



8 rue de la Ville l'Evêque 75008 Paris - France

CONTRAT CADRE D'ETUDE ET CONSTRUCTION D'UNE INFRASTRUCTURE FTTH

ANNEXE 4

REGLES D'INGENIERIE ET DE MISE EN OEUVRE

Version : V3.0
Référence..... : FI/TAU/CDP/090328
Nombre de Pages : 43
Date..... : 05/10/2009

Sommaire

1	Préambule.....	4
2	Définitions	4
3	Architecture et dimensionnement du réseau.....	6
3.1	Topologie du réseau	6
3.2	Plaque et Poche	6
3.3	Infrastructure et réseau de transport et de distribution.....	7
3.4	Priorité des infrastructures mobilisables.....	8
4	Couche infrastructure.....	9
4.1	Composants de la couche infrastructure.....	9
4.2	Mise en œuvre de la couche infrastructure	10
5	Couche optique passive.....	15
5.2	Principes de raccordement.....	15
5.3	Desserte par typologies d'habitat	17
5.4	Composants de la couche passive.....	23
5.5	Mise en œuvre de la couche passive	25
6	Câblage en immeubles collectifs.....	31
6.1	Architecture et principes de mutualisation du câblage en immeuble	31
6.2	Composants de l'infrastructure en immeuble	33
6.3	Mise en œuvre de l'infrastructure en immeuble	35
7	Réseau de collecte (backhaul).....	41
7.1	Architecture en IDF.....	41
7.2	Architecture en province.....	41
7.3	Budget optique.....	42

Table des Illustrations

Figure 1 : Schéma de Principe - Réseau Fibre Optique	6
Figure 2 : Plaque NRO	7
Figure 3 : Réseau de transport et distribution	8
Figure 4 : Principe du raccordement des NRO-P au réseau de desserte	14
Figure 5 : Principe du raccordement des NRO-P au réseau de desserte	14
Figure 6 : Piquage en ligne	16
Figure 7 : Raccordement en étoile	16
Figure 8 : Piquage tendu	17
Figure 9 : Desserte d'immeuble en génie civil en propre ou en Fourreau FT	18
Figure 10 : Desserte pavillon en génie civil en propre ou en fourreau FT	18
Figure 11 : Desserte de pavillons sur poteaux et appuis	19
Figure 12 : Desserte de pavillons en transition aérosouterraine	20
Figure 13 : Desserte d'immeuble en Façade	21
Figure 14 : Desserte de pavillon en façade	21
Figure 15a : Desserte en longitudinal immeubles	22
Figure 15b : Desserte en longitudinal immeubles	22
Figure 16 : Desserte en immeuble de très forte densité	23
Figure 18 : Baie Optique Terminale ARO (Armoire Optique)	27
Figure 19 : Exemple de gestion des fibres et module en cassette	29
Figure 20 : Schéma de principe - Architecture Bi-Fibre	31
Figure 21 : Schéma de principe - Architecture Tri-Fibre	32
Figure 22 : Schéma de principe - Architecture Quadri-Fibre	32
Figure 24 : Schéma des BDS	34
Figure 24 : répartition des BDS par étages	35
Figure 25 : Principe de raccordement des CIM micro-module	40
Figure 26 : Double adduction fibre d'un NRO secondaire	41
Figure 27 : Architecture du réseau de collecte en province	42

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Correspondance numéro et couleur des fibres	24
Tableau 2 : Abaque CIM Micromodule vs Fibres unitaires pour une architecture bi-fibre	37
Tableau 3 : Abaque CIM Micromodule vs Fibres unitaires pour une architecture tri-fibre	38
Tableau 4 : Abaque CIM Micromodule vs Fibres unitaires pour une architecture quadri-fibre	39

1 Préambule

1. L'objet du présent document est de définir d'une part les règles d'ingénierie permettant à le CG de procéder aux études de faisabilité et aux études détaillées du réseau FTTH de FREE INFRASTRUCTURE, études définies dans l'annexe 2 du présent contrat, et d'autre part les règle de mise en œuvre pour réaliser les travaux issues des études.
2. L'architecture FTTH cible du réseau sera définie pour une mise en œuvre dès l'origine dans une logique d'aménagement à long terme. Elle s'appuiera principalement sur les opportunités de déploiements des câbles optiques données par « l'offre d'accès aux installations de génie civil de France Télécom pour les réseaux FTTH » (annexe 5-f) en vigueur au moment des études de faisabilité et sur les directives du régulateur concernant la mutualisation des infrastructures en colonnes montantes.
3. Les différents résultats d'études retenus pour chaque Plaque, déclinés à partir de règles générales énoncées ci-après et opérés à l'issue du relevé des infrastructures mobilisables de France Télécom ou des autres concessionnaires, seront étudiés pour tendre vers un optima de trois facteurs conjugués : (i) coût de construction réduit, (ii) rapidité d'exécution du chantier notamment en réduisant le génie civil à construire, (iii) haut niveau de qualité de la construction pour réduire le coût d'exploitation de l'infrastructure déployée dans la perspective d'une période d'utilisation de plusieurs dizaines d'années.

2 Définitions

4. Les expressions qui suivent ont les significations suivantes. Les mots au singulier incluent également le pluriel et vice versa, lorsque le contexte l'exige.
 - BAB ou PTO : Boîtier Abonné ou le Point de Terminaison Optique : Désigne le point terminal du réseau FTTH situé dans un Local Raccordable
 - BPI ; Boîtier Pied d'Immeuble : désigne une boîte positionnée dans l'immeuble qui relie le CAD et le CIM. Elle est positionnée à proximité de l'adduction de l'immeuble
 - BDP ou PBO ; Boîtier de Palier ou Point de Branchement Optique : Installé au palier pour dériver des fibres du CIM vers le CAB et desservir les Locaux Raccordables sur un ou plusieurs étages. Les BDP se déclinent en BDV pour le piquage tendu de fibres unitaires et en BDS pour les piquages en ligne de fibres en μ module.
 - BIM ; Boîtier Immeuble de Mutualisation : Boîtier dans lequel sont raccordées les fibres d'un opérateur tiers qui souhaite assurer la continuité de son réseau de desserte vers les logements des immeubles fibrés par FREE INFRASTRUCTURE.
 - Bon de Commande ou Commande ; désigne le document permettant à FREE INFRASTRUCTURE de passer commande au CG au titre du présent Contrat.
 - Contrat ; désigne le présent document signé entre les Parties, y compris l'ensemble des annexes dont la liste figure à l'article 33 (Documents contractuels) et tout avenant au Contrat.
 - BPE ; Boîtier de protection d'épissure : désigne de manière générale, tout type de boîtes de raccordement à fibre optique installées sur la partie structurante du réseau de desserte soit pour dériver des fibres vers les immeubles soit pour éclater un câble de transport (CTR) vers des câbles de distribution (CDI).
 - CAB ; Câble d'abonné : désigne un câble comprenant 2 à 4 fibres optiques reliant le BAB / PTO au Point de Branchement.
 - CAD ; Câble d'Adduction : câble optique reliant un immeuble ou regroupement d'immeubles au câble de distribution à partir d'un PDB jusqu'à un BPI.
 - CIM ; Câble Immeuble : câble optique installé dans les parties communes des habitations collectives, raccordé à la BPI, qui assure la continuité jusqu'au BDP pour tous les Locaux Raccordables.
 - CDI ; Câble de distribution : câble à fibre optique qui relie le PEC aux différentes PDB ou PI d'une poche.

- CTR ; Câble de transport : câble qui relie le NRO au PEC d'une poche. Il y a un seul câble de transport par poche.
- Immeuble : est considéré comme immeuble tout bâtiment à usage principal d'habitation collective disposant d'un minimum de 6 Locaux raccordables. Tout ce qui n'est pas immeuble est considéré comme de l'habitation individuelle.
- Infrastructure ; désigne sans que cela soit limitatif les ouvrages de génie civil (conduites souterraines, fourreaux, chambres, appuis aériens), les câbles optiques de transport, distribution, les boîtiers et têtes de câbles optiques, constitutifs du réseau de boucle locale optique FTTH (ou réseau structurant).
- IW ou Interface Web ; Base informatique qui référence les informations des verticalités et locaux raccordables sur l'ensemble des Plaques construites.
- LTL ; Local Technique de Lovage des câbles optiques de transport (CTR) situé à l'intérieur des NRO ou chambre de tirage située à l'extérieur de NRO de type shelter.
- NRO ; Nœud Raccordement Optique : Local technique dans un bâtiment ou structure légère type shelter qui héberge les équipements passifs et actifs du réseau de desserte sur lesquels sont concentrés les prises raccordables des logements couverts pour une Plaque donnée ainsi que les équipements qui assurent l'interface avec le réseau de collecte.
- Ouvrage : désigne un ensemble continu d'éléments d'Infrastructures constituant une Plaque ou subdivision de Plaque (« Secteur »).
- PEC ; Désigne le point d'éclatement du câble de transport délimitant le réseau de transport du réseau de distribution de la boucle locale optique. Il est matérialisé par une BPE.
- Plaque ; Désigne un groupe de Prises Raccordables rattachées à un NRO et organisé en poches.
- PMI ; Désigne la boîte de raccordement qui permet aux opérateurs tiers de bénéficier de la mutualisation des infrastructures fibres optiques sur le structurant ou en colonne montante pour accéder aux Locaux Raccordables.
- Poche ; Désigne un groupement de Locaux Raccordables desservis par un CTR pour une Plaque donnée.
- Point de Branchements (ou PDB) ; Désigne la boîte de raccordement à partir de laquelle sont reliés un ou plusieurs Locaux Raccordables. Il est situé en amont d'un ou plusieurs BPI.
- Point de Raccordement (ou PR) ; Désigne le point à partir duquel sont reliées une ou plusieurs Prises Raccordables.
- Point d'Interface (ou PI) ; désigne un contenant fibre (BPE) situé dans une chambre dans lequel sont stockés en attentes les fibres dédiées aux prises d'un immeuble non conventionné.
- Prestations ; désigne prises individuellement ou globalement suivant le contexte, les prestations d'études de faisabilité (« Etudes de Faisabilité »), d'études détaillées (« Etudes Détaillées »), de travaux (« Travaux ») et de mise en services des Ouvrages.
- Prise raccordable ou Locaux Raccordables ; Désigne un local associé à une adresse postale et rattaché à une Poche pouvant disposer d'une fibre optique disponible à proximité permettant son raccordement direct au NRO.
- Secteur : est un ensemble de Poches appartenant à une même Plaque, regroupées pour que leur étude et leur construction soient réalisées dans des délais compatibles avec les règles fixées dans le cahier des charges France Télécom en Annexe 5.

3 Architecture et dimensionnement du réseau

3.1 Topologie du réseau

5. Le réseau de desserte FTTH de FREE INFRASTRUCTURE est un réseau fibre optique permettant de relier les Locaux Raccordables au NRO. Il est constitué de l'infrastructure (ou réseau) de transport, de l'infrastructure (ou réseau) de distribution, de l'infrastructure de câblage immeuble et de raccordement abonné.
6. La topologie du réseau de desserte FTTH à mettre en place est du type point à point (P2P), chaque local raccordable étant reliée directement au NRO par une fibre qui lui est dédiée. L'architecture du réseau optique est en étoile du NRO vers les locaux raccordables.
7. Les seules interfaces actives du réseau de desserte sont constituées des commutateurs / routeurs situés dans les NRO et les modules optiques des terminaux installés chez les abonnés. Sur la totalité du réseau optique, aucun coupleur n'est accepté.



Figure 1 : Schéma de Principe - Réseau Fibre Optique

3.2 Plaque et Poche

8. Le dimensionnement des Plaques FTTH repose sur les éléments
 - Les données d'urbanisme issues des bases INSEE permettant d'obtenir le nombre et la nature des logements, la densité de population par iris au sens INSEE
 - Les données issues du relevé des boîtes aux lettres, des permis de construire ou de démolir en cours et des projets d'urbanisation déposés au moment de l'étude.
 - Une connaissance précise de l'architecture GC mobilisable existante de France Télécom et de sa disponibilité issue du piquetage des chambres, ou à défaut, des réseaux des autres concessionnaires.
9. Les locaux éligibles au réseau FTTH de FREE INFRASTRUCTURE à prendre en compte pour établir le dimensionnement des Plaques et leur quantité de Prises Raccordables sont listés ci-après. Les autres cas seront soumis à FREE INFRASTRUCTURE pour validation.
 - Tous les logements des habitations collectives (bureau et professions libérales inclus),
 - Les maisons individuelles,
 - Les hôtels (par un CAD de faible capacité)
 - Les PME, commerces, centres commerciaux,
 - Les établissements publics,
 - Les lieux de cultes.
10. Le réseau de transport et de distribution seront dimensionnés pour permettre sans nouvelle pose de câble, le raccordement de 100% des locaux éligibles sur la Plaque considérée.
11. La plaque sera dimensionnée de sorte qu'un minimum de 70% des Prises Raccordables soient situées dans un rayon de 1.8 km optique du NRO, le complément, 30% maximum, dans un rayon de 3,5 km.
12. Le nombre de Prises Raccordables sur une Plaque sera compris en nominal entre 9000 et 15.000 prises réparties sur plusieurs Poches. Les plaques de moins ou de plus de 15.000 prises seront retenues de manière exceptionnelle pour des villes avec une densité de population très élevée (typiquement supérieure à 15.000 hab / km²) ou lorsque les possibilités de trouver des NRO est réduite.

13. Chaque Poche est alimentée par un câble de transport qui part du NRO. Chaque Poche dessert un maximum de 650 prises raccordables. Toute autre quantité devra être soumise à FREE INFRASTRUCTURE pour validation.

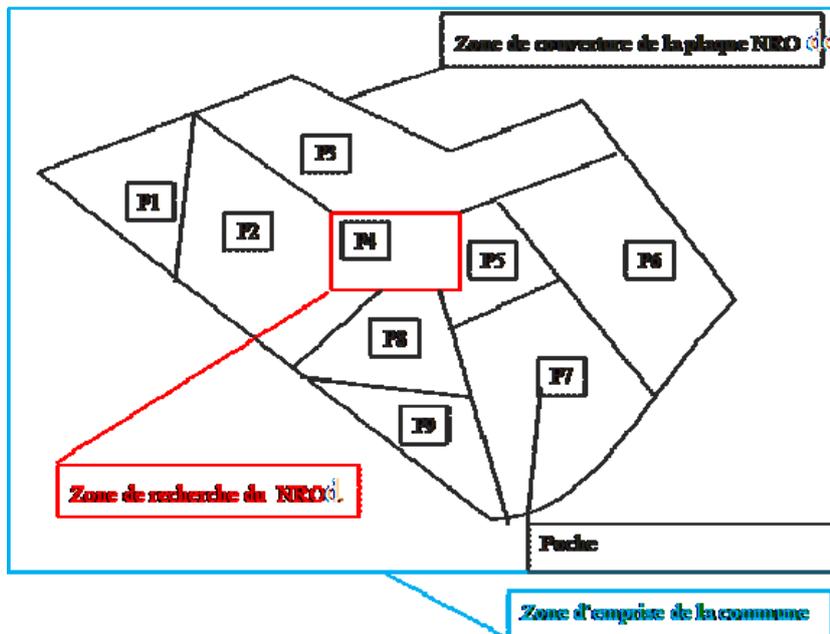


Figure 2 : Plaque NRO

3.3 Infrastructure et réseau de transport et de distribution

Infrastructure de transport

14. Sur la base des infrastructures mobilisables de France Télécom, l'infrastructure de transport FREE INFRASTRUCTURE est constituée d'un ensemble de conduites multitubulaires empruntant plusieurs tracés longitudinaux qui desservent l'ensemble des Poches d'une Plaque.

Infrastructure de distribution

15. L'infrastructure de distribution FREE INFRASTRUCTURE repose sur des conduites multitubulaires ou unitaires de France Télécom qui desservent des immeubles ou groupes de logements limités en taille et regroupés dans une même Poche.

Réseau de transport

16. Le réseau de transport (ou couche optique de transport) est constitué de câbles de transport qui individuellement desservent une Poche. Un câble de transport est délimité en amont par le NRO et en aval par le PEC. Les câbles de transport seront installés en génie civil ou en égout (pas en aérien ni en façade).

Réseau de distribution

17. Le réseau de distribution (ou couche optique de distribution) est constitué de plusieurs câbles de distribution rattachés à une Poche permettant de desservir plusieurs Locaux Raccordables d'un groupe d'immeubles, d'une zone pavillonnaire, ou un mixte des deux.
18. Il est délimité en amont par un PEC et en aval par des PDB. Un PDB pouvant être dédiés à des locaux raccordables dans des immeubles collectifs (CAD + BPI + CIM + PDB) mais aussi à des locaux raccordables individuels. Dans ce dernier cas le PDB est situé sur le domaine public (ou en façade).

19. Le passage du réseau de transport au réseau de distribution se fait par éclatement du câble de transport qui dessert une poche au niveau du point de coupure (PEC) en câbles de moindre capacité permettant de réaliser les adductions vers les immeubles ou groupes de logements. Il sera systématiquement prévu un point de coupure (PEC) pour l'ensemble des fibres contenues dans le câble de transport.

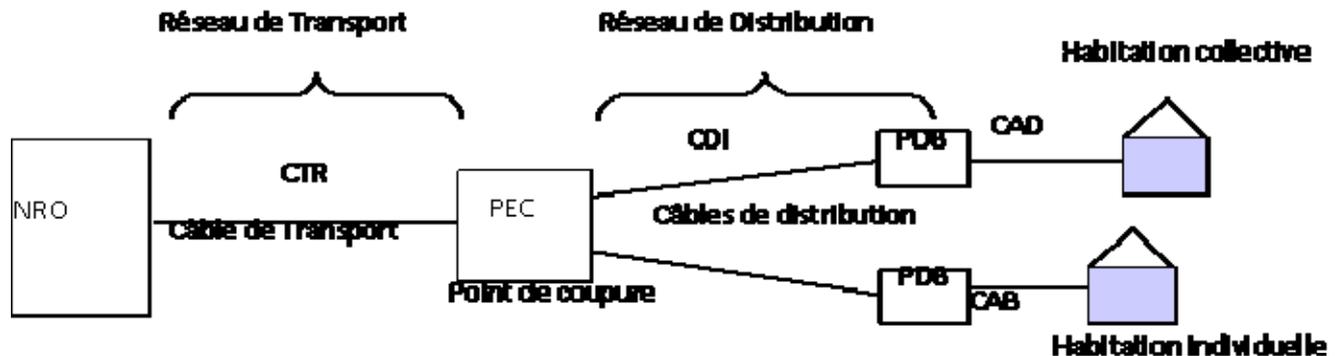


Figure 3 : Réseau de transport et distribution

3.4 Priorité des infrastructures mobilisables

20. Le cheminement des câbles de transport (CTR) sera étudié en empruntant par ordre de priorité :
- Les conduites France Télécom existantes de transport et de distribution
 - Les conduites souterraines existantes des collectivités (notamment pour les ZAC)
 - Les conduites souterraines existantes des autres concessionnaires
 - Les conduites à construire en propre pour le compte de FREE INFRASTRUCTURE.
21. Le cheminement des câbles de distribution (CDI) sera étudié en empruntant par ordre de priorité :
- Les conduites France Télécom de distribution
 - Les conduites souterraines existantes des collectivités (notamment pour les ZAC)
 - Les conduites souterraines existantes des autres concessionnaires
 - Les appuis communs ERDF
 - Les appuis FT
 - Les appuis d'éclairage public
 - Les infrastructures en façade
 - Les conduites construites en propre pour le compte de FREE INFRASTRUCTURE.
22. FREE INFRASTRUCTURE informera le CG d'un changement de priorité en début d'étude de faisabilité si les conditions économiques et les modalités opérationnelles de déploiement offertes par les collectivités ou concessionnaires d'infrastructures sont plus favorables que celles proposées par France Télécom.
23. Il est demandé, dans le cas d'utilisation des ouvrages de France Telecom, de concevoir une ingénierie de réseau en respectant les règles d'ingénierie de France Telecom (annexe 5-f) et d'implanter les boîtes de protection d'épissure dans les chambres existantes, exceptées chambres sécurisées.
24. Le recours à la création de chambres satellites et plus généralement de génie civil ne pourra être envisagé qu'après avoir exploré toutes les solutions d'hébergement des BPE dans les chambres France Telecom. La création de chambres satellites doit rester exceptionnelle.
25. De même, le recours à la création de conduite en génie civil ne pourra être envisagé qu'après avoir exploré toutes les solutions de offertes par le tubage textile ou retrait câbles zéro. La création de tranchée doit rester exceptionnelle.

4 Couche infrastructure

4.1 Composants de la couche infrastructure

4.1.1 Les chambres

26. Les chambres FREE INFRASTRUCTURE sont de type LxT (sous trottoir), KxC ou LxC (sous chaussée) selon le besoin et les possibilités d'implantation. Les chambres recevant les PEC seront par défaut de type de type K2C (chaussée) et L4T (trottoir) sauf justification.
27. La taille des chambres sera déterminée suivant le nombre de câbles, les longueurs de love, la taille des coffrets et leur volume. Leur implantation doit restée exceptionnelle dans le cadre d'un déploiement en fourreaux France Télécom.
28. Les chambres en béton armé doivent respecter les exigences de la norme NF P98050. Les faces latérales intérieures des chambres enterrées possèdent des supports d'équerres. Toute dérogation au cas général ne peut être qu'exceptionnelle. Avec l'accord de FREE INFRASTRUCTURE, d'autres types de chambres pourront être installés.
29. Les chambres seront constituées (i) d'un corps monobloc en béton armé et (ii) d'un encadrement prêt à sceller dans le corps de la chambre, recevant une grille de protection avec possibilité de verrouillage et des tampons fontes.
30. La réalisation de chambres coulées en place ne sera qu'exceptionnelle. Le béton utilisé sera dosé à 350 kg de ciment par mètre cubes, coffré et vibré. Le ferrailage de l'ouvrage sera correctement défini, en fonction de son emplacement par rapport à la chaussée.

4.1.2 Les tampons

31. Les tampons des chambres FREE INFRASTRUCTURE seront en fonte et comporteront un logo qui sera communiqué par FREE INFRASTRUCTURE. Les tampons ne sont ni verrouillés, ni sécurisés (serrures à clefs ou cadenas). Les types de tampons à prévoir sont les suivants :
 - 250 kN : ces trappes ou tampons seront utilisés lorsque les chambres seront implantées en zones piétonnières, en trottoirs, caniveaux dans les rues, accotements des routes et parking accessibles aux poids lourds,
 - 400 kN : ces trappes ou tampons seront utilisés lorsque les chambres seront implantées sur des voies de circulation (y compris les rues piétonnes), sur les accotements stabilisés et les aires de stationnement pour tous types de véhicules routiers.

4.1.3 Les grilles de protections

32. Toutes les chambres de télécommunications FREE INFRASTRUCTURE, à l'exception des modèles PVR, seront équipées de grilles de protection en partie supérieure. Les grilles sont conçues et dimensionnées pour résister à la chute d'un tampon d'une hauteur de 30 cm. Les grilles ne sont ni verrouillées, ni sécurisées (serrures à clefs ou cadenas). Ces grilles seront traitées anticorrosion. En position fermée, chaque grille reposera sur un cadre fixé à l'intérieur de la chambre.

4.1.4 Les fourreaux et tubes

33. Les fourreaux construits pour le compte de FREE INFRASTRUCTURE doivent être en coupe type (par défaut) en Polyéthylène Haute Densité PEHD (diamètre 33/40) ou en PVC (diamètre 56/60). L'utilisation de fourreaux PEHD ou de tube de dimensions différentes, se fera si une contrainte particulière apparaît (règlement de voirie ...).

4.1.5 Les sous tubes

34. La liste des sous tubes éligibles est donnée en annexe 5-a du Contrat. Les sous tubes déployés seront de même marque et de même type pour un usage donné sur l'ensemble d'une Plaque sauf accord préalable de FREE INFRASTRUCTURE.

4.2 Mise en œuvre de la couche infrastructure

35. Dans le cadre d'une construction en propre, l'ouvrage sera dimensionné de manière à pouvoir accueillir les fourreaux et les câbles permettant de raccorder toutes les prises étudiées sur la ou les Poches desservies par cet ouvrage. Le nombre minimum de fourreaux à installer dans une tranchée sera de trois fourreaux PVC de diamètre 60 mm sauf pour les tranchées d'adduction des immeubles pour lesquels un minimum de deux fourreaux PVC de diamètre 45 mm sera autorisé. Une alvéole de manœuvre sera systématiquement prévue
36. Le tracé retenu doit être défini pour s'assurer que la position des chambres ne risque pas de se trouver sous une voie publique en exploitation si un élargissement de la chaussée est possible et s'assurer que le multitubulaire ne peut pas être mis en péril par :
 - le décaissement nécessaire à un élargissement,
 - la mise en œuvre d'un réseau de signalisation.

4.2.1 La tranchée

37. La tranchée doit être dimensionnée pour accueillir la conduite multitubulaire et un grillage avertisseur. Elle ne doit pas être surdimensionnée au-delà de ces besoins. La tranchée ne sera pas équipée de fils de détection.
38. La tranchée sera mise œuvre conformément aux normes NFP 98 332 (règles de distance entre les réseaux et règles de voisinage entre les réseaux et les végétaux) et NFP 98 331 (tranchées : ouverture, remblayage, réfection).

4.2.2 Les franchissements

39. Pour les passages en encorbellement les fourreaux PEHD doivent être protégés par un tube ou un capot acier résistant aux effets attendus de la corrosion et des agressions de l'environnement. Cette protection doit être posée en légère pente et ne pas présenter de points bas autres que ses extrémités (pour permettre un bon écoulement de l'eau). Les différences de dilatation entre les fourreaux, les câbles, l'ouvrage d'art, la protection acier, doivent être prises en considération et un (ou plusieurs) accouplement élastique réalisé.
40. Lors de passages sous les ponts comportant un tablier avec joint de dilatation, les protections à mettre en œuvre lors de la manœuvre des tabliers (risque d'appui des vérins de levage sur le multitubulaire) doivent être prises en considération.
41. En complément des techniques de passage des fourreaux en tranchées et en encorbellement, le forage dirigé et le pousse tube doivent permettre le franchissement de points durs (ex : ligne de voies ferrées, route, ...). Dans ce cas, les fourreaux seront insérés soit dans un TPC, soit dans un tube en PEHD.
42. L'Avant Projet Détaillé doit préciser les conditions techniques de réalisation et de protection du multitubulaire pour chacun des points particuliers.

4.2.3 Les chambres

43. Les chambres à construire doivent permettre le tirage / portage des câbles. Les critères ci-dessous doivent être pris en compte par ordre décroissant d'importance pour l'implantation des chambres :
 - les chambres doivent être installées prioritairement sur le domaine public routier plutôt que le domaine privé,
 - les chambres doivent être situées, dans la mesure du possible, sur une zone hors crues centennaires
 - l'accessibilité des chambres est 24 h/24 h tous les jours de l'année
 - le stationnement à proximité immédiate des chambres doit être possible avec un VL. La sécurité du stationnement qui peut durer plusieurs heures doit être prise en compte.
 - les chambres doivent être installées sur les trottoirs ; l'implantation sur chaussée, bateau d'entrée d'immeuble, passages routiers, chemins de service doivent être évités autant que possible.

- les chambres doivent être installées sur berge, en terrain naturel, la chambre sera localisée de préférence sur une zone la plus éloignée de la rive.

44. Les règles d'installation des chambres sont les suivantes :

- Les chambres reposent sur un lit de sable de 15 cm minimum d'épaisseur débordant d'environ 20 cm sur les 4 cotés du radier inférieur. En terrain meuble, le lit de sable est remplacé par une assise de béton B25 de 10 cm minimum d'épaisseur.
- Les matériaux de remblaiement et leur agencement doivent être identiques à ceux de l'origine. Si la fouille effectuée pour installer la chambre vient contre la zone de roulement du trottoir ou de la route, le remblaiement de ce côté de la chambre est effectué en grave ciment,
- En terrain naturel une finition de propreté en surface est obtenue par l'apport de grave 0/31.5 compactée à la pilonneuse ou par tout autre moyen équivalent sur 30 cm autour de la chambre et jusqu'au chemin de service s'il est distant de moins de 1.5 mètres.
- Si la chambre est installée sur une zone présentant une déclivité supérieure à 5 %, le remblaiement de la fouille est effectué en grave-ciment sur le(s) côté(s) le(s) plus bas dans la pente.
- Après réfection de chaussée, la structure béton des chambres concernées ne sera pas apparente. Un soin particulier sera tenu, lors de la réalisation des enrobés, autour des cadres de chambre.
- Dans le cas de dalles affleurantes, la hauteur finie au-dessus des tampons doit être comprise entre +0 et +1 cm par rapport au niveau du sol.
- Toute différence de mise en œuvre des chambres préfabriquées doit être spécifiée soit dans le cadre d'une note générale applicable au projet soit sur les plans d'exécution du multitubulaire à chaque fois qu'il y a lieu. L'exécution des travaux conformes à cette notification fait l'objet d'une approbation écrite de FREE INFRASTRUCTURE.

45. Suite à audit de France Telecom effectué pendant la phase pilote, le « cahier des charges applicable dans le cadre de l'offre d'accès aux installations de génie civil de France télécom pour les réseaux FTTx » est complété par les règles suivantes :

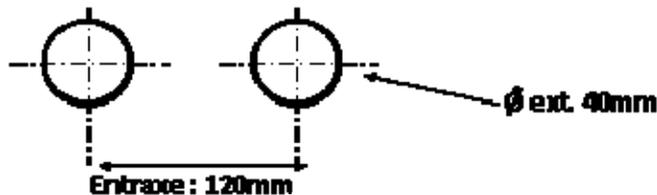
- Lors la création d'une adduction d'une chambre France Télécom pour l'amenée de fourreaux FREE INFRASTRUCTURE, les chambres doivent être percées. Le percement doit être éloigné de l'anneau de tirage. La réfection du masque doit être réalisée avec un béton et non un enduit.
- Les tuyaux doivent arriver à la perpendiculaire du masque, être bloqués par un massif à l'extérieur de celle-ci, être arasés au ras du masque.
- Les tuyaux posés doivent être situés à la même charge que les autres et le plus près possible du panneau où vont transiter les câbles.
- Les tuyaux peuvent être posés l'un sur l'autre en vertical, si la place à l'horizontal n'est pas suffisante.
- Les chambres PVR posées sur les ouvrages FT doivent être posées sur un radier béton de 10 cm.
- La pose des câbles ne doit pas entraver l'exploitation de la chambre (les manchons en place doivent pouvoir être sortis)
- Concernant la pose du blocage des sous tubes, celui-ci s'opère, si le fourreau est complètement occupé, par la pose d'une demi-coquille.
- Concernant la pose de la gaine blanche, pas d'obligation de la poser sur la longueur du câble, sa pose aux extrémités côté masque) sur une longueur de 30CM suffit.

4.2.4 Les fourreaux et les sous tubes

46. Les tubes de plus grandes sections seront sélectionnés en priorité pour permettre le cas échéant d'y tirer plusieurs câbles. Dans tous les cas, le choix des types de tubes à installer devra scrupuleusement respecter les règles d'ingénierie de France Télécom ou des autres concessionnaires

47. La mise en œuvre des fourreaux pour l'infrastructure de génie civil construite pour FREE INFRASTRUCTURE doit répondre aux principes suivant :

- Les fourreaux seront installés en nappe dans les tranchées. Ils seront non marqués et de couleur noire pour le PEHD et grise pour le PVC. .
- Les fourreaux entrants et sortants d'une chambre de raccordement, intermédiaire ou de tirage ont le même repérage. Ils sont positionnés en vis à vis, sans croisement.
- En cas d'encorbellement, des fourreaux de couleur blanche (ayant un coefficient de dilatation inférieur aux fourreaux de couleur noire) pourront être utilisés sur devis.
- Sur le linéaire, le rayon de courbure minimum des fourreaux doit être de 160 cm. Il pourra être ramené à 80 cm pour la dérivation de fourreaux du linéaire vers des chambres.
- Les fourreaux, qui arrivent toujours sur le petit pied droit de la chambre (sauf indication contraire faisant l'objet d'un accord de FREE INFRASTRUCTURE), sont enrobés de béton B25 sur 2 mètres à leur pénétration dans les chambres. Cette règle reste fonction des obstacles aux abords des chambres.
- Les fourreaux PEHD présentent une longueur libre de 10 cm à partir du voile intérieur des chambres. En cas de travaux urbains, si des fourreaux PVC sont utilisés, ils pourront être coupés au ras du masque.



- Dans les chambres, sur les masques, les fourreaux doivent être à 10 cm du fond de la chambre et l'entre axe des fourreaux ne doit pas être inférieur au tiers du diamètre extérieur du plus grand des fourreaux.
- Pour le scellement des fourreaux, un peigne de masque est utilisé dès que le nombre de fourreaux est supérieur à 2. L'extrémité des fourreaux doit être obturée. L'obturateur doit être validé par FREE INFRASTRUCTURE.
- Le raccordement des fourreaux entre eux doit être étanche et sera réalisé à l'aide d'un manchon identique à ceux préconisés par France Télécom.
- Les raccords de fourreaux doivent résister à une traction équivalente à celle de la rupture du fourreau. Pour la pose mécanisée, le diamètre extérieur recherché pour le fourreau en PEHD doit être inférieur à 57 mm.
- Pour le montage des manchons, la coupe du fourreau doit être propre et perpendiculaire à l'axe du fourreau. Après ce tronçonnage, l'extrémité du fourreau doit être chanfreinée (15° environ) à l'aide d'un outil approprié (cône à chanfreiner ou lime).
- Les fourreaux sont installés en nappe dans la tranchée. Entre deux chambres, la disposition des fourreaux doit rester constante (sans croisements).
- Les fourreaux sont installés en une seule opération ininterrompue, afin de ne pas interrompre le chantier. Le multitubulaire peut être posé soit en tranchée ouverte, en soc, en trancheuse, en forage dirigé, tubage.
- Sur le linéaire, le rayon de courbure minimum du multitubulaire doit être de 160 cm. Il pourra être ramené à 80 cm pour la dérivation de fourreaux entre le linéaire et les chambres de télécommunications.
- Pendant les opérations de pose, et après les opérations de pose pour les fourreaux non utilisés, les fourreaux doivent être obturés à l'aide d'un capuchon préconisé par France Télécom.
- Concernant le sous tubage, la pose de nappes de sections 8/10 ou 11/14, doit rester exceptionnelle.

4.2.5 Les appuis

48. Les règles d'ingénierie et de mise en œuvre répertoriées dans le Guide Pratique des appuis communs annexe 5-j seront appliquées pour les différents réseaux en aérien utilisés (FT, EDF ...). L'ingénierie arrêtée devra limiter au maximum le changement des appuis.

4.2.6 L'adduction des NRO

49. Plusieurs cas sont à considérer

- Cas où le LTL est disponible au moment des travaux
- Cas où le LTL n'est pas disponible au moment des travaux d'adduction
- Cas d'un NRO colocalisé avec un POP

50. Quelque soit le cas considéré, la taille des chambres sera déterminée suivant le nombre de câbles, les longueurs de loves pour permettre le cas échéant une intervention sur les câbles en aval des chambres suite à une coupure. Ces chambres seront installées prioritairement sur la parcelle privée de FREE INFRASTRUCTURE où se situe le NRO et en second choix sur le domaine public hors chaussée.

Cas où le LTL est disponible au moment des travaux

51. S'il est prévu que le LTL soit disponible au moment de la construction de l'adduction du NRO, le NRO sera raccordé au génie civil France Télécom ou des autres concessionnaires via une chambre de raccordement FREE INFRASTRUCTURE type L5T.
52. Le raccordement au réseau de France Télécom se fera prioritairement sur deux chambres différentes et en deuxième choix, sur une chambre si le coût des travaux de Génie Civil pour raccorder la deuxième chambre est jugé trop élevé par FREE INFRASTRUCTURE.

Cas où le LTL n'est pas disponible au moment des travaux d'adduction

53. S'il est prévu que le LTL soit livré en retard par rapport à la construction de l'adduction du NRO, le NRO sera raccordé au génie civil France Télécom ou des autres concessionnaires par une ou deux chambres de raccordement FREE INFRASTRUCTURE type L5T en fonction du nombre de CTR de la Plaque. Cette disposition permettra de lover les CTR dans les chambres L5T dans l'attente du LTL.
54. Le Génie Civil entre les chambres et la limite de parcelle privée ou la limite de l'emprise du bâtiment NRO sera créée à la pose en même temps que la pose des chambres. Le raccordement au réseau de France Télécom pourra se faire sur une ou deux chambres.
55. La répartition du nombre de CTR entre les deux chambres L5T devra tendre idéalement vers un équilibre tout en limitant le génie civil à construire en fonction de l'emplacement du NRO sur la Plaque et de la disponibilité du réseau de France Télécoms ou des autres concessionnaires.

Cas d'un NRO colocalisé avec un POP

56. S'il le NRO est colocalisé avec un POP du réseau de collecte FREE INFRASTRUCTURE, le NRO sera raccordé au génie civil France Télécom ou des autres concessionnaires par deux chambres de raccordement FREE INFRASTRUCTURE, deux ensembles de fourreaux et deux accès NRO. Le type de chambre FREE INFRASTRUCTURE dépendra du nombre de CTR à lover.
57. Le raccordement au réseau de France Télécom se fera prioritairement sur deux chambres séparées et en deuxième choix, sur une chambre si le coût des travaux de Génie Civil pour raccorder la deuxième chambre est jugé trop élevé par FREE INFRASTRUCTURE. La distance minimum entre les deux chambres FREE INFRASTRUCTURE sera de 20 m. Toute distance inférieure devra être validée par FREE INFRASTRUCTURE.

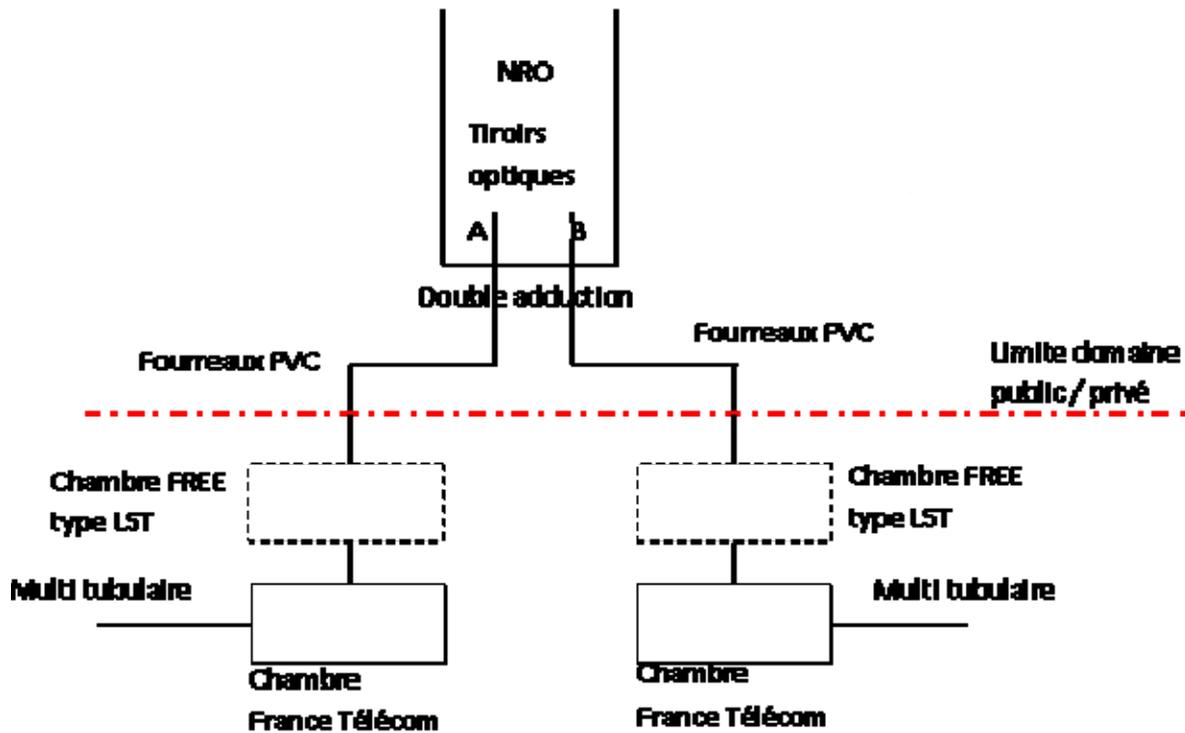


Figure 4 : Principe du raccordement des NRO-P au réseau de desserte

58. L'adduction du NRO sera construite en utilisant les fourreaux PVC. Une réserve de 30m pour chaque câble de fibre optique sera réalisée dans le NRO. Les loaves seront accrochés au mur au plus près de la pénétration dans le local, avec un repérage identifiant le numéro de câble et de Poche.

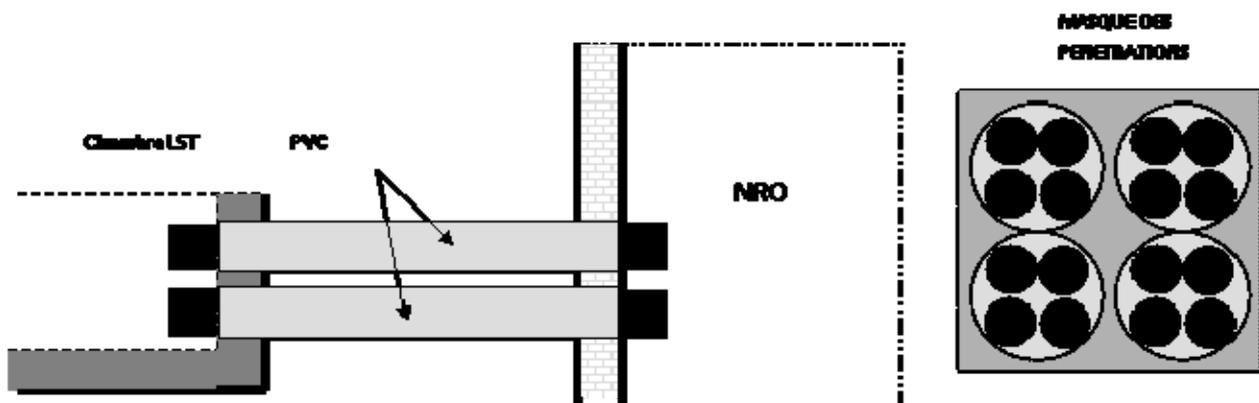


Figure 5 : Principe du raccordement des NRO-P au réseau de desserte

5 Couche optique passive

5.1.1 Règles générales

59. L'optimisation du coût d'investissement de la construction du réseau structurant et du raccordement des immeubles est prioritaire sur optimisation des coûts de redevance.
60. Le nombre de BPE intermédiaire entre le PEC et chaque PDB doit être minimisé et idéalement être nul en généralisant le piquage en ligne et en parallélisant les CDI sur des courtes distances à partir du PEC pour distribuer plusieurs branches.
61. Il doit notamment être évité les coupures de toutes les fibres des CDI pour réduire la capacité des câbles en aval si la disponibilité ou la continuité pneumatique des fourreaux FT le permet. Le nombre de chambres satellites doit être par ailleurs être limité.
62. Le nombre de PDB sera maximisé pour occuper le plus de chambres existantes – sans création de génie civil - dans le respect des règles d'ingénierie France Télécom ou des autres concessionnaires.
63. Un câble de transport ou de distribution ne peut en aucun cas traverser une infrastructure en parcelle privée (autres que les fourreaux gérés par France Télécom voire un autre concessionnaire mais qui ne lui appartiennent pas).
64. Les Immeubles collectifs de moins de six (6) Locaux Raccordables ne doivent pas être adductés par un CAD et une BPI mais directement par des CAB au fur et à mesure des demandes de raccordements abonnés.
65. Pour les BPE qui autorisent le passage des fibres d'une cassette à une autre, le nombre de fibres à extraire doit être égal au nombre de Locaux Raccordables + 10% pour l'ensemble des habitations adductés au PDB, les autres fibres continuant leur chemin sans coupure¹ vers le manchon suivant.
66. Pour les BPE qui n'autorisent pas le passage des fibres d'une cassette à une autre, le nombre de micromodules à extraire doit être égal au nombre de Locaux Raccordables + 10% divisé par le nombre de fibres par micromodule pour l'ensemble des habitations adductées au PDB, les autres micromodules continuant leur chemin sans coupure vers le manchon suivant.
67. Le nombre de câbles en sortie de BPE retenu dépend prioritairement de la capacité des BPE (cf annexe 5-c). La règle France Télécom qui limite le nombre de câbles par boîtier (PEO) ne sera pas appliquée compte tenu de l'incertitude sur le raccordement effectif des câbles d'adduction immeubles. En revanche le tableau des infrastructures France Télécom (annexe 6) sera rempli avec le nombre maximum de câble autorisé par l'ingénierie France Télécom.

5.2 Principes de raccordement

68. Les principales techniques de raccordement du réseau de distribution sont :
 - le piquage en ligne
 - la distribution en étoile
 - le piquage tendu
 - le joint droit

5.2.1 Piquage en ligne

69. Le piquage en ligne permet la coupure exclusive des μ modules de fibres optiques du câble principal en passage et leur raccordement dans la BPE vers un câble dérivé destiné à la desserte d'immeubles ou d'habitation individuelle. Les μ modules de fibres optiques du câble principal en passage dans la BPE destinées à des PDB situés en aval de la BPE considérée ne sont pas coupés mais simplement lovés dans la BPE.

¹ Exemple : pour un PDB desservant deux immeubles de 11 et 15 locaux raccordables, le nombre de fibres à extraire sera de $11*1,1 + 15*1,1 = 29$. 7 fibres parmi les 3 modules de 12 fibres extraits ne seront pas coupées.

Le piquage en ligne est à privilégier autant que possible. Il est autorisé sur toutes les BPE, PDB et PEC compris.

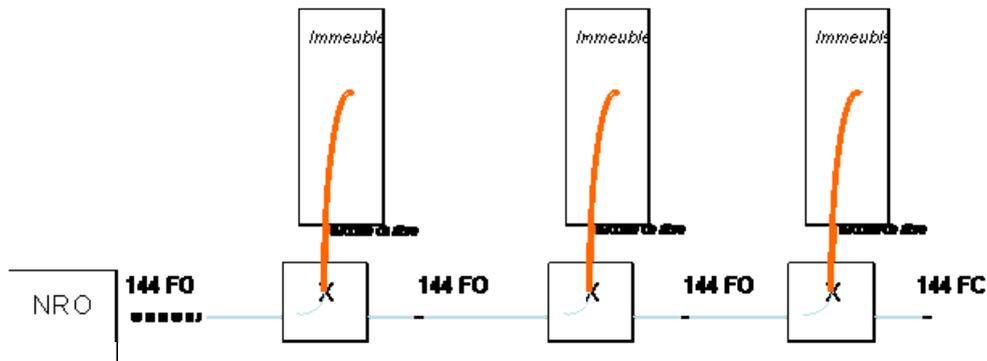


Figure 6 : Piquage en ligne

5.2.2 Distribution en étoile

70. La distribution en étoile est effectuée par regroupement de plusieurs câbles destinés à la desserte de différents immeubles ou d'habitation individuelle sur une même BPE installée en extrémité du CDI ou PEC. Ce type de raccordement sera utilisé là où la continuité pneumatique des infrastructures imposent l'éclatement du CDI pour desservir plusieurs rues sans aller retour de câbles, ou dans les zones de type grand ensemble ou de grosses copropriétés.

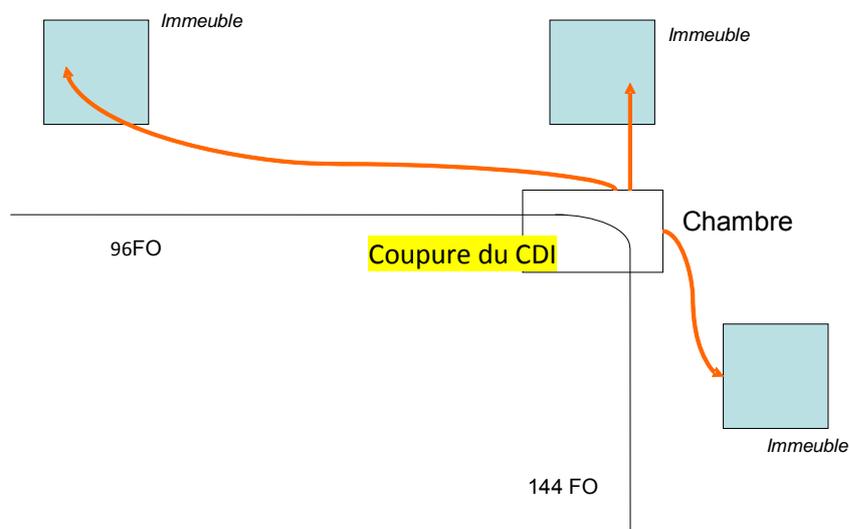


Figure 7 : Raccordement en étoile

5.2.3 Piquage tendu

71. Le déploiement en piquage tendu sera uniquement utilisé pour les déploiements en égouts. Dans ce cas de figure, l'extraction de module de fibres est réalisée par coupure en aval au niveau du Kit De Coupure (KDC) au maximum à 30 m du point d'extraction suivi du tirage arrière du module à dériver au niveau du Kit De Dérivation (KDD). Cette extraction de fibres du câble est réalisée sans soudure dans le KDD.

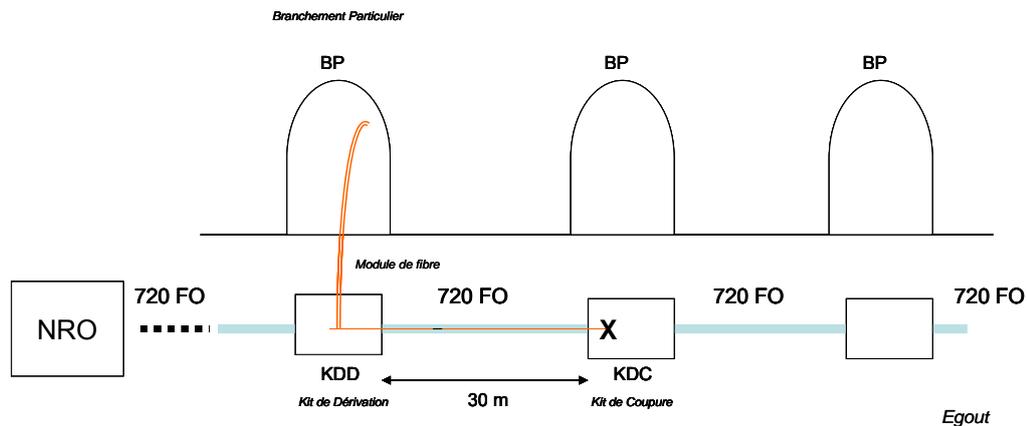


Figure 8 : Piquage tendu

5.2.4 Joint droit

72. Le joint droit permet le raccordement en ligne de câbles identiques (voire de 2 câbles de structures différentes mais de capacités identiques). L'utilisation de joint droit n'est permise que pour l'avènement d'événement exceptionnel survenant lors de la construction du réseau et pendant la phase d'exploitation du réseau (dévoisement de chambre sur instruction des services de voirie, coupure de câble, raccordement de câble conduite sur des câbles égout ...).
73. Le raccordement de 2 câbles identiques se fait, pour les modules et pour les fibres, couleur sur couleur. Le raccordement de câbles, de structures différentes mais de capacités identiques, se fait en respectant le numéro des fibres.

5.3 Desserte par typologies d'habitat

74. Les règles d'ingénierie à suivre quant au positionnement et à la matérialisation des différents nœuds fonctionnels du réseau de desserte optique en fonction des différentes typologies d'habitat sont décrites ci-après. Le dimensionnement du réseau de transport et distribution tiendra compte de ces règles en reprenant cette typologie.
75. Sont décrits les différents types de desserte suivants :
 - Desserte d'immeuble en Fourreau FT ou génie civil en propre
 - Desserte des zones pavillonnaires en Fourreau FT ou génie civil en propre
 - Desserte des zones pavillonnaires en aérien
 - Desserte des zones pavillonnaires en transition aérosouterraine
 - Desserte des Immeubles en façade
 - Desserte des pavillons en façade
 - Desserte en longitudinal immeubles
 - Desserte en immeuble de très fortes densités (multi colonne montante)

5.3.1 Desserte des habitats collectifs en fourreaux FT ou GC en propre

76. Un immeuble est raccordé au réseau de distribution au niveau du Boitier de Pied d'immeuble (BPI) par un câble d'adduction (CAD). Hors bout de ligne, le CAD est dérivé du câble de distribution par piquage en ligne d'un Boitier de Protection d'épissure (BPE) au niveau du PDB. A un BPI est raccordé un seul CAD.
77. La desserte dans les immeubles vers les Locaux Raccordables est réalisée par un ou plusieurs Câbles Immeubles (CIM) installés dans les parties communes et dans les colonnes montantes à partir des BPI jusqu'aux Boîtes de Palier (voir règles d'ingénierie verticalité pour plus de détail).

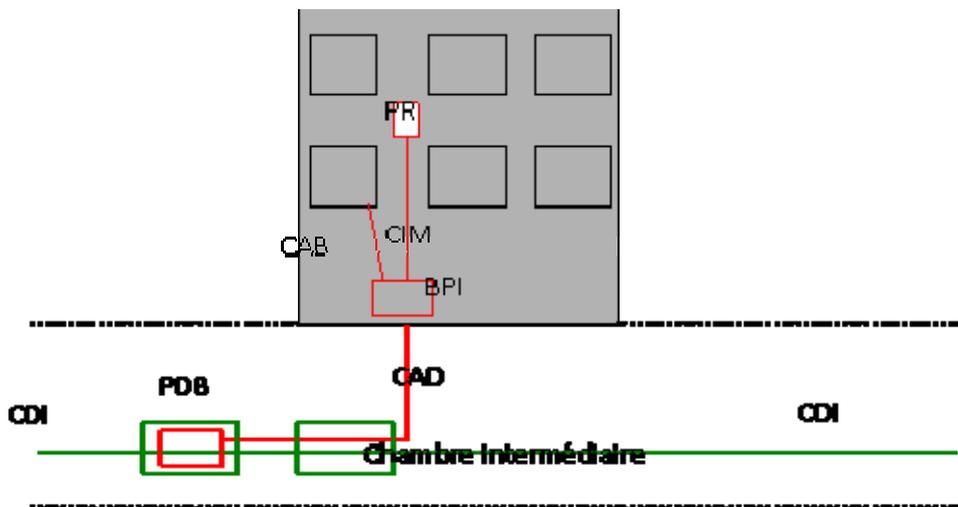


Figure 9 : Desserte d'immeuble en génie civil en propre ou en Fourreau FT

78. La position du PDB sera définie selon les règles suivantes.
- Le tirage du CAD du PDB au BPI en immeuble doit être possible sans création de génie civil. Le nombre de pas de chambres entre la chambre du PDB et la chambre d'adduction de l'immeuble doit être égal à zéro ou un et la distance [PDB, chambre d'adduction] ne doit pas dépasser 30 mètres sauf cas particulier à valider par FREE INFRASTRUCTURE.
 - Hors infrastructure France Télécom, les immeubles situés en périphérie d'une parcelle privée doivent disposer d'un PDB à moins de 100 m, plus un fourreau libre si infrastructure existante ou à construire entre ce PDB et la limite entre le domaine public et privé.

5.3.2 Desserte des zones pavillonnaires en fourreaux FT ou GC en propre

79. Une habitation individuelle est raccordée au réseau de distribution directement par un câble d'abonné (CAB) délimité par un Boîtier Abonné (BAB). Le CAB est dérivé du câble de distribution par piquage en ligne ou distribution en étoile depuis un point de branchement (PDB) situé en domaine public dans une chambre qui le matérialise. Une habitation individuelle est raccordée par un seul CAB.

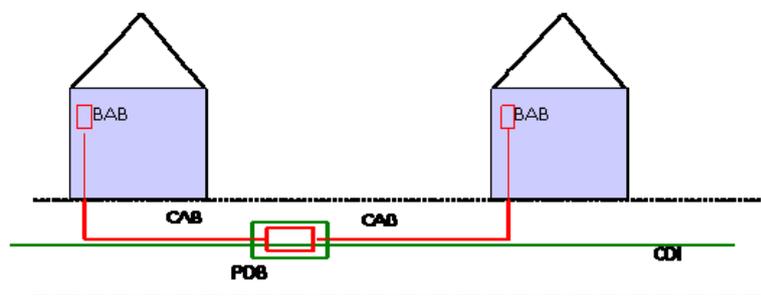


Figure 10 : Desserte pavillon en génie civil en propre ou en fourreau FT

80. La position du PDB sera définie selon les règles suivantes :
- Règle prioritaire. La pose du CAB entre PDB à l'habitation individuelle doit être faite sans création de génie civil et il ne doit pas y avoir de chambre intermédiaire entre le PDB et les habitations individuelles, sauf si moins de 4 habitations sont raccordées à un BPI. Dans ce cas les habitations seront raccordées à un BPI situé à un pas de chambre.

- Hors infrastructure France Télécom, les habitations individuelles doivent disposer d'un PDB équipé d'un BPE à moins de 30 m, plus un fourreau libre (cas infrastructure mobilisable) ou à construire (autres cas) entre ce PDB et la limite séparant le domaine public du domaine privé.

5.3.3 Desserte des zones pavillonnaires en aérien

81. Une habitation individuelle est raccordée au réseau de distribution directement par un câble d'abonné (CAB) délimité par un Boitier Abonné (BAB). Le CAB est dérivé du câble de distribution aérien par piquage en ligne d'un Boitier de Protection d'épissure (BPE) situé sur un appui (poteau) qui matérialise le point de branchement (PDB).
82. Un PDB desservira une ou plusieurs habitations individuelles dans la limite maximum de six habitations individuelles par PDB (sauf cas particulier à valider par FREE INFRASTRUCTURE) et dans une limite de longueur du CAB fixée par les règles du gestionnaire d'appui communs, et le volume et la capacité des BPE référencées par FREE INFRASTRUCTURE.
83. La longueur maximum de la portée entre le PDB et l'habitation individuelle est de 60 mètres, un poteau complémentaire pouvant servir d'appui intermédiaire. Le transit d'un CAB via un support intermédiaire entre le PDB situé sur poteau et l'habitation individuelle qu'il dessert n'est pas autorisé sauf cas exceptionnel à faire valider par FREE INFRASTRUCTURE.
84. Les PDB sur poteau doivent être positionnés de manière à ne pas créer de surplomb d'une tierce parcelle lors de la mise en place du CAB pour le raccordement d'une habitation individuelle.
85. La zone pavillonnaire est desservie via un seul câble de distribution terrestre au niveau d'une chambre située en tête de zone, chambre qui matérialise le point intermédiaire (PI) en cas de refus du gestionnaire d'utiliser les appuis aérien.
86. Un CDI qui distribue une zone pavillonnaire ou une zone mixte d'habitations individuelles et collectives en aérien ne devra pas être utilisé pour desservir une zone plus en aval en infrastructure enterrée. Des cas particuliers justifiés par un gain économique avéré seront validés par FREE INFRASTRUCTURE en début de phase d'étude.
87. Par défaut un PDB sera installé par poteau à l'exception des PDB desservant une ou deux habitations individuelles ou collectives qui pourront être regroupés sur le poteau en amont ou aval de celui faisant fac à ces habitations.

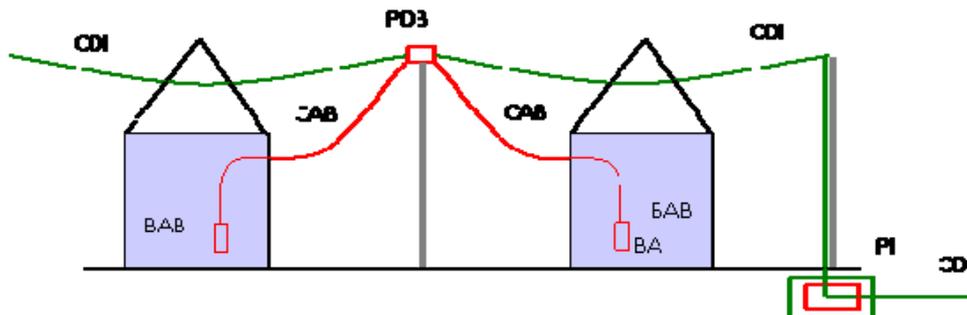


Figure 11 : Desserte de pavillons sur poteaux et appuis

5.3.4 Desserte des zones pavillonnaires en transition aéro-souterraine

88. Une habitation individuelle est raccordée au réseau de distribution directement par un câble d'abonné (CAB) délimité par un Boitier Abonné (BAB). Le CAB est dérivé du câble de distribution terrestre (CDI) par piquage en ligne d'un Boitier de Protection d'épissure (BPE) situé dans une chambre qui matérialise le point de branchement (PDB). Le CAB se prolonge jusqu'au BAB via l'utilisation d'un appui aérien (poteau) et un génie civil pour la transition aéro-souterraine.
89. Le GC sera créé entre la chambre et le poteau lors du déploiement du réseau de distribution

90. Un PDB desservira une ou plusieurs habitations individuelles dans la limite maximum de six habitations individuelles par PDB. La longueur maximum de la portée entre le PDB et l'habitation individuelle est de 60 mètres. Le transit d'un CAB via un support intermédiaire entre le PDB situé sur poteau et l'habitation individuelle qu'il dessert n'est pas autorisé sauf cas exceptionnel à faire valider par FREE INFRASTRUCTURE.
91. Les PDB sur poteau doivent être positionnés de manière à ne pas créer de surplomb d'une tierce parcelle lors de la mise en place du CAB pour le raccordement d'une habitation individuelle.

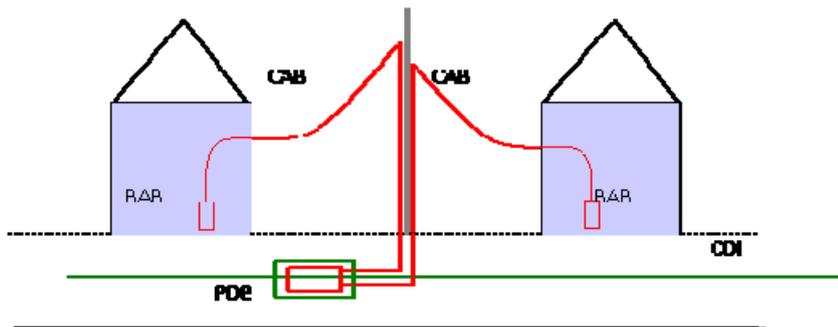


Figure 12 : Desserte de pavillons en transition aéro-souterraine

5.3.5 Desserte des d'immeubles en façade

92. Les Locaux Raccordables des immeubles desservis en façade sont raccordés au réseau de distribution directement par un câble d'abonné (CAB) délimité par un Boîtier Abonné (BAB).
93. Le CAB qui chemine en façade est dérivé du câble de distribution (CDI) par piquage en ligne d'un coffret situé en façade et qui matérialise le point de branchement (PDB). Le nombre de Locaux Raccordables rattachés à un PDB façade est de 8 en nominal et 12 maximum à valider par FREE INFRASTRUCTURE.
94. Un PDB façade peut desservir jusqu'à trois BPI via trois CAD typiquement pour desservir des petits ensembles collectifs. Les combinaisons PDB – CAD – BPI possibles sont les suivantes :
- un PDB vers une BPI via un CDI de 12 fibres
 - un PDB vers une BPI via un CDI de 24 fibres
 - un PDB vers deux BPI via deux CDI de 12 fibres
 - un PDB vers deux BPI via un CDI de 12 fibres et un de 24 fibres
 - un PDB vers trois BPI via trois CDI de 12 fibres
 - un PDB vers trois BPI via deux CDI de 12 fibres et un de 24 fibres
95. La zone d'immeuble est desservie via un seul câble de distribution à partir d'un Boîtier de Protection d'épissure (BPE) au niveau d'une chambre située en tête de zone, chambre qui matérialise le point intermédiaire (PI) en cas de refus du gestionnaire ou de propriétaires d'utiliser la façade.
96. Un CDI qui distribue une zone d'immeubles en façade ne devra pas être utilisé pour desservir une zone plus en aval en infrastructure enterrée. Des cas particuliers justifiés par un gain économique avéré seront validés par FREE INFRASTRUCTURE en début de phase d'étude.

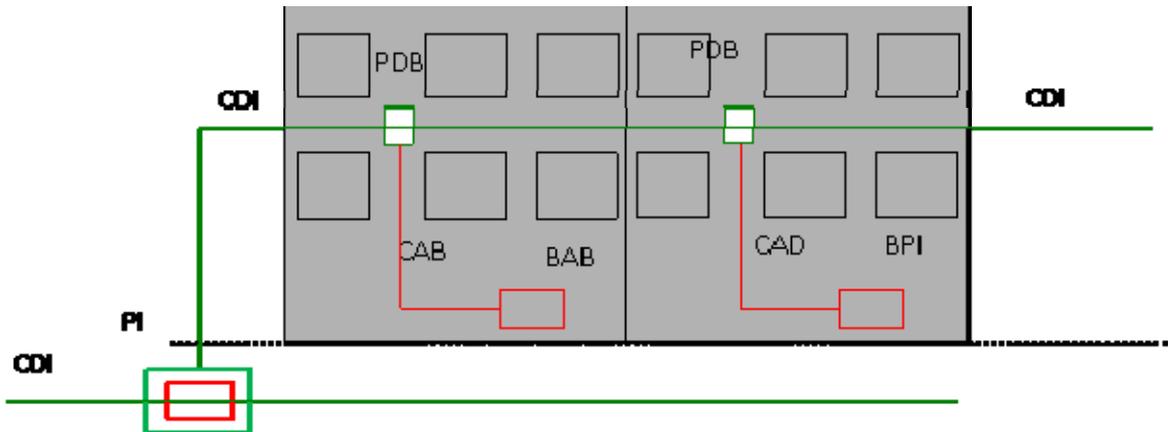


Figure 13 : Desserte d'immeuble en Façade

5.3.6 Desserte de pavillon en façade

97. Les habitations individuelles desservies en façade sont raccordées au réseau de distribution directement par un câble d'abonné (CAB) délimité par un Boitier Abonné (BAB). Le CAB qui chemine en façade est dérivé du câble de distribution (CDI) par piquage en ligne d'un Boitier de Protection d'épissure (BPE) situé en façade et qui matérialise le point de branchement (PDB).
98. Un PDB peut desservir plusieurs Locaux Raccordables dans une limite de longueur du CAB inférieure à 15 mètres. Toute longueur supérieure devra être validée par FREE INFRASTRUCTURE en phase d'étude.
99. La zone pavillonnaire est desservie via un seul câble de distribution (CDI) par piquage en ligne d'un Boitier de Protection d'épissure (BPE) au niveau d'une chambre située en tête de zone, chambre qui matérialise le point intermédiaire (PI).

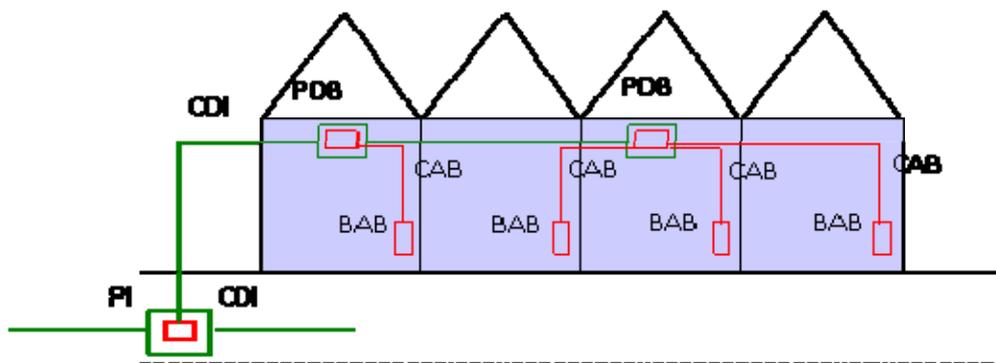


Figure 14 : Desserte de pavillon en façade

5.3.7 Desserte en longitudinal immeubles

100. Pour les immeubles situés à l'intérieur d'une parcelle privée à une distance supérieure de 100 m du domaine public, les modalités techniques d'adduction des immeubles et de cheminement des CAD en génie civil ou en longitudinal immeuble (chemins de câble, conduite intérieure ...) seront réalisées selon la notion de programme immobilier habituellement rattachée aux conventions signées entre les bailleurs et FREE INFRASTRUCTURE.
101. Pour les CAD d'une capacité supérieure ou égale à 72 fibres cheminant en longitudinal immeubles une protection mécanique sera mise en place (tube PVC, gaine de protection, chemin de câble capoté...)

102. Si du génie civil doit être créé dans la voie privée, une convention autorisant l'occupation et la mise en œuvre des infrastructures de FREE INFRASTRUCTURE doit être établie et validée par le propriétaire et par FREE INFRASTRUCTURE préalablement aux travaux.
103. La desserte dans les immeubles vers les Locaux Raccordables est réalisée par un ou plusieurs Câbles Immeubles (CIM) installés dans les parties communes et dans les colonnes montantes à partir des BPI jusqu'aux Boîtes de Palier (voir règles d'ingénierie verticalité pour plus de détail).

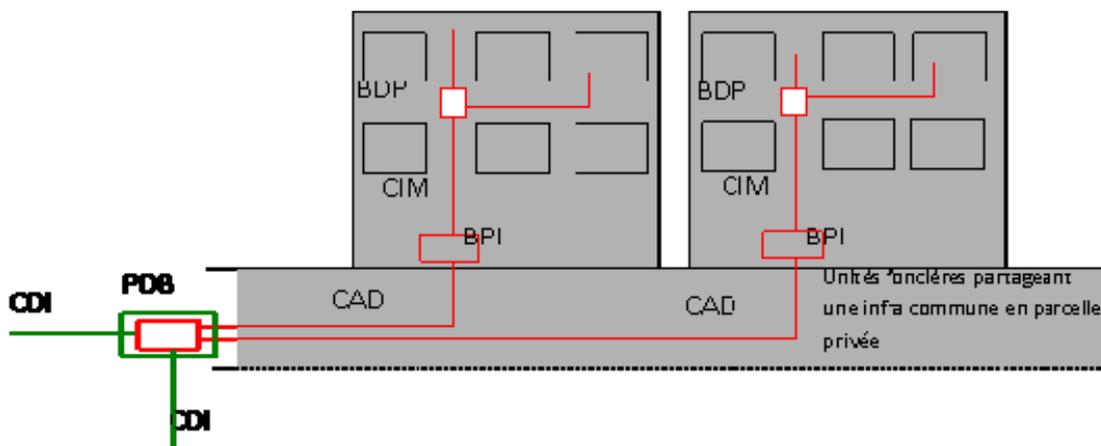


Figure 15a : Desserte en longitudinal immeubles

104. L'exemple ci-dessous est autorisé si le PDB est situé à l'extérieur de l'immeuble et si les deux immeubles appartiennent à la même unité foncière.

DESSERTE D'IMMEUBLE EN SOUS TERRAIN

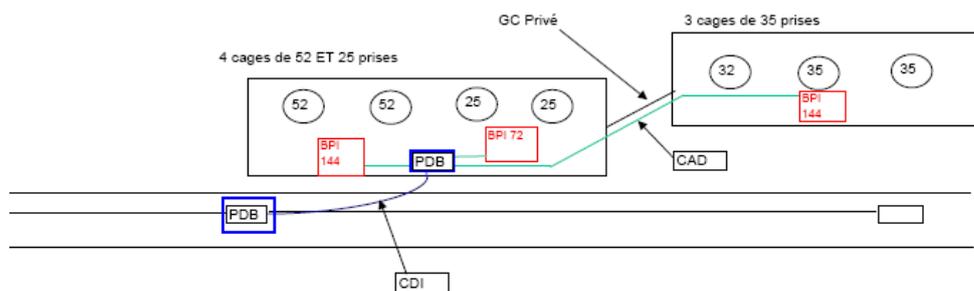


Figure 16b : Desserte en longitudinal immeubles

5.3.8 Desserte en immeuble de très forte densité

105. Pour les immeubles de forte densité, un BPI ne desservira pas plus de 72 Locaux Raccordables qui pourront être répartis sur plusieurs colonnes montantes. Les BPI de plus de 72 fibres et jusqu'à 144 fibres sont à éviter sauf cas spécifique à valider par FREE INFRASTRUCTURE. Il n'existe pas de BPI au-delà de 144 fibres.
106. Les immeubles de forte densité sont raccordés au réseau de distribution par de multiples câbles d'adductions (CAD) empruntant dans la mesure du possible des conduites sur des tracés différents. Chaque CAD est raccordé sur un Boîtier de Pied d'immeuble (BPI) et à son autre extrémité sur un PDB placé à l'extérieur de l'immeuble en domaine privé. Ce PDB est raccordé via un CDI directement sur le PEC ou sur une BPE intermédiaire.

107. La distribution des câbles en colonne montante des Logements Raccordables est réalisée par un ou plusieurs Câbles Immeubles (CIM) reliés au BPI et terminés par un PDB (voir règles d'ingénierie verticalité pour plus de détail)

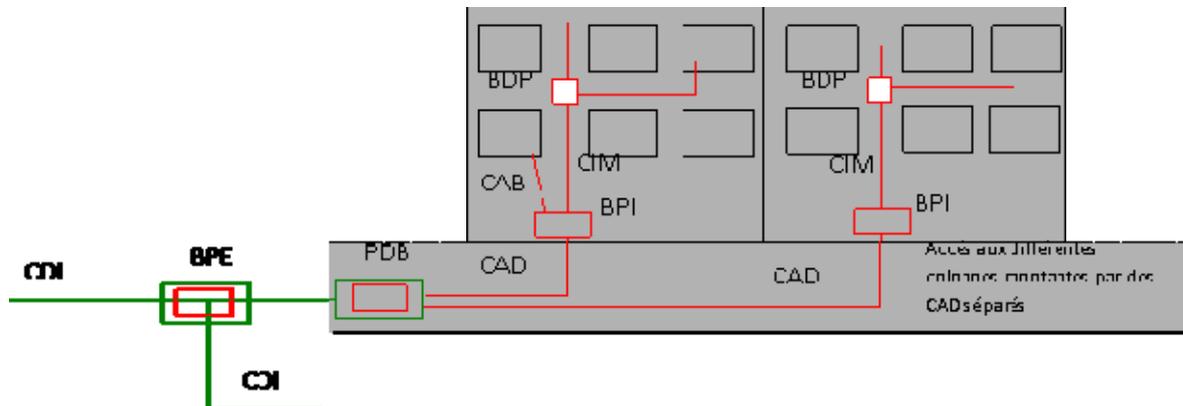


Figure 17 : Desserte en immeuble de très forte densité

5.4 Composants de la couche passive

5.4.1 Les câbles optiques

108. La liste des câbles de transport, distribution, adduction d'immeuble éligibles en fonction des environnements de déploiement (conduite, égout, aérien, façade) est donnée en annexe 5-b. Les câbles déployés seront de même marque et de même type pour un usage donné sur l'ensemble d'une plaque sauf accord préalable de FREE INFRASTRUCTURE.

Capacité des câbles

109. Les capacités des câbles sont :

- CTR : 720 fibres².
- CDI : 12, 24, 48, 72, 96, 144, 288, 432, 720 fibres optiques.
- CAD : 12, 24, 48, 72, 96, 144 fibres optiques

110. Suivant l'Infrastructure utilisée les capacités de câble à utiliser sont :

- En Génie civil : 12, 24, 48, 72, 96, 144, 288, 432, 720
- En Aérien : 12, 24, 48, 72, 144, 288
- En Façade : 12, 24, 48, 72, 96
- En égout : 144, 288, 720 et gaine en PEHD, blindée et aiguillée pour la dérivation à partir des KDD d'un ensemble de 1 à 5 µmodules de 12 fibres optiques

Système de repérage des fibres

111. Le système de repérage des fibres permettant d'identifier une fibre dans un tube est basé sur le code couleur défini dans le tableau ci-après. Au delà d'une série de 12 fibres/tubes, une ou plusieurs bagues d'identification sont réalisées à la fabrication par le câblier.

² Un CTR pourra desservir les immeubles situés à proximité du NRO avec des capacités de 432, 288 ou 144 fibres optiques

N° Fibre	Couleur
1	Rouge
2	Bleu
3	Vert foncé
4	Jaune
5	Violet
6	Blanc
7	Orange
8	Gris
9	Marron
10	Vert Pâle
11	Turquoise
12	Rose

Tableau 1 : Correspondance numéro et couleur des fibres

Système de repérage des micromodules

112. Chaque micromodule est repéré tous les 5 cm par 1, 2, 3, 4 ou 5 marques parallèles pour permettre son identification parmi les N micromodules.

Rouge	Bleu	Vert	Jaune	Violet	Blanc	Orange	Gris	Marron	Vert Pale	Turquoise	rose
µmodule 1	µmodule 2	µmodule 3	µmodule 4	µmodule 5	µmodule 6	µmodule 7	µmodule 8	µmodule 9	µmodule 10	µmodule 11	µmodule 12
#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
µmodule 13	µmodule 14	µmodule 15	µmodule 16	µmodule 17	µmodule 18	µmodule 19	µmodule 20	µmodule 21	µmodule 22	µmodule 23	µmodule 24
##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
µmodule 25	µmodule 26	µmodule 27	µmodule 28	µmodule 29	µmodule 30	µmodule 31	µmodule 32	µmodule 33	µmodule 34	µmodule 35	µmodule 36
###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###	###
µmodule 37	µmodule 38	µmodule 39	µmodule 40	µmodule 41	µmodule 42	µmodule 43	µmodule 44	µmodule 45	µmodule 46	µmodule 47	µmodule 48
####	####	####	####	####	####	####	####	####	####	####	####

μmodule 49	μmodule 50	μmodule 51	μmodule 52	μmodule 53	μmodule 54	μmodule 55	μmodule 56	μmodule 57	μmodule 58	μmodule 59	μmodule 60
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####

Marquage des câbles

113. Le câble est marqué tous les mètres par un gravage identifiant :

- le fabricant, l'opérateur et la nature du câble,
- Une bande métrée et un numéro de bobine mère.

NB : ce numéro de bobine permet d'identifier un câble uniquement en relevant une bande métrée à partir du fichier de livraison de touret de câble.

Repérage et étiquetage

114. Pour les réseaux enterrés, aériens, façade, intérieur, le marquage sera réalisé en entrées et sorties des chambres, armoires, bornes, coffrets ou boîtiers conformément à l'annexe 5-k - Règles de repérage et étiquetages des matériels. Spécifiquement en égout l'étiquetage de tous les câbles (même dans un toron) sera réalisé tous les 10 mètres et au changement de direction pour les utilisations en égout.

115. Une étiquette comprendra :

- Identifiant de l'opérateur : « FREE INFRASTRUCTURE »
- N° de téléphone d'urgence : « N° d'urgence 00 00 00 00 »
- N° d'identification du câble : « CTR_PLA93_020_33_01 »

5.4.2 Les Boîtes de Protection d'Epissure (BPE)

116. La liste des BPE éligibles est donnée en annexe 5-c. Les BPE déployées seront de même marque et de même type pour un usage donné sur l'ensemble d'une Plaque sauf accord préalable de FREE INFRASTRUCTURE

117. Les boîtes d'épissure mises en œuvre, doivent avoir un nombre suffisant d'entrées de câbles, et permettre une ré-intervention aisée pour le(s) rajout(s) éventuel(s) de câble(s) en application des 10% de réserve prévue initialement.

118. Le nombre de cassettes doit permettre le raccordement de l'ensemble des fibres prévues dans l'ingénierie, mais doit permettre également le raccordement de fibres supplémentaires en application des 10% de réserve prévue initialement.

5.4.3 Les tiroirs optiques au NRO

119. Les tiroirs optiques, accrochables sur châssis ou ferme sont de type NEXANS et sont fournis par FREE INFRASTRUCTURE pré-équipés avec des pigtails et des corps de traversés. Ils assurent la gestion complète des arrivées de câbles, de l'épanouissement des μmodules, du raccordement des fibres sur les connecteurs, et des brassages optiques.

5.5 Mise en œuvre de la couche passive

5.5.1 Les câbles optiques horizontaux

Dimensionnement des câbles

120. Le dimensionnement des câbles fibre optique de transport, distribution, adduction d'immeuble à mettre en place est directement lié au nombre de Locaux Raccordables (LR) à alimenter sur une Plaque ou Poche donnée, avec une réserve supplémentaire de 10 %. Toute autre quantité devra être soumise à FREE INFRASTRUCTURE pour validation.

- Nombre de FO dans un câble = Nombre de LR à desservir par le câble / 0,9

- Exemple : nombre de Locaux Raccordables par câble $720 \text{ FO} = 720 \times 0,9 = 648$

121. La capacité du CDI sera maximisée pour réduire le nombre de CDI à tirer en parallèle dans une même conduite sur un tronçon donné tout en tenant compte des règles d'ingénierie France Télécom en vigueur ainsi que des caractéristiques techniques des BPE éligibles.

Gestion des rompus

122. La gestion des rompus de câbles sur les tourets doit être optimisée. Pour les câbles de capacité inférieure ou égale à 288 fibres, un plan de calpinage sera défini avant le démarrage de travaux pour justifier la bonne utilisation des linéaires de câble. Les longueurs ainsi définies seront reprises dans les bons de livraison adressés au fournisseur de câbles

123. Pour les câbles de capacité supérieure à 288 fibres, un tableau de découpe des câbles sera transmis aux fournisseurs de câbles pour la constitution des tourets à partir des bobines mères.

Love de manoeuvre

124. Dans les chambres accueillant des coffrets, un love de manoeuvre doit impérativement être prévu afin de pouvoir extraire et travailler dans les boîtiers de protection d'épissures en dehors de la chambre dans un véhicule ou sous une tente. Une longueur de 15 mètres de part et d'autre de la boîte est à prévoir. Il ne sera pas créer de chambre satellite si les 15 mètres de love ne peuvent être installés.

125. Pour les boîtiers de protection d'épissures en égout, un love d'une longueur nécessaire à l'extraction de celui-ci à l'extérieur de l'égout devra être prévu sur tous les câbles transitant par ce boîtier

126. Sur le trajet optique, une réserve équivalente à 5% des longueurs posées doit être positionnée régulièrement dans les chambres FREE INFRASTRUCTURE uniquement. Lorsque la chambre prévue pour le positionnement de la réserve de câble est saturée, et qu'aucune chambre à proximité ne le permet, une chambre satellite sera réalisée. Cette règle s'applique aussi pour les points de branchements quelque soit leur implantation.

Méthode de pose

127. Les câbles sont installés dans les fourreaux, des chemins de câbles, des galeries technique, des égouts visitables soit en utilisant des techniques de tirage traditionnelles soit en utilisant des technique de soufflage ou portage. Pour les longueurs de quelques centaines de mètres, l'utilisation d'un treuil équipé d'un système enregistrant les forces de tractions et limitant les seuils à ne pas dépasser est demandée.

128. Quelque soit le mode retenu, la pose des câbles devra scrupuleusement suivre les spécifications techniques et les modalités de mise en œuvre des fournisseurs en particulier et sans que cela soit exhaustif pour les contraintes suivantes. Il en est de même pour la pose des câbles en chambres.

- La traction.
- La torsion
- Le pliage (faible rayon de courbure)
- L'écrasement
- Les contraintes climatiques
- Les contraintes de stockage

5.5.2 Les Boîtes de Protection d'Epissure (BPE)

129. Les fibres optiques destinées à des prises étudiées mais non raccordables (faute de convention par exemple) sont laissées en attente dans le BPE du PDB. Le BPE du PDB doit permettre le raccordement exhaustif des immeubles de manière aisée (suivant les règles de l'art) des prises raccordables dédiées à celui-ci.

5.5.3 Les tiroirs optiques au NRO

130. Toutes les fibres des câbles de transport (CTR) sont à raccorder dans les baies optiques terminales ARO (Armoire Optique) du NRO. Les baies utilisées sont des baies « simple face (300 x 600) » ou « double face (600x600) ». Chacune des faces permet de recevoir :

- 10 tiroirs optiques (TOR), chaque tiroir de 144 FO est équipé de 6 cassettes, pouvant recevoir chacune 24 épissures, soit un total de 144 fibres par tiroir.
- 2 câbles 720 fibres. Chaque câble 720 Fo est épanoui dans un boîtier d'épanouissement, qui est fixé sur les la partie arrière du bâti de l'armoire.

131. Les ARO sont conçues pour permettre à tout opérateur même inexpérimenté de respecter les rayons de courbure des fibres et cordons, seule garantie d'un bon fonctionnement. Pour respecter cette exigence les têtes sont équipées de chemins guides fibres ou organiseurs.

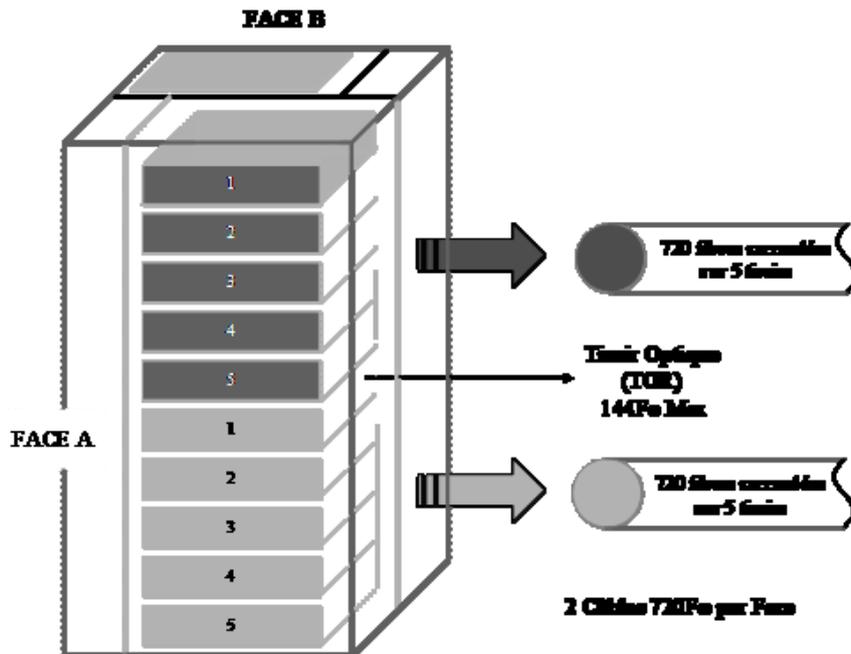


Figure 18 : Baie Optique Terminale ARO (Armoire Optique)

132. L'installation des câbles de transport devra comprendre les prestations suivantes :

- La gestion des arrivées de câbles :
 - Arrivées des câbles latéralement ou à l'arrière des têtes,
 - Identification des câbles,
 - Amarrage des câbles,
- La gestion des brassages :
 - Identification des câbles par étiquetage de la tête,
 - Identification des connecteurs en face avant par numérotation,
 - Eclatement des câbles 720 en modules – pose de l'éclateur
 - Décaissage des têtes de câbles,
 - Dégagement aisé des départs de cordons sur le devant des têtes lors de l'utilisation,
 - Gestion des sur longueurs par goulotte latérale de protection et guidage,
 - Protection au moyen de tube ICT fendu et souple
 - Sécurisation de l'ensemble.
- L'épanouissement et le raccordement des fibres :

- Identification des fibres,
- Protection et lovage des fibres dans les cassettes,
- Epissures des fibres sur les pigtails
- Protection des points d'épissure,
- Installation des corps de traversée optique, en face avant pour brassage.
- Guidage des pigtails et connections aux corps de traversée optique
- Nettoyage des férules des corps de traversée optique

133. Les modes opératoires pour la pose des tiroirs optiques et des éclateurs sont détaillés en annexe 5-g3.

Repérage des gaines

134. Un repérage par bague des gaines de Ø 8,5 en sortie du boîtier d'épanouissement indique le numéro du tiroir destinataire :

- N°BEP N°TUBE N° µmodules N°Tiroir
- BEP 1 TUBE 1 µmodules 1 à 12 1
- BEP 1 TUBE 2 µmodules 13 à 24 2
- BEP 1 TUBE 3 µmodules 25 à 36 3
- BEP 1 TUBE 4 µmodules 37 à 48 4
- BEP 1 TUBE 5 µmodules 49 à 60 5
- BEP 2 TUBE 1 µmodules 1 à 12 6
- BEP 2 TUBE 2 µmodules 13 à 24 7
- BEP 2 TUBE 3 µmodules 25 à 36 8
- BEP 2 TUBE 4 µmodules 37 à 48 9
- BEP 2 TUBE 5 µmodules 49 à 60 10

Repérage des pigtails

135. Un repérage par une bague (type PLIOSNAP+ de SES Sterling) de chaque pigtail en sortie de cassette identifie la position du connecteur en face avant.

5.5.4 Epissures et raccordements optiques

Organisation des fibres et des modules en BPE (hors façade)

136. Pour faciliter la mise en œuvre et la maintenance des câbles tout en optimisant l'utilisation des cassettes en BPE, les raccordements des câbles aux PEC (entre CTR et CDI ou CTR et CAD) ou PDB (entre deux CDI ou CDI et CAD) sont fait prioritairement entre fibres de même couleur et appartenant à un même module.
137. Les numéros de modules des câbles adjacents peuvent être différents, mais les fibres d'un module du câble en amont sont raccordées « en bijection » sur les fibres d'un seul module du câble en aval sauf reliquat (voir ci-après). Les modules sont rangés par cassettes adjacentes en suivant l'ordre des numéros de modules.
138. Lorsque le nombre de fibres à souder entre deux câbles n'est pas un multiple de 12 (capacité unitaire de cassettes en BPE), le reliquat des fibres du dernier module est soit raccordé couleur par couleur dans la cassette suivante lorsque le nombre de fibres restantes est égal ou supérieur à 8, soit raccordé sans respecter l'ordre des couleurs dans les dernières cassettes du BPE si le nombre de fibres est inférieur à 8. Les cassettes gérant les fibres en reliquat peuvent accueillir plusieurs fibres appartenant à différents modules. (Voir figure ci-après)

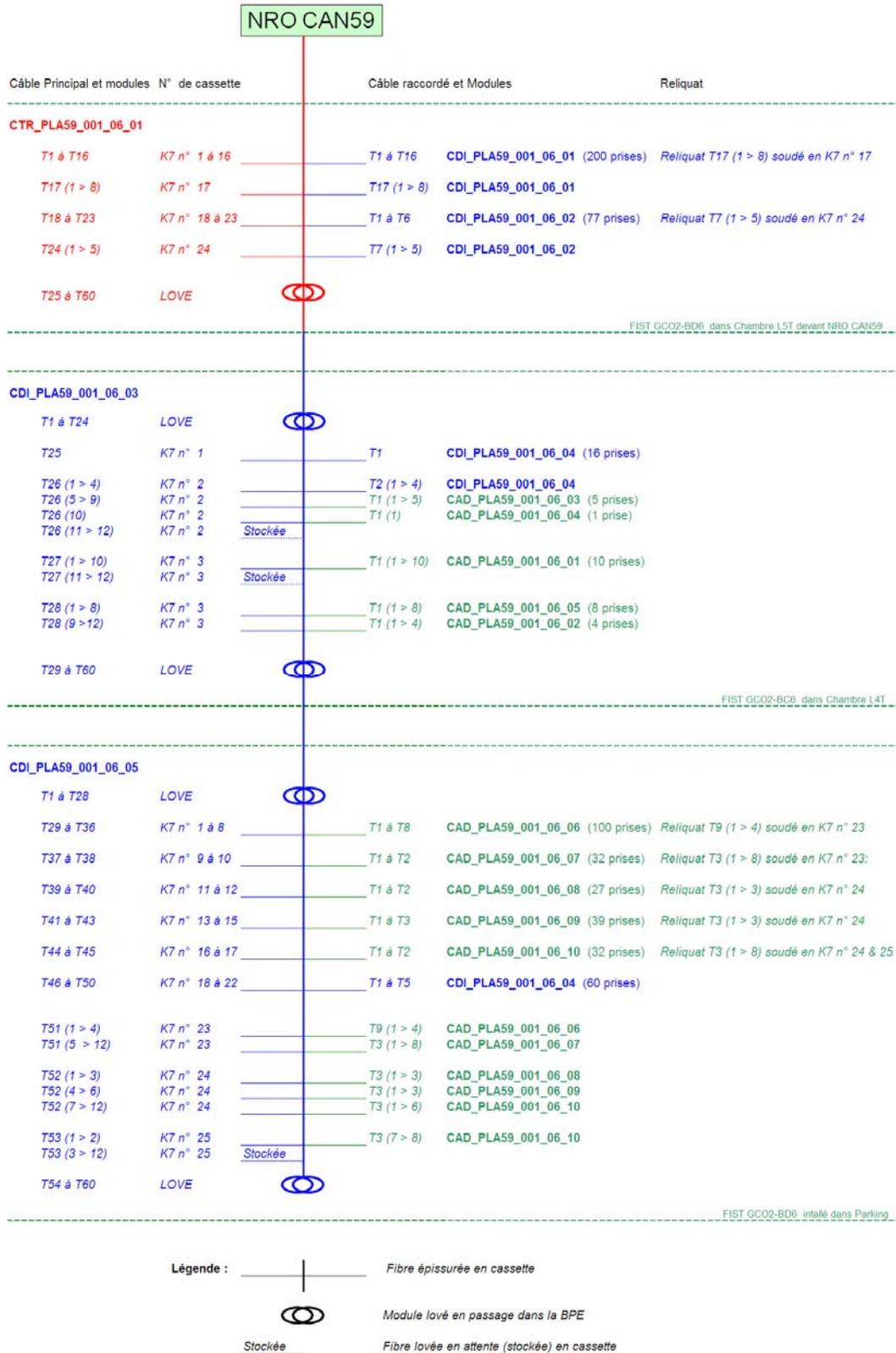


Figure 19 : Exemple de gestion des fibres et module en cassette

Organisation des fibres et des modules en coffret façade

139. Les fibres des coffrets destinées à raccorder des CAB sont pré attribuées fibre à fibre en cassette. Les fibres des coffrets destinées à raccorder des CAD sont pré attribuées module par module en cassette.
140. Les fibres seront organisées dans les cassettes pour les CAD/CDI/CAB. Les premiers modules du CDI seront réservés pour les CAD/CDI en partant du premier. Les derniers modules du CDI seront réservés pour les CAB en partant du dernier.

Mises en œuvre des épissures

141. Les épissures sont réalisées par fusion. La soudure est contrôlée à l'écran et un test de traction est systématiquement réalisé. La même valeur seuil au-dessus de laquelle la soudure est reprise doit être identique pour le raccordement de tout le câble
142. Si après 3 reprises, la soudure n'est pas de qualité suffisante, le pigtail est changé. Si la qualité n'est toujours pas atteinte elle est laissée dans l'état, et notifié défectueuse.
143. Chaque soudure en BPE ou tiroir est protégée par une gaine thermo-rétractable de couleur noire centrée sur la soudure. Le rétreint de la gaine est effectué selon les prescriptions du notamment vis-à-vis des délais de chauffe et de refroidissement.
144. Lors du rangement des épissures sous gaine thermo-rétractable, après le temps de refroidissement requis, l'opérateur doit notamment veiller à :
 - Ranger les soudures dans l'ordre défini par la procédure constructeur,
 - Vérifier que l'ensemble de la sur longueur est correctement lovée,
 - S'assurer que tous les thermo-rétractable sont bien maintenus,
 - Ne pas appuyer sur le milieu du thermo-rétractable (au niveau de la soudure)
145. Les modes opératoires pour le raccordement en PEC sont détaillés en annexe 5-g2

Bouclages des fibres aux extrémités

146. Afin de réaliser de tests réflectométriques avec une mesure dans les deux sens, les fibres livrées en PDB / PEC qui ne sont pas prolongées par un CDI (cas du PEC) ou CAD (cas des PDB) sont systématiquement bouclées dans les BPE par une épissure soudée en mettant une gaine thermo-rétractable de couleur rouge centrée sur la soudure. Les fibres bouclées sont rangées en cassette.
147. Le bouclage est à faire entre les deux premières fibres du module, puis les deux suivantes et ainsi de suite. Toutes les fibres non prolongées sont bouclées sauf dans le cas où une seule fibre reste. Les fibres ne sont pas débouclées après les mesures.
148. En colonne montante, les CIM micro modules sont terminés par des boîtiers dans lesquels sont bouclées les fibres par soudure sur le même principe que les PDB. Les BDS sont installées et arrimées en même temps que la pose du câble mais les fibres en sont extraites qu'une fois les mesures réflectométriques effectuées, y compris celles prévues lors de la recette contradictoire. Les CIM constitués de fibre unitaire ne sont pas bouclés.

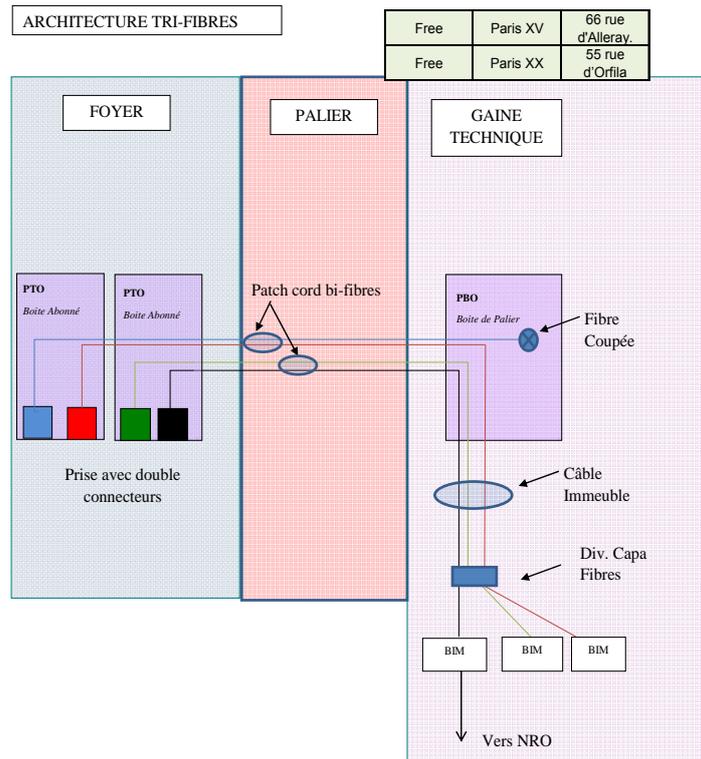


Figure 21 : Schéma de principe - Architecture Tri-Fibre

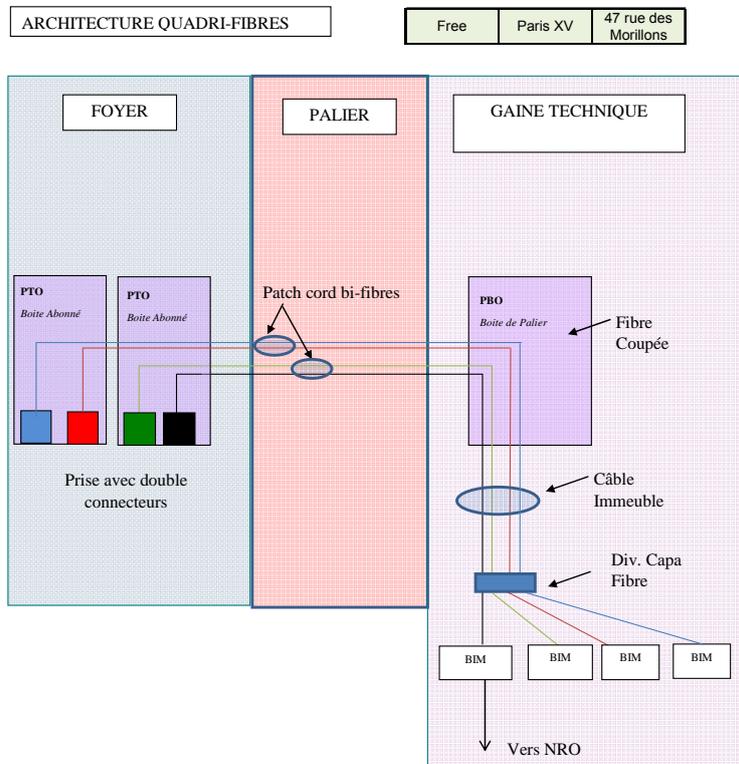


Figure 22 : Schéma de principe - Architecture Quadri-Fibre

6.2 Composants de l'infrastructure en immeuble

6.2.1 Le Câble Immeuble (CIM)

153. Les règles ci-après seront amenées à évoluer avec les règles techniques qui seront définies dans le cadre de la mutualisation des câbles en colonne montante.
154. Les CIM (Câble d'Immeuble) sont des câbles LSOH équipés de fibres répondant à la norme G657A. organisés en μ module et ont une capacité de :
- 96 fibres organisées en 16 modules de 6 fibres
 - 144 fibres organisées en 24 modules de 6 fibres
 - 144 fibres organisées en 12 modules de 12 fibres
 - 216 fibres organisées en 18 modules de 12 fibres
 - 288 fibres organisées en 24 modules de 12 fibres
155. Le système de repérage des fibres permettant d'identifier une fibre dans un tube est basé sur le même code couleur défini pour câbles du réseau de desserte.

6.2.2 Le Boîtier Pied d'Immeuble (BPI) et Boîtier Immeuble de Mutualisation (BIM)

156. Voir le document MOD OP BPI IND D.pdf en annexe 5-g1.

6.2.3 Les Boîtiers de Paliers (BDS)

157. Les Boîtiers de palier (PDB) type BDS sont des boîtiers de soudure permettant le piquage tendu de câbles à micro module et le raccordement de fibres en cassettes dans lesquelles seront réalisés les épissures (CIM/CAB)

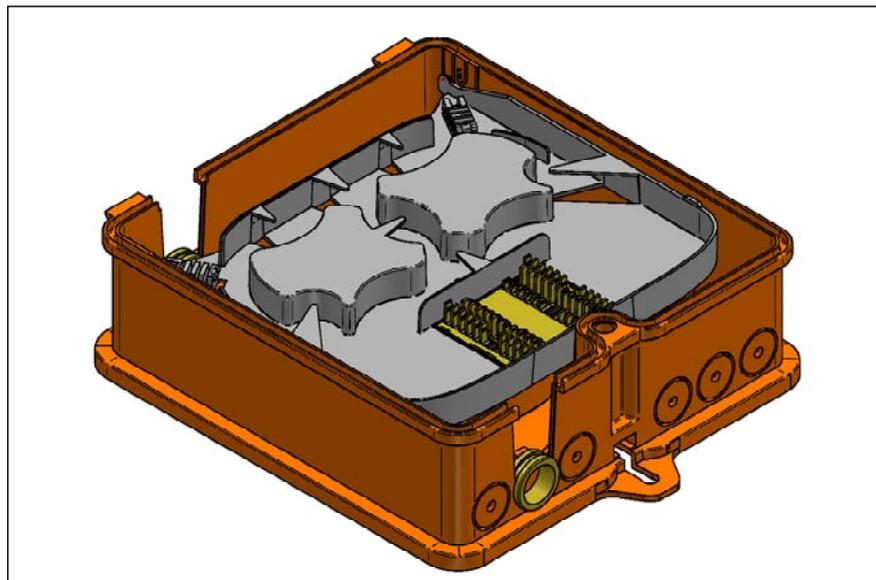
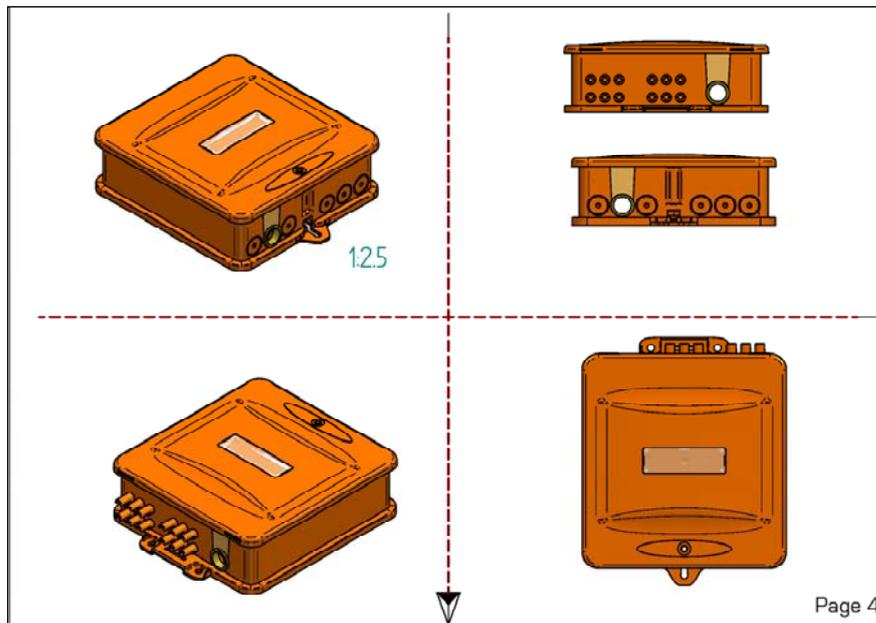


Figure 23 : Schéma des BDS

6.3 Mise en œuvre de l'infrastructure en immeuble

6.3.1 Les BPI et BIM

158. Le mode opératoire pour la pose des BPI et BIM est détaillé dans le document MOD OP BPI IND D en annexe 5-g1

6.3.2 Les CIM, DBS

159. Les câbles immeubles (CIM) doivent être dimensionnés pour permettre le raccordement de chaque local avec 2, 3 ou 4 fibres par Local Raccordable suivant le modèle choisi par FREE INFRASTRUCTURE. Ce dimensionnement suit les règles suivantes :

- Un CIM est affecté à une adresse postale et ne peut alimenter que les locaux de cette adresse postale.
- Un CIM raccorde tous les locaux situés dans la colonne montante ; il peut desservir des logements en arrière-cours dès lors qu'ils appartiennent à la même adresse postale.

160. Le choix des types de câble immeuble CIM dépend des éléments suivants :

- la configuration des cages d'escalier (disponibilité goulotte, fourreau existant, percement réalisable)
- le nombre de locaux raccordables desservis par la colonne
- les modes opératoires de dérivation/raccordement du câble
- les contraintes de pose des boîtiers de dérivation / raccordement

161. Le choix des câbles avec des μ modules et des BDS devra répondre aux règles suivantes :

- le nombre de logements desservis depuis le BDS doit au moins être inférieur ou égal à 6 pour les câbles à μ modules de 6 fibres, de 7 à 12 logements pour les câbles à μ modules de 12 fibres
- jusqu'à 6 Locaux Raccordables par palier, prévoir 2x6FO (1 tube FREE INFRASTRUCTURE & 1 tube mutualisé) dans un BDS par palier
- de 7 à 12 Locaux Raccordables par palier prévoir 2X12 FO (1 tube FREE INFRASTRUCTURE & 1 tube mutualisé) dans un BDS par palier,
- au delà de 12 Locaux Raccordables par palier, un second BDS par palier s'impose avec les règles énoncées ci-dessus.
- pour limiter les surcapacités de CIM en gaine, un BDS peut desservir jusqu'à 3 niveaux (+1 & -1) sans utiliser tous les 12 raccords des BDS.

Logement/étage		1	2	3	4	5
CIM μ module	6ème	BAB	BAB	BAB	BAB	BAB
	BDS					
	5ème	BAB	BAB	BAB	BAB	BAB
	BDS					
	4ème	BAB	BAB	BAB	BAB	BAB
	3ème	BAB	BAB	BAB	BAB	BAB
	BDS					
	2nd	BAB	BAB	BAB	BAB	BAB
	1er	BAB	BAB	BAB	BAB	BAB
	BDS					
RDC	BAB	BAB	BAB	BAB	BAB	

Figure 24 : répartition des BDS par étages

162. Quels que soient la configuration des immeubles et le nombre de logements par palier, les règles suivantes doivent aussi être mise en œuvre :

- le passage de CAB inter palier ne doit pas nécessiter de percement lors du raccordement du logement pour un BDS desservant plusieurs paliers
 - limiter à 2 CIM par montée – cage d'escalier.
 - en fonction de la répartition des logements des câbles supplémentaires peuvent s'arrêter à des étages intermédiaires. Prévoir toutefois un recouvrement de sécurité de 2 niveaux supérieurs.
 - limiter les changements de direction de CIM au delà des BDS pour permettre l'extraction des μ module
 - Lorsqu'il y a une différence de nombre de logements très importante entre différents étages (cas des chambres de bonnes par exemple) retenir le modèle de CIM adapté pour les étages courants et prévoir un cheminement de CIM permettant de disposer judicieusement plusieurs BDP pour le raccordement des logements dans les étages très denses (veiller à ce que l'extraction se fasse toujours du haut vers le bas).
163. Le nombre, le type et la capacité du câble seront choisis en fonction de la configuration de l'immeuble et du type d'architecture bi-fibres, tri-fibres, ou quadri-fibres retenue en respect des abaques ci-après (voir fichier en annexe 5-d).
164. Les modes opératoires pour la pose des CIM, BDS sont détaillés dans les documents référencés MOD OP CIM BDP IND C, MOD OP BPI IND D et MOD OP BDS IND B en annexe 5-g1.

	nb de logement(s) / immeuble	5 à 12	de 13 à 24	de 25 à 36	de 37 à 48	de 49 à 60	de 61 à 72	de 73 à 84	de 85 à 96	de 97 à 108	de 109 à 120	de 121 à 132	de 133 à 144
2 log / étage	nb de fibres maxi	24	48	72	96	120	144	168	192	216	240	264	288
	nombre d'étage(s)	6	12	18	24								
	Linéaire de fibre	24	48	72	96								
	type de câble micro module	96 fo	96 fo	96 fo	96 fo								
	BDS	1	2	3	4								
3 log / étage	Câble pré connecté	12	24	36	48								
	nombre d'étage(s)	4	8	12	16	20	24						
	Linéaire de fibre	16	32	48	64	80	96						
	type de câble micro module	96 fo	96 fo	96 fo	96 fo	144 fo	144 fo						
	BDS	1	2	3	4	5	6						
4 log / étage	Câble pré connecté	12	24	36	48	60	72						
	nombre d'étage(s)	3	6	9	12	15	18	21	24				
	Linéaire de fibre	12	24	36	48	60	72	84	96				
	type de câble micro module	96 fo	96 fo	96 fo	96 fo	144 fo	144 fo	216 fo	216 fo				
	BDS	1	2	3	4	5	6	7	8				
5 log / étage	Câble pré connecté	12	24	36	48	60	72	84	96				
	nombre d'étage(s)	3	5	7	10	12	14	17	19	22	24		
	Linéaire de fibre	12	20	28	40	48	56	68	76	88	96		
	type de câble micro module	96 fo	96 fo	96 fo	96 fo	144 fo	144 fo	216 fo	216 fo	216 fo	288 fo		
	BDS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
6 log / étage	Câble pré connecté	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120		
	nombre d'étage(s)	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
	Linéaire de fibre	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80	88	96
	type de câble micro module	96 fo	96 fo	96 fo	96 fo	144 fo	144 fo	216 fo	216 fo	216 fo	288 fo	288 fo	288 fo
	BDS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7 log / étage	Câble pré connecté	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	136	144
	nombre d'étage(s)	2	4	6	7	9	11	12	14	16	18	19	21
	Linéaire de fibre	8	16	24	28	36	44	48	56	64	72	76	84
	type de câble micro module	96 fo	96 fo	96 fo	96 fo	144 fo	144 fo	216 fo	216 fo	216 fo	288 fo	288 fo	288 fo
	BDS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8 log / étage	Câble pré connecté	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	136	144
	nombre d'étage(s)	2	3	5	6	8	9	11	12	14	15	17	18
	Linéaire de fibre	8	12	20	24	32	36	44	48	56	60	68	72
	type de câble micro module	96 fo	96 fo	96 fo	96 fo	144 fo	144 fo	216 fo	216 fo	216 fo	288 fo	288 fo	288 fo
	BDS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
9 log / étage	Câble pré connecté	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	136	144
	nombre d'étage(s)	2	3	4	6	7	8	10	11	12	14	15	16
	Linéaire de fibre	8	12	16	24	28	32	40	44	48	56	60	64
	type de câble micro module	96 fo	96 fo	96 fo	96 fo	144 fo	144 fo	216 fo	216 fo	216 fo	288 fo	288 fo	288 fo
	BDS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
10 log / étage	Câble pré connecté	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	136	144
	nombre d'étage(s)	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	14	15
	Linéaire de fibre	8	12	16	20	24	32	36	40	44	48	56	60
	type de câble micro module	96 fo	96 fo	96 fo	96 fo	144 fo	144 fo	216 fo	216 fo	216 fo	288 fo	288 fo	288 fo
	BDS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
11 log / étage	Câble pré connecté	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	136	144
	nombre d'étage(s)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14
	Linéaire de fibre	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	56
	type de câble micro module	96 fo	96 fo	96 fo	96 fo	144 fo	144 fo	216 fo	216 fo	216 fo	288 fo	288 fo	288 fo
	BDS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
12 log / étage	Câble pré connecté	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	136	144
	nombre d'étage(s)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Linéaire de fibre	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48
	type de câble micro module	96 fo	96 fo	96 fo	96 fo	144 fo	144 fo	216 fo	216 fo	216 fo	288 fo	288 fo	288 fo
	BDS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
13 log / étage	Câble pré connecté	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	136	144
	nombre d'étage(s)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12
	Linéaire de fibre	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	48
	type de câble micro module	96 fo	96 fo	96 fo	96 fo	144 fo	144 fo	216 fo	216 fo	216 fo	288 fo	288 fo	288 fo
	BDS	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12
14 log / étage	Câble pré connecté	24	36	48	60	72	84	96	108	120	136	144	144
	nombre d'étage(s)	2	3	4	5	6	6	7	8	9	10	11	11
	Linéaire de fibre	8	12	16	20	24	24	28	32	36	40	44	44
	type de câble micro module	96 fo	96 fo	96 fo	144 fo	144 fo	216 fo	216 fo	216 fo	288 fo	288 fo	288 fo	288 fo
	BDS	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12
15 log / étage	Câble pré connecté	24	36	48	60	72	84	96	108	120	136	144	144
	nombre d'étage(s)	2	3	4	4	5	6	7	8	8	9	10	10
	Linéaire de fibre	8	12	16	16	20	24	28	32	32	36	40	40
	type de câble micro module	96 fo	96 fo	96 fo	144 fo	144 fo	216 fo	216 fo	216 fo	288 fo	288 fo	288 fo	288 fo
	BDS	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12

Tableau 2 : Abaque CIM Micromodule vs Fibres unitaires pour une architecture bi-fibre

	nb de logement(s) / immeuble	≤ à 12	de 13 à 24	de 25 à 36	de 37 à 48	de 49 à 60	de 61 à 72	de 73 à 84	de 85 à 96	de 97 à 108	de 109 à 120	de 121 à 132	de 133 à 144
2 log / étage	nb de fibres maxi	36	72	108	144	180	216	252	288	324	360	396	432
	nombre d'étage(s)	6	12	18	24								
	Linéaire de fibre	24	48	72	96								
	type de câble micro module	96 fo	96 fo	144 fo	144 fo								
	BDS	1	2	3	4								
3 log / étage	nombre d'étage(s)	4	8	12	16	20	24						
	Linéaire de fibre	16	32	48	64	80	96						
	type de câble micro module	96 fo	96 fo	144 fo	144 fo	216 fo	216 fo						
	BDS	1	2	3	4	5	6						
	Câble pré connecté	12	24	36	48	60	72						
4 log / étage	nombre d'étage(s)	3	6	9	12	15	18	21	24				
	Linéaire de fibre	12	24	36	48	60	72	84	96				
	type de câble micro module	96 fo	96 fo	144 fo	144 fo	216 fo	216 fo	288 fo	288 fo				
	BDS	1	2	3	4	5	6	7	8				
	Câble pré connecté	12	24	36	48	60	72	84	96				
5 log / étage	nombre d'étage(s)	3	5	7	10	12	14	17	19	22	24		
	Linéaire de fibre	12	20	28	40	48	56	68	76	88	96		
	type de câble micro module	96 fo	96 fo	144 fo	144 fo	216 fo	216 fo	288 fo	288 fo	144 + 216 fo	144 + 216 fo		
	BDS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	Câble pré connecté	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120		
6 log / étage	nombre d'étage(s)	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
	Linéaire de fibre	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80	88	96
	type de câble micro module	96 fo	96 fo	144 fo	144 fo	216 fo	216 fo	288 fo	288 fo	144 + 216 fo	144 + 216 fo	2 * 216 fo	2 * 216 fo
	BDS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Câble pré connecté	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	136	144
7 log / étage	nombre d'étage(s)	2	4	6	7	9	11	12	14	16	18	19	21
	Linéaire de fibre	8	16	24	28	36	44	48	56	64	72	76	84
	type de câble micro module	96 fo	96 fo	144 fo	144 fo	216 fo	216 fo	288 fo	288 fo	144 + 216 fo	144 + 216 fo	2 * 216 fo	2 * 216 fo
	BDS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Câble pré connecté	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	136	144
8 log / étage	nombre d'étage(s)	2	3	5	6	8	9	11	12	14	15	17	18
	Linéaire de fibre	8	12	20	24	32	36	44	48	56	60	68	72
	type de câble micro module	96 fo	96 fo	144 fo	144 fo	216 fo	216 fo	288 fo	288 fo	144 + 216 fo	144 + 216 fo	2 * 216 fo	2 * 216 fo
	BDS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Câble pré connecté	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	136	144
9 log / étage	nombre d'étage(s)	2	3	4	6	7	8	10	11	12	14	15	16
	Linéaire de fibre	8	12	16	24	28	32	40	44	48	56	60	64
	type de câble micro module	96 fo	96 fo	144 fo	144 fo	216 fo	216 fo	288 fo	288 fo	144 + 216 fo	144 + 216 fo	2 * 216 fo	2 * 216 fo
	BDS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Câble pré connecté	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	136	144
10 log / étage	nombre d'étage(s)	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	14	15
	Linéaire de fibre	8	12	16	20	24	32	36	40	44	48	56	60
	type de câble micro module	96 fo	96 fo	144 fo	144 fo	216 fo	216 fo	288 fo	288 fo	144 + 216 fo	144 + 216 fo	2 * 216 fo	2 * 216 fo
	BDS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Câble pré connecté	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	136	144
11 log / étage	nombre d'étage(s)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14
	Linéaire de fibre	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	56
	type de câble micro module	96 fo	96 fo	144 fo	144 fo	216 fo	216 fo	288 fo	288 fo	144 + 216 fo	144 + 216 fo	2 * 216 fo	2 * 216 fo
	BDS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Câble pré connecté	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	136	144
12 log / étage	nombre d'étage(s)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Linéaire de fibre	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48
	type de câble micro module	96 fo	96 fo	144 fo	144 fo	216 fo	216 fo	288 fo	288 fo	144 + 216 fo	144 + 216 fo	2 * 216 fo	2 * 216 fo
	BDS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Câble pré connecté	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	136	144
13 log / étage	nombre d'étage(s)		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Linéaire de fibre		8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48
	type de câble micro module		96 fo	144 fo	144 fo	216 fo	216 fo	288 fo	288 fo	144 + 216 fo	144 + 216 fo	2 * 216 fo	2 * 216 fo
	BDS		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Câble pré connecté		24	36	48	60	72	84	96	108	120	136	144
14 log / étage	nombre d'étage(s)		2	3	4	5	6	6	7	8	9	10	11
	Linéaire de fibre		8	12	16	20	24	24	28	32	36	40	44
	type de câble micro module		96 fo	144 fo	144 fo	216 fo	216 fo	288 fo	288 fo	144 + 216 fo	144 + 216 fo	2 * 216 fo	2 * 216 fo
	BDS		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Câble pré connecté		24	36	48	60	72	84	96	108	120	136	144
15 log / étage	nombre d'étage(s)		2	3	4	4	5	6	7	8	8	9	10
	Linéaire de fibre		8	12	16	16	20	24	28	32	32	36	40
	type de câble micro module		96 fo	144 fo	144 fo	216 fo	216 fo	288 fo	288 fo	144 + 216 fo	144 + 216 fo	2 * 216 fo	2 * 216 fo
	BDS		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Câble pré connecté		24	36	48	60	72	84	96	108	120	136	144

Tableau 3 : Abaque CIM Micromodule vs Fibres unitaires pour une architecture tri-fibre

	nb de logement(s) / Immeuble	≤ à 12	de 13 à 24	de 25 à 36	de 37 à 48	de 49 à 60	de 61 à 72	de 73 à 84	de 85 à 96	de 97 à 108	de 109 à 120	de 121 à 132	de 133 à 144
2 log / étage	nb de fibres maxi	48	96	144	192	240	288	336	384	432	480	528	576
	nombre d'étage(s)	6	12	18	24								
	Linéaire de fibre	24	48	72	96								
	type de cable micro module	96 fo	96 fo	144 fo	216 fo								
	BDS	1	2	3	4								
3 log / étage	Câble pré connecté	12	24	36	48								
	nombre d'étage(s)	4	8	12	16	20	24						
	Linéaire de fibre	16	32	48	64	80	96						
	type de cable micro module	96 fo	96 fo	144 fo	216 fo	288 fo	288 fo						
	BDS	1	2	3	4	5	6						
4 log / étage	Câble pré connecté	12	24	36	48	60	72						
	nombre d'étage(s)	3	6	9	12	15	18	21	24				
	Linéaire de fibre	12	24	36	48	60	72	84	96				
	type de cable micro module	96 fo	96 fo	144 fo	216 fo	288 fo	288 fo	144 + 216 fo	288 + 96 fo				
	BDS	1	2	3	4	5	6	7	8				
5 log / étage	Câble pré connecté	12	24	36	48	60	72	84	96				
	nombre d'étage(s)	3	5	7	10	12	14	17	19	22	24		
	Linéaire de fibre	12	20	28	40	48	56	68	76	88	96		
	type de cable micro module	96 fo	96 fo	144 fo	216 fo	288 fo	288 fo	144 + 216 fo	288 + 96 fo	2 * 216 fo	216 + 288 fo		
	BDS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
6 log / étage	Câble pré connecté	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120		
	nombre d'étage(s)	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
	Linéaire de fibre	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80	88	96
	type de cable micro module	96 fo	96 fo	144 fo	216 fo	288 fo	288 fo	144 + 216 fo	288 + 96 fo	2 * 216 fo	216 + 288 fo	2 * 288 fo	2 * 288 fo
	BDS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7 log / étage	Câble pré connecté	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	136	144
	nombre d'étage(s)	2	4	6	7	9	11	12	14	16	18	19	21
	Linéaire de fibre	8	16	24	28	36	44	48	56	64	72	76	84
	type de cable micro module	96 fo	96 fo	144 fo	216 fo	288 fo	288 fo	144 + 216 fo	288 + 96 fo	2 * 216 fo	216 + 288 fo	2 * 288 fo	2 * 288 fo
	BDS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8 log / étage	Câble pré connecté	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	136	144
	nombre d'étage(s)	2	3	5	6	8	9	11	12	14	15	17	18
	Linéaire de fibre	8	12	20	24	32	36	44	48	56	60	68	72
	type de cable micro module	96 fo	96 fo	144 fo	216 fo	288 fo	288 fo	144 + 216 fo	288 + 96 fo	2 * 216 fo	216 + 288 fo	2 * 288 fo	2 * 288 fo
	BDS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
9 log / étage	Câble pré connecté	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	136	144
	nombre d'étage(s)	2	3	4	6	7	8	10	11	12	14	15	16
	Linéaire de fibre	8	12	16	24	28	32	40	44	48	56	60	64
	type de cable micro module	96 fo	96 fo	144 fo	216 fo	288 fo	288 fo	144 + 216 fo	288 + 96 fo	2 * 216 fo	216 + 288 fo	2 * 288 fo	2 * 288 fo
	BDS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
10 log / étage	Câble pré connecté	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	136	144
	nombre d'étage(s)	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	14	15
	Linéaire de fibre	8	12	16	20	24	32	36	40	44	48	56	60
	type de cable micro module	96 fo	96 fo	144 fo	216 fo	288 fo	288 fo	144 + 216 fo	288 + 96 fo	2 * 216 fo	216 + 288 fo	2 * 288 fo	2 * 288 fo
	BDS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
11 log / étage	Câble pré connecté	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	136	144
	nombre d'étage(s)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14
	Linéaire de fibre	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	56
	type de cable micro module	96 fo	96 fo	144 fo	216 fo	288 fo	288 fo	144 + 216 fo	288 + 96 fo	2 * 216 fo	216 + 288 fo	2 * 288 fo	2 * 288 fo
	BDS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
12 log / étage	Câble pré connecté	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	136	144
	nombre d'étage(s)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Linéaire de fibre	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48
	type de cable micro module	96 fo	96 fo	144 fo	216 fo	288 fo	288 fo	144 + 216 fo	288 + 96 fo	2 * 216 fo	216 + 288 fo	2 * 288 fo	2 * 288 fo
	BDS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
13 log / étage	Câble pré connecté	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	136	144
	nombre d'étage(s)		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Linéaire de fibre		8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48
	type de cable micro module		96 fo	144 fo	216 fo	288 fo	288 fo	144 + 216 fo	288 + 96 fo	2 * 216 fo	216 + 288 fo	2 * 288 fo	2 * 288 fo
	BDS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
14 log / étage	Câble pré connecté		12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	136
	nombre d'étage(s)		2	3	4	5	6	6	7	8	9	10	11
	Linéaire de fibre		8	12	16	20	24	24	28	32	36	40	44
	type de cable micro module		96 fo	144 fo	216 fo	288 fo	288 fo	144 + 216 fo	288 + 96 fo	2 * 216 fo	216 + 288 fo	2 * 288 fo	2 * 288 fo
	BDS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
15 log / étage	Câble pré connecté		12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	136
	nombre d'étage(s)		2	3	4	4	5	6	7	8	8	9	10
	Linéaire de fibre		8	12	16	16	20	24	28	32	32	36	40
	type de cable micro module		96 fo	144 fo	216 fo	288 fo	288 fo	144 + 216 fo	288 + 96 fo	2 * 216 fo	216 + 288 fo	2 * 288 fo	2 * 288 fo
	BDS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
			24	36	48	60	72	84	96	108	120	136	144

Tableau 4 : Abaque CIM Micromodule vs Fibres unitaires pour une architecture quadri-fibre

L'affectation des fibres des CIM à micro module vers les BDS suivra la règle suivante :

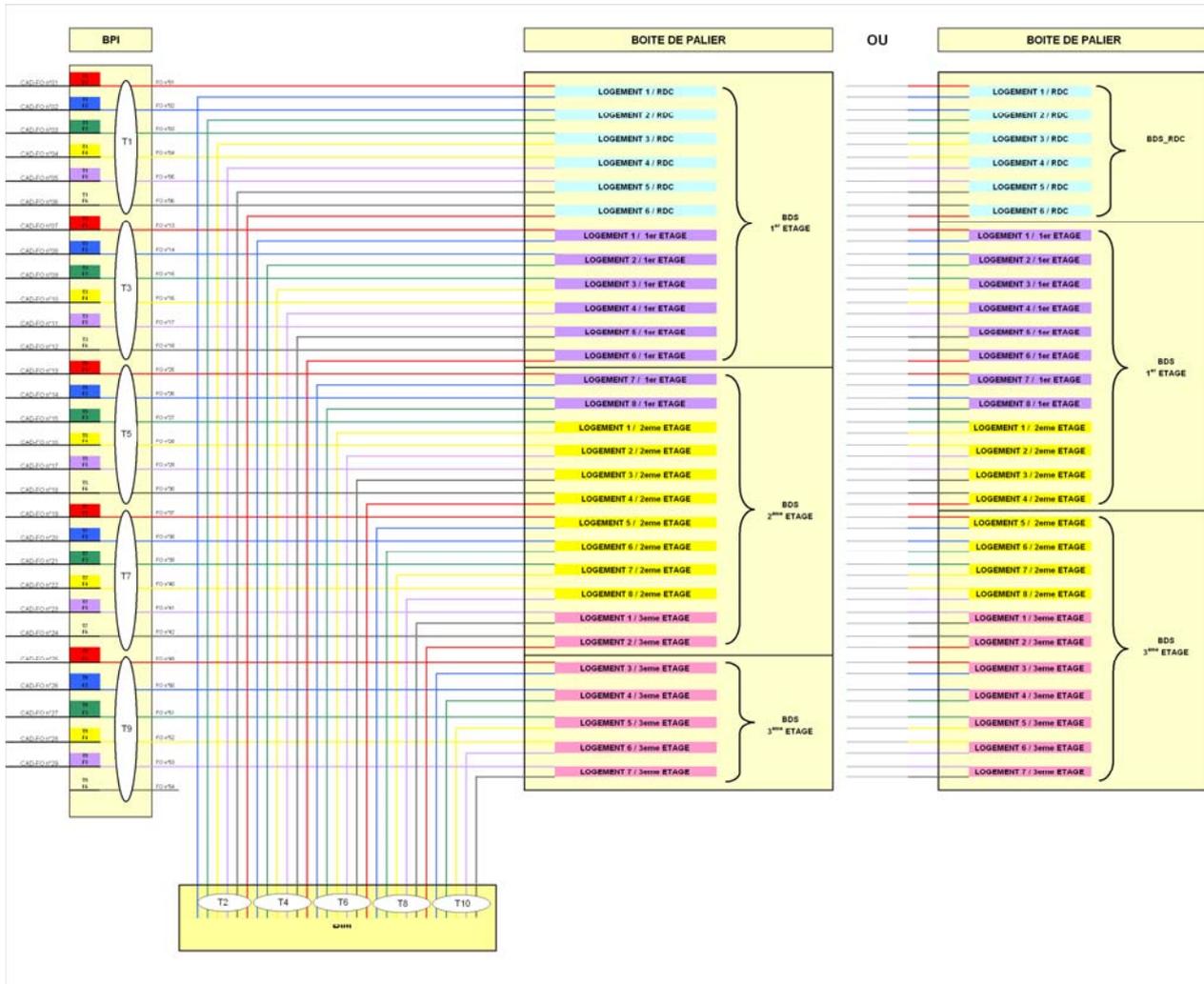


Figure 25 : Principe de raccordement des CIM micro-module

7 Réseau de collecte (backhaul)

7.1 Architecture en IDF

165. En région IDF où la densité de NRO est importante, une hiérarchie entre NRO principal (NRO-P) et NRO secondaire (NRO-S) sera mise en place. Un NRO-P agrège le trafic provenant de la plaque FTTH qu'il dessert et des NRO-S qui lui sont rattachés.
166. Les NRO-P sont raccordés à au moins deux POP franciliens différents selon les modalités suivantes, le critère économique étant prépondérant sur tout autre critère :
- soit par deux routes optiques directes (pas de NRO intermédiaire) et physiquement séparées, soit par deux routes indirectes en passant par deux NRO-P différents, soit un mixte des deux.
 - le raccordement des NRO-P utilisera soit une paire de fibres optiques G652 louées au gestionnaire de réseau métropolitain, soit par un câble 24 fibres optiques G652D lorsque le câble est posé pour le compte de FREE INFRASTRUCTURE,
167. Les NRO-S sont reliés aux NRO-P en suivant les règles nominales suivantes, le critère économique étant prépondérant sur tout autre critère :
- La topologie NRO-P / NRO-S retenue est un bus construit sur un câble 144 fibres G652D à 12 modules
 - En l'absence du réseau de collecte FREE INFRASTRUCTURE, un NRO-S pourra être relié à un NRO-P via une paire de fibre louée.
 - Un NRO-S est relié à deux NRO-P sans passer par les baies optiques installées dans un autre NRO-S
 - Chaque NRO-S est relié au câble 144 fibres par dérivation de 12 fibres (1 module) de préférence sur deux points d'adduction différents (voir schéma ci-après).
 - 11 NRO-S maximum sont raccordés au deux NRO-P qui les encadrent sur un même tronçon via le câble 144 fibres.
 - Un module de 12 fibres du câble 144 fibres inter NRO sera réservé pour le raccordement entre deux NRO-P pour la construction des anneaux régionaux.

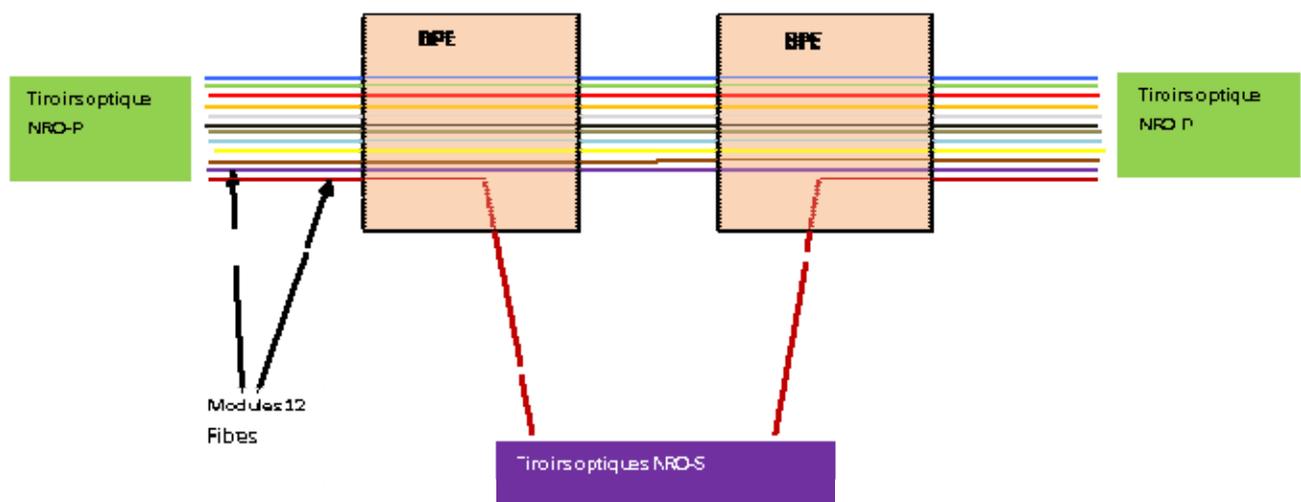


Figure 26 : Double adduction fibre d'un NRO secondaire

7.2 Architecture en province

168. Le réseau de collecte est construit par anneaux successifs organisés en marguerite dont le cœur est constitué d'un POP ou de deux POP régionaux (cas idéal). Ces anneaux collectent le trafic des NRO/S pour converger vers les POP. Les NRO-S sont reliés aux POP régionaux en suivant les règles nominales suivantes :

- La topologie NRO-S / POP retenue est un bus construit sur un câble 144 fibres G652D, 12 modules.
- Un NRO est relié à un ou deux POP sans passer par les baies optiques installées dans un autre NRO-S
- Chaque NRO-S est relié au câble 144 fibres par dérivation de 12 fibres (1 module) sur deux points d'adduction différents (voir schéma ci-après)
- 11 NRO secondaires maximum sont raccordés à un ou deux POP qui les encadrent sur un même anneau
- En l'absence du réseau de collecte FREE INFRASTRUCTURE, un NRO-S pourra être relié à un POP via une paire de fibre louée.

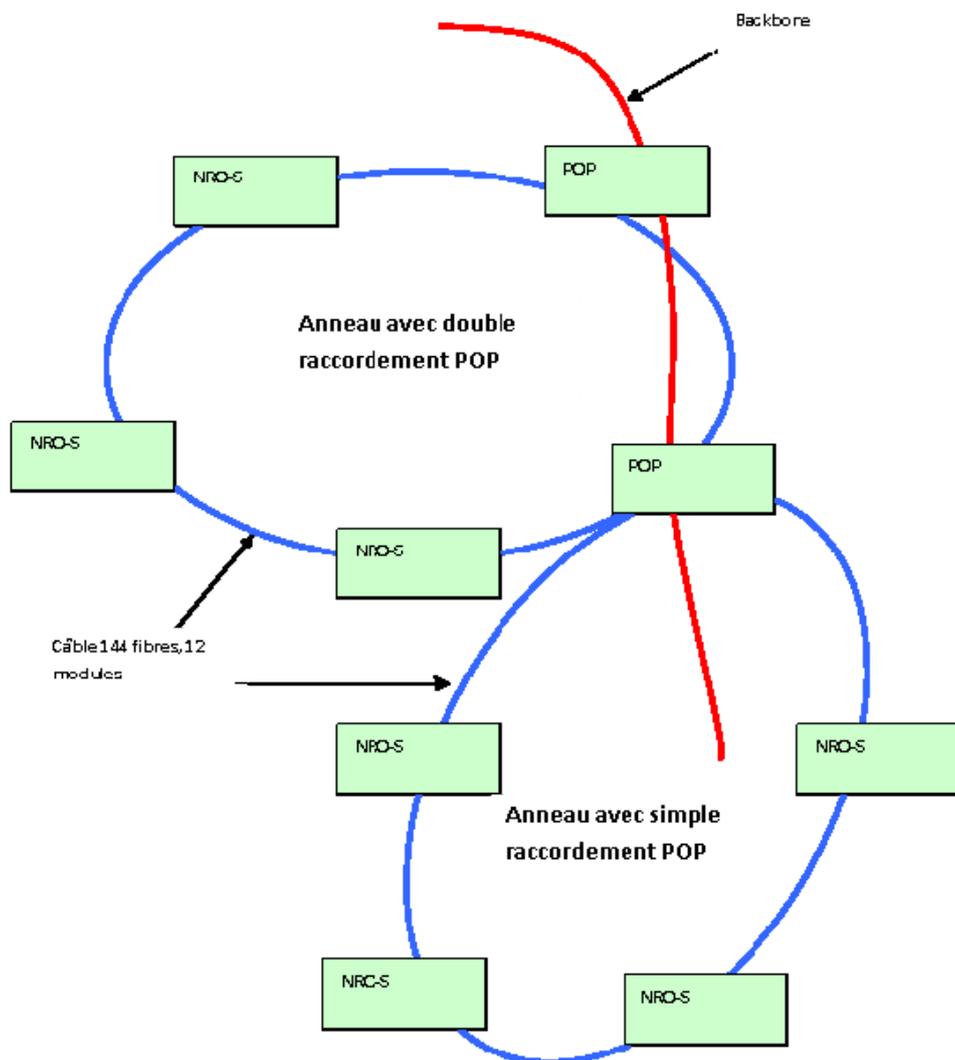


Figure 27 : Architecture du réseau de collecte en province

7.3 Budget optique

169. La longueur maximale admissible d'un lien optique entre un NRO principal et un NRO secondaire sera de 40 km pour garantir un budget optique de 13 dB avec une marge supérieure à 2 dB entre deux modules optiques 10GB ER sur la base des hypothèses suivantes :

- $A = (L * AI) + (nb Ep * AEp) + (nb Cn * ACn)$, avec

- L : longueur du lien optique mesuré = 40 km
- AI : Perte linéique à 1550 nm = 0,28 dB/km
- nb Ep : Nombre d'épissures sur le lien optique = typiquement 3 à 4
- AEp : Perte épissure soudée = 0,15 dB
- nb Cn : nombre des connecteurs = 2
- ACn : Perte par connecteur SC/APC = 0,5 dB

Fait à Paris, le _____, en deux exemplaires originaux.

Pour LE CG

XXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXX

Pour FREE INFRASTRUCTURE

Cyril POIDATZ

Président