra différer en fonction de spécifications plus précises des CCTP.

NB : pour le câblage nécessaire au déploiement des bornes wifi il est préconisé de **mettre 2 prises RJ45 pour chaque borne**.

Le choix des supports de postes de travail est très important car il conditionne la flexibilité des espaces de travail. Les boîtiers encastrés et le câblage sur ou dans les cloisons amovibles sont à proscrire.

Les modes de distribution seront prévus pour recevoir directement les prises courants forts et courants faibles au format standard 45 X45mm. Les modes de distribution retenus suivant les types de bâtiment sont les suivants :

Bureaux cloisonnés : goulottes ou plinthes bureautiques PVC à 3 compartiments (*cf. chapitre VI.3*) à partir de 75 cm du sol.

Bureaux câblés par le plafond : perches de distribution à fixation sans outil.

Bureaux câblés par le plancher technique : potelets de distribution.

Réhabilitation ponctuelle : boîtiers muraux individuels courants forts et courants faibles.

Note : Il ne doit pas être laissé de mou dans les goulottes pour le câblage VDI. Si du mou est nécessaire celui-ci doit être lové dans le chemin de câble (en respectant les rayons de courbures définis par la norme), les loves seront repérés et étiquetés correctement afin de pouvoir les réutiliser lorsque nécessaire.

6 Cheminements

6.1 Considérations générales

Une règle fondamentale en CEM est qu'il faut **rapprocher les câbles d'un même système**

pour éviter les surfaces de boucles de masse. Il faut donc rapprocher les câbles de données (impérativement écrantés) de ceux de l'alimentation électrique du réseau local informatique, mais il ne faut pas pour autant rapprocher les câbles de données de ceux des alimentations électriques qui n'ont rien à voir avec le réseau local informatique, notamment les alimentations électriques des machines électrotechniques.

Les **plafonds en dur** sont à **proscrire** sur le cheminement des câbles courants faibles.

Dans la mesure où des plafonds en dur doivent être traversés, des fourreaux d'une taille suffisante et en nombre suffisant seront posés et aiguillés au-dessus de la partie en dur.

L'accessibilité des fourreaux doit être assurée aux deux extrémités de la partie en dur.

Dans la pratique :

On sépare les chemins de câbles courants forts et courants faibles d'environ 30 cm.

Les **croisements** entre les courants forts et les courants faibles doivent **toujours** se faire à **angle droit** que ce soit dans les goulottes, plinthes techniques ou perches de distributions, il en est de même pour les croisements des chemins de câbles courants forts et courants faibles.

On s'éloigne d'au moins 50 cm de tout appareillage électrique perturbateur (par exemple : postes de transformation, machinerie d'ascenseurs, moteurs électriques, starters de tubes fluorescents...).

6.2 Chemins de câbles

Les chemins de câble seront certifiés (s/EN 61 537) et devront présenter les caractéristiques minimales suivantes :

- tenue à la charge conforme à l'essai de type I (s/EN 61 537) pour un écartement minimum entre supports de 1,5m à 40°C et de 1m à 60°C
- résistance aux chocs 20J à -20°C (s/NF EN 61 537) et IK 10 (s/NF EN 50 102)
- Non propagateur de la flamme (s/NF EN 60 695-2-4/1)
- fil incandescent à 960°C (s/NF EN 60 695-2-11)

Les chemins de câble seront à fond plat, type dalles marines ou PVC. Les chemins de câble fil type « cablofil » sont à proscrire pour le cheminement horizontal du câblage VDI à cause de l'écrasement généré par les fils métalliques sous le poids des câbles. Les chemins de câble fil type « cablofil » seront tolérés pour le cheminement vertical du câblage VDI.

Les chemins de câble métalliques seront reliés à la terre par l'intermédiaire d'une tresse métallique courant sur toute sa longueur et reliant les différents points de coupure du chemin de câble.

Ils seront dimensionnés pour ne pas recevoir plus de 50 mm d'épaisseur de câbles (Il faut compter environ 200 mm² de section par câble 4 paires). Ils seront suffisamment dimensionnés pour accepter au minimum 30% de câblage supplémentaire.

Notes concernant les chemins de câbles

L'**accessibilité** aux chemins de câbles courants faibles après la fin des travaux doit être possible sans avoir à démonter autre chose que des lames ou plaques de faux plafonds.

6.3 Goulottes

Les goulottes (profilé et accessoires) seront certifiées (S/NF C 68102) en PVC rigide conforme au test du fil incandescent à 960°.

La protection contre les chocs sera assurée par un indice IK09 (goulottes) et IK 08 (accessoires).

L'appareillage sera monté au moyen de cadres adaptateurs en 2 parties pour garantir la tenue à l'arrachement et l'indice IP4X contre l'accès aux conducteurs et partie actives conformément aux exigences de la NF C 15-100 (521.2 et 530.4).

Le respect du rayon de courbure des câbles courants faibles dans les différents changements de direction (angles, traversées de cloisons) sera assuré par la mise en œuvre des **accessoires VDI du fabricant de la goulotte**.

Les goulottes ou plinthes techniques doivent avoir **3 compartiments 3 couvercles** (appareillage au centre, câbles courants forts et courants faibles de part et d'autre).

Préconisations UT3-DP pour harmonisation du matériel : type DPL Monobloc de chez LEGRAND ou GOCDT de chez ENSTO ou techniquement équivalent.

Notes:

- la circulation en séparant les courants forts et courants faibles de seulement 5 cm ne peut se faire au maximum que sur une longueur cumulée de 10 m sur l'ensemble du cheminement d'un câble courant faible.
- Les très courts cheminements parallèles ou les croisements sont admis (par exemple dans les boîtiers de prises, dans le compartiment central des goulottes ou plinthes bureautiques ou dans les perches de distribution).
- Il ne doit pas être laissé de mou dans les goulottes pour le câblage VDI. Si du mou est nécessaire celui-ci doit être lové dans le chemin de câble (en respectant les rayons de courbures définis par la norme), les loves seront repérés et étiquetés correctement afin de pouvoir les réutiliser lorsque nécessaire.

6.4 Cheminements extérieurs pour les câbles fibres optiques

Pour la circulation extérieure aux bâtiments, les fourreaux existants seront utilisés autant que possible. Tout travail de génie civil sera exclu dans la mesure du possible ou devra être clairement justifié.

Tous les cheminements utilisables ou à créer (internes aux bâtiments ou extérieurs) devront être préalablement validés avec les Services techniques des secteurs concernés. Une fois créés, les nouveaux cheminements seront validés avec ces mêmes services.

Dans les chambres de tirage les câbles doivent être lovés et accrochés à la paroi de la chambre. Aucun câble circulant « en vrac » dans la chambre ne sera toléré. Les câbles seront repérés selon l'étiquetage prévu au paragraphe 10.3.

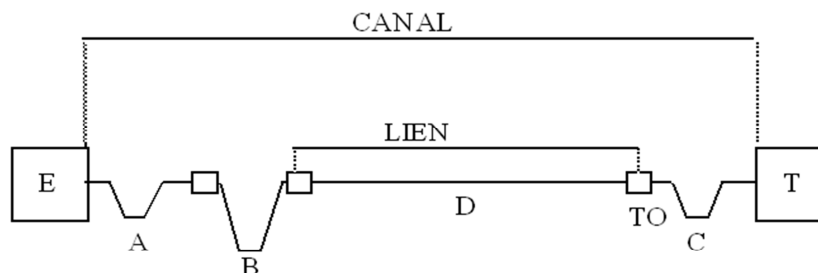
7 Performances de transmission

La norme définit deux notions pour évaluer les performances de transmission, le canal et le lien.

Le canal correspond au lien complet incluant les cordons du client (cordons A, B et C) de la figure ci-dessous. Les extrémités des cordons A et C sont insérées dans le testeur et l'injecteur pour réaliser les mesures.

Le lien permanent est un sous-ensemble du canal. Il décrit la partie fixe de l'installation partant de la prise murale à la première connectique de la baie de brassage. Dans ce cas les cordons de mesure seront les cordons du testeur.

L'interprétation des résultats obtenus doit être menée en ayant toujours à l'esprit le but recherché : «être sûr que les applications seront supportées par le câblage ».



A = CABLE DE L'EQUIPEMENT
 B = CORDON DE BRASSAGE < 5 m
 C = CABLE DU TERMINAL
 D = CABLE HORIZONTAL < 90 m
 E = EQUIPEMENT ACTIF
 T = TERMINAL

$A+B+C < 10 \text{ m}$

Lien permanent et canal en câblage cuivre

7.1 Câblage classe EA à 500 MHz

Un paramètre important, l'« alien crosstalk » ou « para diaphonie exogène » correspondant à des perturbations induites par les câbles environnants. L'« alien crosstalk » est une mesure obligatoire pour la validation de la catégorie 6A. Ce type de mesure pouvant être difficilement être réalisée sur le terrain, il sera accepté d'avoir la certification constructeur sur une valeur de l'« atténuation de couplage » supérieure ou égale à 65 DB et la certification des tests de « DIRECT PROBING ».

NB : Afin de garantir un meilleur fonctionnement en catégorie 6A, il est conseillé de privilégier l'utilisation de petits faisceaux de câblage.

Valeurs électriques catégorie 6A xFTP												
Fréquence (MHz)	Atténuation Std	Atténuation Typ	NEXT Std	NEXT Typ	PS NEXT Std	PS NEXT Typ	EI FEXT Std	EL FEXT Typ	PS FEXT Std	EL FEXT Typ	Return loss Std	Return loss Typ
4	3,8	3,6	75	100	75	100	66	90	63	88,2	23	28
10	5,9	5,7	75	100	75	100	58	90	55	87,2	25	30
16	7,5	7,2	75	100	74,2	100	54	89,4	51	86,4	25	30
20	8,4	8	75	100	72,8	100	52	89	49	86	25	30
31,25	10,5	10	72,9	100	69,9	100	48,1	88	45,1	85	23,6	28,6
62,5	15	14,2	68,4	100	65,4	97,5	42,1	85,9	39,1	82,9	21,6	26,5
100	19,1	18,1	65,3	97,4	62,3	94,4	38	84	35	81	20,1	25,1
155	24,1	22,7	62,4	94,5	59,4	91,5	34,2	81,7	31,2	78,7	18,8	23,8
200	27,6	25,8	60,8	92,9	57,8	89,9	32	80,1	29	77,1	18	23
250	31,1	29	59,3	91,4	56,3	88,4	30	78,5	27	75,5	15,6	22,3
300	34,3	31,9	58,1	90,2	55,1	87,2	28,5	77	25,5	74	17,3	22,3
500	45,5	41,8	54,8	86,9	51,8	83,9	24	72,1	21	69,1	17,3	22,3

7.2 Câblage optique

Affaiblissement linéique maximum toléré en dB/km

Longueur d'onde	850	1300	1310	1550
Fibre multimode	3,2	1,2	N/A	N/A
Fibre monomode	N/A	N/A	0,42	0,36

Affaiblissement des connecteurs : inférieur à 0,3 dB une fois la connectique réalisée.

8 Composants du câblage

Le câblage sera de classe EA selon le projet de norme ISO, les composants seront alors de catégorie 6A, c'est à dire capables de supporter des fréquences de 500 MHz et devront être eux aussi homogènes (d'un même constructeur ou bien agréés par celui-ci).

Attention : Pour les composants catégorie 6A, il est impératif de respecter les recommandations des constructeurs pour la réalisation du câblage.

Les normes définissent les éléments et équipements suivants :

1. la prise terminale RJ 45 (point d'accès du poste de travail)
2. le câble horizontal modulo 4 paires également appelé capillaire
3. le répartiteur d'étage également appelé sous-répartiteur (SR)
4. le répartiteur d'immeuble appelé aussi répartiteur général (RG)
5. les câbles reliant les SR entre eux ou au RG constituant les rocades
6. les cordons de brassage et cordons de poste

Conventions de câblage des équipements passifs :

Convention EIA/TIA 568B, câblage 100 ohms

RJ 45 du terminal	Code de couleurs des câbles 100 Ω	RJ 45 du SR
1	Blanc/Orange	1
2	Orange	2
3	Blanc/Vert	3
6	Vert	6
4	Bleu	4
5	Blanc/Bleu	5
7	Blanc/Marron	7
8	Marron	8
T	Drain d'écran	T

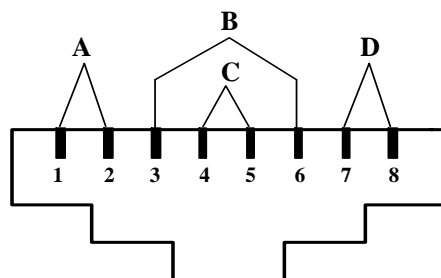
Prises terminales :

L'ensemble des prises terminales des postes de travail doit être banalisé. Un poste de travail comprendra un minimum de 2 prises, l'une pouvant être affectée au téléphone et l'autre à l'informatique. Les prises terminales seront des prises RJ 45 catégorie 6A, si le câblage est de type FTP ou SFTP elles disposeront d'un système de reprise d'écran à 360°. Elles seront montées sur des plastrons au format 45 X 45 mm ou 22,5x45 mm.

Prises de répartition :

Les prises de répartition seront des prises RJ 45 catégorie 6A, si le câblage est de type FTP ou SFTP elles disposeront d'un système de reprise d'écran à 360°, les écrans des prises seront reliés à la terre. Elles seront de même nature et d'un même constructeur que les prises terminales. Elles seront montées sur des bandeaux de répartition s'intégrant dans des baies 19 pouces, chaque bandeau de répartition pourra contenir 24 ou 48 prises RJ45.

Position des bornes sur le connecteur RJ 45 :



8.1 Câblage cuivre

Le câblage cuivre sera réalisé en catégorie 6A.

8.1.1 Câblage horizontal ou câblage capillaire

Les câbles capillaires seront des câbles 4 paires. Ils seront d'une impédance caractéristique de 100 ohms.

Ces câbles seront 0 halogène (LS0H).

La longueur de ces câbles ne devra pas excéder 90 mètres entre la prise murale et la prise au répartiteur (on admettra qu'une liaison moyenne ne devra pas excéder une longueur de 40 mètres).

NB : Il ne doit pas être laissé de « mou » dans les goulottes pour le câblage VDI. Si du « mou » est nécessaire celui-ci doit être lové dans le chemin de câble (en respectant les rayons de courbures définis par la norme), les loves seront repérés et étiquetés correctement afin de pouvoir les réutiliser lorsque nécessaire.

8.1.2 Câblage vertical (rocares)

Afin de banaliser au maximum et de profiter du potentiel maximum, les rocares seront en câbles de catégorie 6A, elles seront obligatoirement formées de câbles 4 paires ou 2x4paires. Les câbles multi paires, supérieurs à 2x4 paires, sont à proscrire.

8.1.3 Cordons de brassage

Les cordons seront, de préférence, issus du fabricant du système de pré câblage pour optimiser les performances des chaînes de liaison. Ils seront de mêmes caractéristiques et de même catégorie que le câblage réalisé. Les connecteurs RJ45 seront surmoulés. Les cordons doivent toujours être les plus courts possible pour ne pas encombrer le répartiteur mais également assez long pour permettre la connexion entre les bandeaux RJ45 et les équipements actifs en suivant les passages de câble horizontaux et verticaux. Une proportion de 1/4 en 5m, 1/2 en 2m et 1/4 en 3m semble raisonnable et sera spécifié plus finement en fonction des besoins.

Couleurs de repérage des cordons de brassage

vers équipements actifs (commutateurs) câbles : rouge (câble + connecteurs)
 vers autres équipements (postes de travail,...) : blanc, gris, jaune ou noir
 vers la téléphonie : bleu
 vers le wifi: vert

8.2 Câblage en fibres optiques

L'université préconise du câblage en fibres monomodes type G652 9/125 μ montées sur des connecteurs LC (*cf. chapitre IV.3.2*). Ces câbles peuvent se présenter sous forme de câbles modulo 6 ou 12 brins. Cependant pour des applications particulières, la mise en place de fibres multimodes pourra être demandée par l'université.

8.2.1 Jarretières optiques

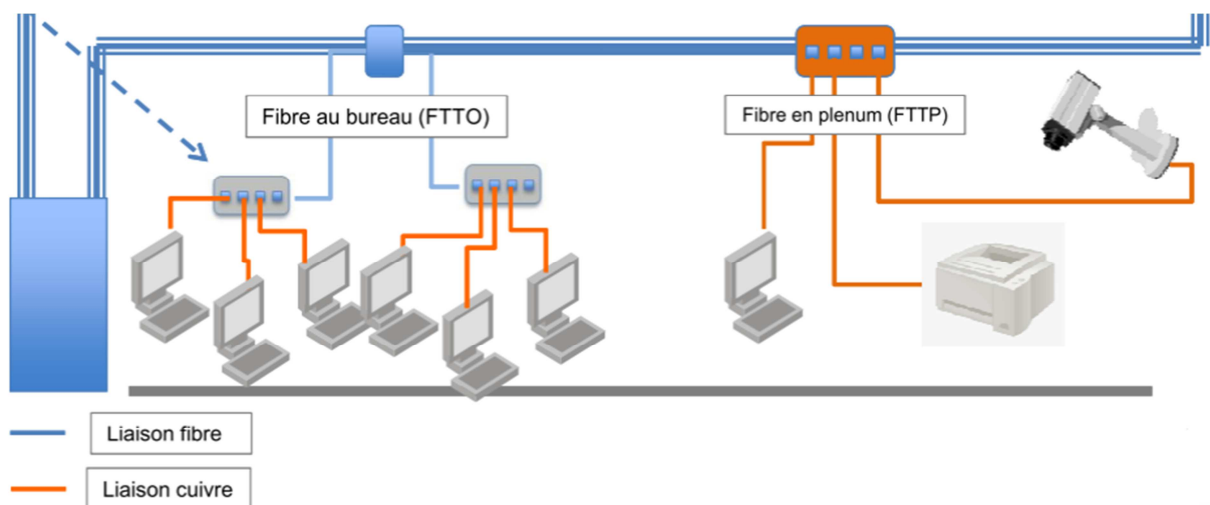
Elles seront de type monomode G652 9/125micromètres, bifibres. Les connecteurs seront conformes à ceux montés sur les tiroirs optiques à une extrémité. Les connecteurs côté tiroir optique devront pouvoir être dissociés (montage droit ou croisé). Des spécifications seront données préalablement à leur fourniture pour les longueurs et les connecteurs à l'autre extrémité.

Pour des applications particulières, des jarretières multimodes pourront également être demandées par l'université.

Couleurs de repérage des jarretières optiques

jarretière monomode : jaune
 jarretière multimode : orange ou grise

8.3 Câblage en fibres optiques dans les bâtiments FTTO ou FTTP



Le système de câblage assurera le transport des signaux voix, données, vidéo, le tout de manière transparente et permettant une mise en œuvre simplifiée des points d'accès et surtout des extensions futures.

Une alimentation 230V pour un groupe de 6 microswitchs sera mise en œuvre (attente fournie par le lot courant fort) puis une alimentation 48V à chaque microswitch permettra l'alimentation des équipements.

Pour cette raison, l'infrastructure de câblage sera conçue sur le principe d'une accessibilité permanente en tout point, par l'intermédiaire de dérivations simples et rapides permettant le raccordement vers un utilisateur, ou un groupe d'utilisateurs.

Ce principe sera garanti par une mise en réserve mutualisée de fibres à disponibilité immédiate ou future sur l'ensemble du réseau, et ceci indépendamment des utilisations possibles qu'on pourra en faire. Un minimum de 20% de réserve est demandé sur l'ensemble du câblage.

Une reconfiguration topologique liée à d'éventuelles évolutions d'implantation de postes de travail, devra pouvoir être effectuée sans modification structurelle du câblage.

L'ajout d'un ou plusieurs postes de travail supplémentaires s'effectuera par simple adjonction de boîtiers de dérivation additionnels, ou par simple raccordement aux boîtiers de dérivations existants.

Le système de câblage est basé sur une architecture centralisée composée d'un répartiteur unique pour couvrir la totalité des postes de travail.

L'infrastructure réseau sera adaptée à un environnement actif multi constructeurs et multi applications. Flexible et modulaire, il sera apte à absorber les évolutions futures des applications réseaux.

Les terminaisons optiques seront équipées des connecteurs standards du marché LC et pourront être raccordées soit à des prises optiques, soit à des micro-commutateurs.

Le système de câblage sera conforme à la norme ISO/IEC 11801. Tous les composants seront issus du même constructeur, ce qui garantira l'intégrité de ce système de câblage et apportera la garantie système.

Les installateurs et leurs sous-traitants devront être formés par le constructeur pour permettre d'avoir une garantie globale de l'installation.

Ce type de câblage en fibre optique jusqu'au bureau ou jusqu'au poste de travail peut permettre des économies d'échelle en n'ayant qu'un seul répartiteur pour l'ensemble du bâtiment (abolissement des 100m de distance entre le répartiteur et le poste de travail) et en soulageant les cheminements (les câbles optiques multibrins sont beaucoup moins encombrants et sensibles aux perturbations électromagnétiques).

Il permet aussi d'assurer une meilleure pérennité du câblage.

Cependant il faut être vigilant sur certains points :

- L'évolutivité de ce type de câblage doit être assurée, comme pour un câblage cuivre, un minimum de 20% de réserve sur l'ensemble du câblage doit permettre de nouvelles connexions durant la vie du câblage.
- Les points de transition (boîtes d'épissurage ou autres) doivent être facilement accessibles et permettre des interventions aisées.
- On a une multiplication de « petits » équipements actifs (commutateurs) dans chaque bureau à la place d'une « mutualisation » d'équipements dans les répartiteurs.
- Ces équipements vont devoir répondre à des exigences de fonctionnalités nécessaires à la connexion et au fonctionnement des postes de travail, téléphones bornes wifi...

- On a des contraintes/charges plus importantes sur l'administration et l'exploitation des équipements.

Pour réaliser ce câblage, l'Université préconise de fibres monomodes type G652 9/125μ montées sur des connecteurs LC (*cf. chapitre IV.3.2*). Les contraintes de pose et de recette de ces câbles sont les mêmes que pour les fibres assurant l'interconnexion des bâtiments.

Pour les équipements actifs à installer dans les bureaux (goulottes ou faux plafonds) les fonctionnalités nécessaires sont les suivantes :

1. Support vlans et trunk 802.1Q (avec vlans spécifiques). Support d'un vlan natif non taggué sur un trunk 802.1Q.
2. Agrégation de liens 802.3ad et statiques
3. Administration de l'équipement sur vlan différent de 1
4. Possibilité de limiter les accès par adresse IP source pour l'administration de l'équipement et authentification utilisateur
5. Administration par ssh et https (possibilité d'interdire telnet et http)
6. Possibilité de sauvegarder/restaurer la configuration depuis un serveur tftp, ftp ou ssh
7. Possibilité de port mirroring au débit max des ports dans les 2 sens (émission/réception)
8. Spanning tree support 802.1d, 802.1s (multiple spanning tree) et 802.1w (rapid spanning tree), possibilité de supprimer le spanning tree par port, possibilité de filtrer et/ou limiter les BPDUs.
9. Possibilité de remontées SNMP v1/2c/3 pour utilisation cpu, mémoire, paquets unicast/broadcast/multicast par seconde, débits in/out par seconde, erreurs par seconde compatibles rrdtools/Cacti/Nagios
10. Possibilité de limiter le nombre d'adresses Ethernet associées à un port, possibilité de figer une ou plusieurs (préciser le nombre si plusieurs) adresses Ethernet sur un port
11. Possibilité de faire du filtrage sur adresse Ethernet
12. Support 802.1x, avec hôtes multiples sur un port, attribution dynamique de vlans par 802.1x. Support d'un vlan «invité» différent par port pour les hôtes non 802.1x.
13. Gestion du multicast niveau 2 : IGMP snooping
14. QoS 802.1p (minimum 4 files d'attentes) pour prioriser le trafic par port et par vlan
15. Gestion de bande passante par vlan. Le but de cette gestion est de :
 - a) interdire au trafic d'un vlan d'occuper toute la bande passante sur le lien d'interconnexion du bâtiment vers le cœur de réseau.
 - b) permettre, si possible, à un vlan d'avoir un minimum de bande passante garantie sur ce même lien d'interconnexion.
16. Limitation de la bande passante pour les broadcasts, le multicast niveau 2 (protocoles de découverte automatique), les BPDUs, les requêtes ARP, les trames GARP, les requêtes DHCP...
17. Monitoring par vlan (trafic en volume, paquets unicast et non unicast, erreurs)
18. DHCP snooping, dynamic ARP inspection, IP source guard
19. Spanning tree root guard et BPDU guard

20. PoE, voire PoE+ pour d'éventuelles bornes wifi, téléphone IP, caméras IP... (spécifier la norme supportée).

NB : Toutes les fonctionnalités demandées doivent être disponibles simultanément (pas de fonctionnalités exclusives entre elles).

9 Recette (performance de transmission)

La recette du câblage réalisé, paires torsadées et optique doit en principe être exécutée par un organisme indépendant. Il sera toléré que l'entreprise qui réalise l'installation fasse également la recette dans la mesure où elle respecte scrupuleusement tous les éléments de ce cahier des charges et où elle est agréée par le constructeur du système de câblage pour la garantie de celui-ci.

9.1 Contrôles visuels

Ils ont pour objet de s'assurer que l'installation est réalisée conformément au cahier des charges, aux normes et aux règles de l'art.

Les points importants sont :

- contrôler les références des composants installés,
- vérifier l'absence de contrainte mécanique sur les câbles (rayons de courbure à minima acceptables, colliers de fixation ne déformant pas la gaine de câble, absence d'arrachement de la gaine par un tirage trop violent...),
- vérifier le câblage des prises rj45 (convention de raccordement, longueur de « détorsadage » de la paire (maxi 13 mm), longueur de suppression de l'écran, raccordement des écrans à la terre au niveau des baies de répartition...),
- vérifier le raccordement et la distribution des terres et masses sur les chemins de câbles, les baies et châssis de répartition,
- s'assurer du respect des distances d'éloignement par rapport aux sources de perturbation.
- vérifier la fixation des noyaux
- vérifier le bon repérage des prises
- vérifier l'existence d'un plan plastifié des prises
- vérifier la fixation des travées optiques et de la face avant des tiroirs, le cas échéant.

Attention : Dans tous les cas, il est impératif de respecter les recommandations des constructeurs pour la réalisation du câblage.

9.2 Contrôles du câblage en paires torsadées

Ils ont pour objet de s'assurer que l'installation est réalisée conformément au cahier des charges, aux normes et aux règles de l'art.

Attention : les différents tests devront se faire en catégorie 6A, ils concernent les paramètres suivants :

- L'affaiblissement linéique,
- L'affaiblissement para diaphonique (NEXT),
- L'écart para diaphonique (ACR),
- La télé diaphonie (ELFEXT), Valeurs cumulées (PS),
- Le return loss (RL), skew, délai skew,

- la paradiaphonie exogène dans le cadre de tests en catégorie 6A (alien crosstalk),

sur le lien permanent ou lien (*cf. chapitre VII Performances de transmissions*) dans la plage de fréquence de 0 à 500MHz pour du câblage catégorie 6A.

La recette du câblage en paires torsadées sera effectuée avec un équipement récemment étalonné de niveau III et adapté aux tests (catégorie 6A). Si le câblage réalisé l'impose, la continuité des masses devra être vérifiée et elle devra apparaître dans le dossier de recette.

Note : Tous les tests devront être positifs pour être acceptés. En cas de rejet par le testeur d'un paramètre de transmission, le titulaire du marché s'engage à ses frais à la mise en conformité des liens non acceptables.

9.3 Contrôles des liaisons optiques

Ils ont pour objet de s'assurer que l'installation est réalisée conformément au cahier des charges, aux normes et aux Règles de l'Art.

La recette du câblage optique devra être effectuée en utilisant une bobine amorce d'une longueur suffisante (500m) à chaque extrémité. Les mesures de réflectométrie pour chaque fibre installée seront effectuées selon les normes en vigueur, c'est-à-dire dans les deux sens pour chaque fibre et aux 2 longueurs d'ondes 800/1300nm pour de la fibre multimode et 1310/1550nm pour de la fibre monomode.

Note : Tous les connecteurs devront avoir une **atténuation mesurée à moins de 0,3 DB** pour être acceptés. Le titulaire du marché s'engage à ses frais à la mise en conformité des connecteurs non acceptables.

9.4 Dossier de recette

Un dossier de recette devra systématiquement être fourni sur support papier et sur support électronique à un format lisible par la plupart des outils standards sur ordinateur (PDF, XML, HTML, JPEG...) il devra comporter :

- une copie du cahier des charges,
- une description précise de l'architecture de l'installation, les plans du site, les modes de passage des câbles, les plans de repérage avec les références permettant l'identification des connexions,
- une description précise de l'installation des répartiteurs avec un schéma représentant les différents composants intégrés dans les châssis ou baies ainsi que leur localisation exacte dans ceux-ci,
- une présentation des composants utilisés ainsi qu'une documentation des fournisseurs,
- la liste des critères de qualité sur laquelle a porté l'examen visuel de l'installation ainsi qu'un commentaire sur les non-conformités constatées,

9.4.1 Recette cuivre

Pour du câblage en paires torsadées, seront fournis dans le dossier de recette :

- La description de l'appareil de tests
- Une copie du certificat d'étalonnage de l'appareil de tests.
- La procédure exacte des tests en précisant s'il s'agit de tests lien ou canal (CF chapitre X Performances de transmission) explicitée au travers d'un exemple.

- Une page avec le résumé des tests de chaque lien indiquant sa longueur et si le test est passé ou non
- les fiches de mesure relatives aux contrôles de chacune des liaisons réalisées.

9.4.2 Recette optique

Pour du câblage optique, seront fournis dans le dossier de recette :

- La description de l'appareil de réflectométrie
- Une copie du certificat d'étalonnage de l'appareil de tests.
- La procédure exacte des tests explicitée au travers d'un exemple.
- Une page avec le résumé des tests pour chaque liaison indiquant sa longueur et l'atténuation de chaque connecteur.
- les fiches de mesure relatives aux contrôles de chacune des liaisons optiques dans les deux sens et aux deux longueurs d'ondes spécifiées (*cf. chapitre IX.2*).

9.4.3 Plans de récolement

Les plans d'implantation, schémas des répartiteurs... devront être donnés à un format électronique standard et lisible par les applications bureautiques standard, une copie au format PDF doit être également fournie ainsi qu'une version dwg pour les plans de cheminement des chemins de câbles et implantation des équipements (goulottes, prises...) respectant la charte « organisation des documents DOE » de l'Université.

Les plans de récolement du réseau inter bâtiments du campus de Ranguel devront, eux aussi, être à un format dwg respectant la charte « organisation des documents DOE » de l'Université, une copie au format PDF sera également fournie.

10 Repérage / étiquetage

10.1 Repérage des prises

Le repérage des prises RJ45 du câblage en paires torsadées se fera de manière identique sur la prise dans la pièce et sur le répartiteur. Le repérage sera effectué de la façon suivante : Numéro de la porte principale de la pièce - numéro de la prise dans la pièce en tournant dans le sens des aiguilles d'une montre.

Par exemple 205-1 représente la prise 1 dans la pièce dont le numéro de porte est 205.

Toutefois pour un nouveau bâtiment, une nouvelle numérotation des prises peut être utilisée. Le repérage sera effectué de façon suivante:

Nom du répartiteur-numéro baie-numéro bandeau dans la baie-numéro prise dans le bandeau.

Par exemple RG-01-07-4 représente la prise 4 du bandeau 07 de la baie 1 du local RG

ATTENTION :

- **Il ne faut pas sur un même répartiteur, et même à l'intérieur d'un même bâtiment avoir deux prises identifiées de la même façon.**
- **Toutes les prises d'une même pièce installées lors d'une même phase de câblage doivent être contigües au niveau du répartiteur.**
- **Un plan plastifié des prises sera fourni pour affichage dans le local technique.**

10.2 Repérage des rocares paires torsadées entre répartiteurs

Les câbles de rocares seront repérés par des étiquettes indiquant la nature du câble, sa source et sa destination. Les câbles seront repérés tous les 4 mètres et à leur changement de direction dans leur circulation dans les bâtiments ou en circulation visible. Si le câble circule dans un tube, celui-ci devra être repéré de la même manière.

10.3 Repérage des rocares en fibre optique et des liens en fibre optique inter bâtiments

Les câbles optiques seront repérés tous les 4 mètres, ainsi qu'à tous les changements de direction ou de local le long de leur cheminement dans les bâtiments ou en circulation visible et enfin dans chaque chambre de tirage pour leur cheminement en souterrain ; si le câble circule dans un tube (ou une gaine) celui-ci sera étiqueté au même titre que le câble lui-même. Les étiquettes porteront la mention « fibre optique », les noms des bâtiments source et destination ainsi que le nombre et la nature des fibres dans le câble.

Les noms des bâtiments seront conformes à ceux indiqués sur le plan téléchargeable sur le site de l'Université : <https://www.univ-tlse3.fr/acces-campus>

Les tiroirs optiques seront repérés par étiquetage du tiroir en indiquant la destination, le type de fibre (multimode ou monomode) et le numéro de fibre correspondant à chaque connecteur. Les fibres multimodes seront regroupées et numérotées de 1 à n (n étant le nombre total de fibres vers une destination donnée), il en sera de même pour les fibres monomodes.

Les traversées correspondant aux fibres **monomodes** seront repérées en **bleu**, les **traversées** correspondant aux fibres multimodes seront repérées en **blanc ou gris**.

Le repérage se fera par la couleur de la traversée ou à défaut par une collerette sur la traversée, le repérage par un bouchon coloré est à proscrire.

NB : la préconisation est de n'installer que des fibres monomodes pour l'interconnexion des bâtiments, cependant, pour certaines applications particulières comme la connexion de caméras de vidéosurveillance, des fibres multimodes peuvent être demandées par l'Université.

11 Visite de fin de chantier et réception de l'installation

Les entreprises doivent prévoir une visite de fin de chantier avec un personnel de la DSI afin de vérifier la bonne réalisation du câblage, cette visite portera sur la réalisation du câblage ainsi que sur les aspects cheminements.

Concernant la fibre optique d'interconnexion entre bâtiments, la visite portera non seulement sur les extrémités, mais aussi sur les cheminements dans les bâtiments et les chambres de tirage afin de vérifier les règles de cheminement et de repérage tels que définis aux paragraphes 6.4 et 10.3.

NB : suite à cette visite, un document de conformité de l'installation sera signé des deux parties et sera joint au DOE. La facture ou la dernière situation de travaux ne pourra être présentée par le prestataire avant la fourniture du DOE avec le document de conformité validé par les services de l'UT3.

12 Garanties

Les entreprises devront apporter une garantie sur les applicatifs supportés par le système de câblage selon les modalités suivantes :

Garantie constructeur de 10 ans ou 15 ans sur les applicatifs pour un précâblage catégorie 6A.

Les entreprises devront également justifier de toutes les formations techniques sur le système de précâblage installé et devront présenter un agrément du constructeur.

13 Contraintes de travaux

L'attention des entreprises est attirée sur le fait que les travaux seront très souvent réalisés en site occupé. Ceci entraîne des gênes ou obstacles qui peuvent poser des problèmes lors de l'exécution des travaux.

En effet, dans la majorité des cas, les travaux auront lieu dans des locaux encombrés ou dans lesquels sont installés des matériels fragiles et coûteux, nécessitant énormément de précautions, de soins et d'attention.

Tous les travaux produisant de la poussière devront être protégés.

Après travaux, les locaux seront laissés en parfait état de propreté pour une utilisation immédiate par les utilisateurs.

Si nécessaire, un état des lieux contradictoire sera réalisé avec les services de l'UT3 avant et après travaux.