

Règles d'ingénierie FTTH pour le réseau d'accès

SOMMAIRE :

1	INTRODUCTION	2
2	AVERTISSEMENTS	2
3	PRINCIPE DU PON	2
4	PRINCIPES DE DÉPLOIEMENT	3
5	DÉFINITIONS	4
6	DESCRIPTION DE L'INGÉNIERIE	5
6.1	CONTRAINTES TECHNIQUES.....	5
6.2	CONCEPTION DU RÉSEAU DU PE AU NRO	5
6.2.1	<i>Introduction</i>	5
6.2.2	<i>Pré requis</i>	6
6.2.3	<i>Pointage</i>	6
6.2.4	<i>Casage, calcul des zones d'influence de PE</i>	7
6.2.5	<i>Dimensionnement de la Distribution de Niveau 1 :</i>	10
6.2.6	<i>Dimensionnement du transport</i>	17
6.2.7	<i>Cas des zones directes « proches » dites zone « 0 » :</i>	19
6.2.8	<i>Implantation des coupleurs C1</i>	19
6.2.8.1	<i>Lors du déploiement du réseau</i>	19
6.2.8.2	<i>Évolution - Réaffectation des branches de C1- Ajout de nouveaux C1</i>	21
6.3	ÉVOLUTIVITÉ DU RÉSEAU	22
6.4	GÉNIE CIVIL.....	22
6.5	INGÉNIERIE AU NRO	23
6.5.1	<i>Description générale du système</i>	23
6.5.2	<i>Implantation des baies au NRO</i>	24
6.5.3	<i>Ingénierie avec armoire optique passive</i>	24

Dossier d'ingénierie FTTH – Réseau d'accès

1 Introduction

Suite aux annonces d'opérateurs tiers, l'ARCEP a accéléré ses réflexions sur les conditions d'un développement concurrentiel des réseaux FO et certaines évolutions réglementaires se dessinent.

C'est dans ce contexte qu'en décembre 2006, une note a été rédigée. Cette note établit les grands principes d'ingénierie pour les pré-déploiements :

- en précisant la manière dont l'ingénierie préconisée permet de gérer l'évolutivité du réseau,
- en anticipant les impacts des évolutions réglementaires probables, qui vont intervenir.

Le présent document a pour objectif de reprendre la première édition de la modalité FT.2007 M 0084 (modifications de quelques principes d'ingénierie au niveau des PDZ et aussi lors de l'initialisation du réseau), mais aussi de supprimer tout ce qui est relatif à la distribution de niveau 2 et colonne montante (repris dans la modalité FT.2007 M 0180) et de supprimer les paragraphes sur les PRI provisoires.

2 Avertissements

- Ce dossier d'ingénierie est consacré à la partie transport et distribution de niveau 1 « T + D1 » qui va du NRA jusqu'au Point d'Eclatement (PE).
La D2, la colonne montante, le branchement client et le « Réseau domestique » ne font pas partie du périmètre de ce document.
- Les principes développés par la suite ne s'appliquent qu'à des zones d'immeubles, les futurs déploiements seront a priori limités aux centres villes denses.
Des réflexions sont en cours pour le traitement des zones pavillonnaires ainsi que des petits immeubles et feront l'objet de compléments ultérieurs.
Toutefois, dans les zones mixtes (immeubles + pavillons), l'habitat individuel sera pris en compte dans le pointage afin de permettre son traitement ultérieur.

3 Principe du PON

L'architecture FTTH qui a été retenue par France Télécom est une architecture PON (Passive Optical Network).

Le PON est une architecture point à multipoints basée sur les éléments suivants :

- une infrastructure fibres optiques partagée nécessitant la mise en place de coupleurs dans le réseau. Le nombre de niveaux de couplage dépend du budget optique, mais typiquement, il est possible de superposer 2 niveaux.
- un équipement de centre faisant office de Terminaison Optique de Ligne (OLT), qui d'une part reçoit (émet) les flux en provenance (à destination) des différentes plates-formes de services au travers de ses interfaces réseau et d'autre part les diffuse (reçoit) aux (de la part des) clients par l'intermédiaire de cartes appelées cartes PON, au travers de l'infrastructure passive.
- des équipements d'extrémité appelés :
 - ONT (Terminaisons de Réseau Optique) dans le cas où l'équipement est dédié à un client et où la fibre arrive jusque chez le client. Il s'agit alors d'une architecture de type FTTH (Fiber To The Home). Il n'y a qu'une seule fibre par client (les signaux sont bidirectionnels)

- ONU (unité de réseau optique) dans le cas de réseaux FTTB, Cette variante d'architecture n'a pas été retenue par France Telecom.

Le schéma ci-dessous permet de visualiser le principe et les différents éléments constitutifs d'un réseau PON :

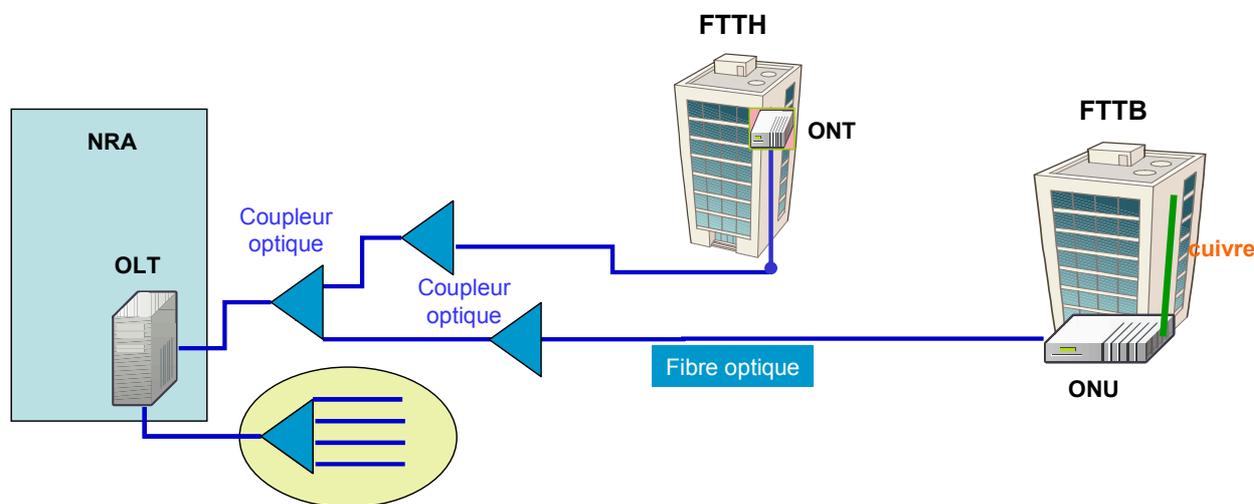


Figure 1 : Schéma de principe d'une architecture PON

A noter que derrière l'appellation PON se cache toute une série de variantes basées sur des protocoles différents :

- le B-PON (Broadband PON) défini dans la recommandation ITU G.983 qui s'appuie sur l'ATM, Le B-PON peut monter jusqu'à des débits de 1Gb/s dans le sens descendant et 622Mb/s dans le sens remontant mais son utilisation est usuellement vue pour des débits de 622Mb/s descendant et 155Mb/s remontant.
- le E-PON (Ethernet PON) défini dans la recommandation IEEE 802.3ah qui s'appuie sur Ethernet. Le E-PON présente un débit symétrique de 1Gb/s.

Le G-PON (Gigabit PON), présenté comme le successeur du B-PON et défini dans la recommandation ITU G.984, qui s'appuie sur la GEM (G-PON Encapsulation Method) pour transporter différents protocoles. Le G-PON permet d'atteindre des débits de 1 Gb/s ou 2Gb/s dans le sens descendant et de 155Mb/s, 622Mb/s, 1 Gb/s ou 2Gb/s dans le sens remontant (sachant que le débit descendant est toujours \geq débit remontant). Mais, typiquement, le G-PON est vu pour fonctionner avec les combinaisons de débits 2Gb/s descendants, 622Mb/s ou 1Gb/s remontants.

- le G-PON (Gigabit PON), présenté comme le successeur du B-PON et défini dans la recommandation ITU G.984, qui s'appuie sur la GEM (G-PON Encapsulation Method) pour transporter différents protocoles. Le G-PON permet d'atteindre des débits de 2,5Gb/s dans le sens descendant (longueur d'onde 1490 nm) et de 1,25Gb/s dans le sens remontant (longueur d'onde 1310 nm). Une seule fibre suffit pour desservir un client.

France Télécom a opté pour la technologie de type G-PON.

4 Principes de déploiement

Les études technico-économiques sur les différents scénarios de déploiement d'une architecture point à multipoints ont montré l'impact de l'occupation des ports PON sur les coûts. En effet les équipements de centre sont aujourd'hui encore coûteux ; minimiser leur nombre lors du déploiement initial permettra à la fois de lisser l'investissement et de bénéficier au mieux de la baisse du coût des OLT dans les années à venir.

La stratégie de déploiement doit donc répondre à cette préoccupation d'occuper au mieux et au plus vite les coupleurs pour avoir un nombre de clients par port PON permettant une mutualisation maximale des équipements de centre.

D'autre part, un réseau point à multipoints étant par nature figé et peu flexible, il est nécessaire de penser à son évolutivité dès sa conception afin que celle-ci ne s'avère pas trop pénalisante et coûteuse par la suite. Il ne faut pas cependant, que la prise en compte de cette évolutivité soit rédhibitoire pour la rentabilité du réseau en phase de déploiement.

La suite du document s'attachera donc à préciser des règles d'ingénieries simples, fiables et robustes, qui garantissent un équilibre entre une montée en charge des clients sur ce réseau et un investissement raisonnable les premières années. En particulier, elles doivent permettre :

- une bonne rentabilité du réseau dès le début du déploiement,
- une évolution du réseau vers un taux de raccordement clients de 100% à terme, avec le minimum de réaménagements réseau possible (et les moins coûteux).

5 Définitions

- PTO (Prise Terminale Optique) : prise optique du client. Elle est reliée au Pb par un câble de branchement mono-fibre.
- Pb (Point de branchement)¹ : placé au plus près du client final, c'est le premier point de flexibilité rencontré en remontant vers le NRA. C'est à partir de ce point que les clients sont raccordés au réseau par un câble individuel (le câble de branchement). Ce point n'intègre jamais de fonction de couplage.
- PRI (Point de Répartition d'Immeuble) : placé en pied d'immeuble, le PRI est avant tout un point de brassage à l'interface entre la Boucle Locale et le câblage d'immeuble permettant de garantir l'interopérabilité de l'immeuble avec les autres opérateurs. Côté réseau, le PRI permet de recevoir le(s) câble(s) d'adduction de différents opérateurs tiers afin de les raccorder au câblage de la colonne montante. Côté clients, il est le point de départ du câblage vertical d'immeuble qui va permettre de desservir les Pb auxquels seront branchés les clients. Le PRI permet ainsi de brasser les FO issues du réseau vers n'importe quel client de l'immeuble. Il peut intégrer une fonction de couplage (de 2^e niveau).
Pour les pavillons et les immeubles de petite taille, on utilisera des PRI, dits PRI d'îlot qui seront installés à l'extérieur (sur trottoir, en façade ...) ou dans un local technique tiers. Ces PRI d'îlot sont actuellement en cours d'étude et vont être expérimentés.
- PE (Point d'Éclatement) : placé dans une chambre à proximité des immeubles, le PE permet d'éclater un câble pour desservir plusieurs immeubles, avec ou sans couplage. Son rôle est de permettre d'optimiser et d'apporter de la flexibilité au réseau PON.
- PDZ (Point de Distribution de Zone) : c'est le point de flexibilité le plus en amont du réseau PON. Il est situé à un point de convergence de l'arborescence de génie civil en amont d'un groupe de PE qui lui sont rattachés. C'est le siège du premier niveau de couplage.
- PEP (Point d'Épissurage et de piquage). Il est situé à un point de convergence de l'arborescence de génie civil en amont des PDZ. Il n'y a aucune fonction de couplage dans cette boîte.
- Colonne montante : on entend par colonne montante l'ensemble du câblage intérieur de l'immeuble (PRI, Pb, câble), qui permet la liaison PRI-Pb (cette colonne montante est également désignée sous le nom de câblage vertical).
- Distribution de niveau 2 : On entend par distribution de niveau 2 les liaisons PE-PRI (PE et PRI non inclus).
- Distribution de niveau 1 : On entend par distribution de niveau 1 les liaisons PDZ-PE (PE inclus).
- Transport : On entend par transport la liaison NRA-PDZ (PDZ inclus).

Le schéma ci-après montre un réseau PON avec ses principaux points de flexibilité. Le cas des clients situés dans les zones « 0 » (zone directe) sera traité dans un chapitre spécifique.

¹ Physiquement, le Pb pourra se présenter sous la forme :

- d'un coffret « classique » avec un câble multi-FO en entrée et des câbles mono-FO en sortie,
- d'une boîte permettant le piquage d'un module
- éventuellement, de toute autre solution innovante validée par France Telecom dans le cadre des réflexions en cours sur les câblages d'immeubles

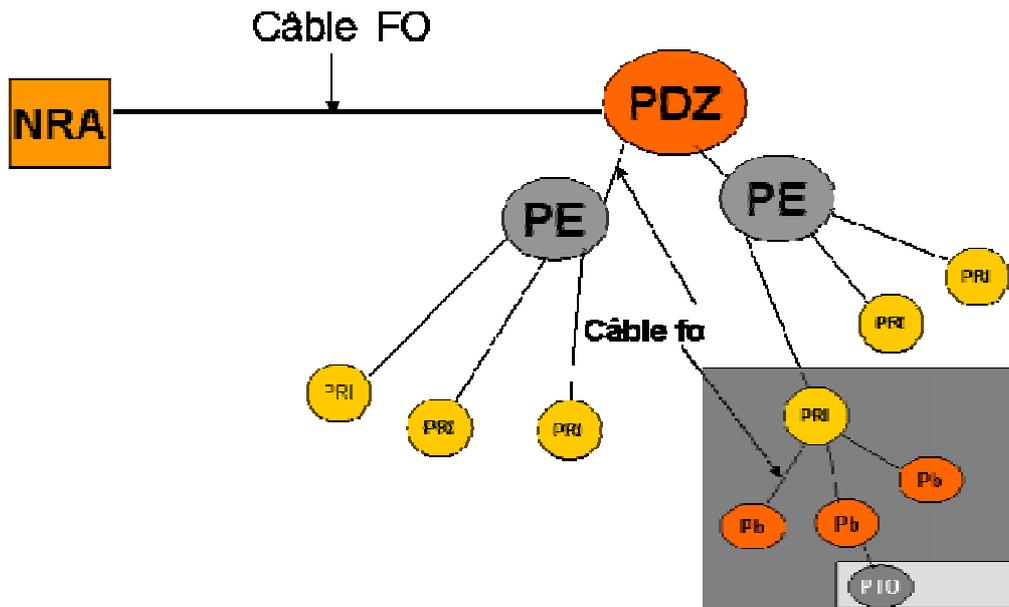


Figure 2 : Schéma de la Boucle Locale PON

6 Description de l'ingénierie

6.1 Contraintes techniques

- **Bilan optique entre OLT et ONT**

Le budget optique entre l'équipement centre (OLT) et l'équipement client (ONT) doit être compris entre 13 et 28 dB aux deux longueurs d'ondes 1310nm et 1490 nm.

Les valeurs maximales d'affaiblissement à prendre en compte pour le calcul prévisionnel du budget optique sont les suivantes :

- 1 dB pour la marge dite de « vieillissement des lasers »
- 0,1 dB pour une épissure soudée (s'il y a au moins dix soudures en cascade)
- 0,2 dB par épissure mécanique
- 0,25 dB pour un pigtail connectorisé SC/APC
- 0,5 dB par connexion (1 raccord + 2 fiches optiques)
- 0,36 dB/km à 1,3 μ m pour la fibre optique (0,22 à 1,55 μ m)

La perte d'insertion maximale à 1,3 μ m apportée par les coupleurs est la suivante :

- 10,9 dB pour les coupleurs 1 vers 8

- **Taux de couplage**

- Le taux de couplage doit être limité à 1/64.
- L'option retenue est d'introduire 2 niveaux de couplage de 1 vers 8.

- **Réfléctance**

Les fibres issues d'un C1 et non raccordées à un tronc de C2 devront comporter à leur extrémité, une contrainte par la réalisation d'une petite boucle (de l'ordre de 7 à 9 mm de diamètre) maintenue par un point de collage. I

Cette contrainte n'est pas nécessaire pour les fibres allumées et raccordées à une branche de C2.

6.2 Conception du réseau du PE au NRA (NRA)

6.2.1 Introduction

Le présent chapitre décrit, **en suivant la logique de conception du réseau FTTH**, les différentes phases de la conception du réseau FTTH Transport + Distribution1.

- Le Transport et la Distribution 1 seront dimensionnés pour permettre, sans nouvelle pose de câble, le raccordement de 100% des clients de la zone considérée.
- Les règles d'implantation des coupleurs sont précisées au chapitre 6.2.8 .

6.2.2 Pré requis

La réalisation d'un projet pertinent reposera sur les éléments suivants

- des données d'urbanisme permettant d'obtenir le nombre de logements résidentiels et de locaux professionnels par adresse. Ces données sont indispensables pour la réalisation du pointage,
- une connaissance précise de l'architecture GC existante et de sa disponibilité : saturation des conduites et des chambres car il faut s'assurer de la possibilité d'y implanter les protections d'épissure utilisées en tant que PE et PDZ,
- toutes données complémentaires (optimum, typologie de la zone...) utiles afin d'optimiser la mise à disposition des ressources (nombre de coupleurs et raccordement des branches).

6.2.3 Pointage

Cette étape consiste à identifier sur un fond de plan le nombre d'« équivalents logements » dans chaque immeuble et à en déduire le potentiel de clients PON pour chaque adresse.

On ne fera pas de distinction entre les résidentiels, les professionnels, en ce qui concerne le mode d'adduction. Parfois les câblages cuivre sont distincts, on ne fera pas deux câblages FO distincts.

Avertissement : on apportera un soin particulier à cette étape, qui conditionne la qualité des étapes suivantes.

Règles de pointage et calcul du nombre d'équivalents logements à raccorder :

Sont à prendre en compte les logements Résidentiels (1 FO par logement), les locaux professionnels (1 FO par local professionnel).

Équivalents Logements = Nbre de logements résidentiels + Nbre de locaux professionnels

A titre d'exemple, le schéma Figure 3 indique le pointage réalisé pour une zone urbaine de province.



Figure 3 : Pointage des équivalents logements

6.2.4 Casage, calcul des zones d'influence de PE

Important : il faut toujours commencer par l'extrémité de la zone et remonter vers le NRA

Tous les immeubles allant jusqu'à 200 équivalents logements doivent être pris en compte dans le casage, le raccordement de ces immeubles est évoqué dans la modalité FT.2007 M 0180 ed2.

Au-delà de 200 équivalents logements, les PRI de ces immeubles ont la fonctionnalité d'un PDZ (C1 dans le PRI) et seront donc raccordés directement sur un PEP. Le nombre d'équivalents logements n'est donc pas à prendre en compte pour le casage pour ce type d'immeubles. Leur besoin en fibre n'est pas à intégrer dans le calcul de la D1.

Important : il faudrait s'assurer que ces immeubles correspondent à une seule copropriété et de ce fait on aura bien un PRI avec des C1 donc un PDZ. Cela impacte uniquement le câble de transport. Sinon on devra placer autant de PRI que de copropriétés, qui seront alors traités derrière un PE si ces copropriétés ont moins de 200 équivalents logements. Cela impacte le dimensionnement des D1.

- **Zone d'influence d'un PE :**

Pour rappel, le PE est le point d'interface entre distribution de niveau 1 et distribution de niveau 2. Il est situé dans une chambre à proximité des immeubles à desservir. Physiquement, dans la majorité des cas le PE sera réalisé en utilisant une protection d'épissure optique (PEO) taille 2 144 FO FTTH (fournisseur 3M). Cette protection d'épissures optiques comporte :

- une entrée double acceptant 2 câbles de diamètre maximum 18mm, cette entrée double sera utilisée afin de raccorder le câble de distribution1,
- 12 ou 16 entrées/sorties de diamètre 6 à 12mm, celles-ci permettront de raccorder les immeubles situés dans la zone adressable de ce PE. (distribution 2),
- elle comprend également 12 cassettes compatibles avec l'implantation de coupleurs 1:8 (un par cassette).
 - o **Règle 1** : afin de prendre en compte les évolutions éventuelles de l'habitat on dimensionnera les zones d'influence de PE en limitant à **10 le nombre** de PRI raccordables à un PE.
 -
 - o **Règle 2** : on se limitera à **6 coupleurs maximum**, les cassettes supplémentaires pouvant être affectées au lovage et stockage des fibres non raccordées ou bien dans le cas de coupure du câble en amont ou en aval du PE, pour la gestion des soudures. On pourra donc, sur un PE donné, raccorder au maximum 48 clients couplés au PE. Cette condition sera à vérifier pour le taux de pénétration de 25%.

Nota : Dans certains cas (zones d'influence de PE de petite taille), la PEO FTTH taille 1 pourra être utilisée. On adaptera alors en conséquence les règles présentées ci-dessus, en cohérence avec les caractéristiques de cette protection d'épissures optiques à savoir :

- en plus de l'entrée double, cette PEO comporte 4 entrées/sorties ; on limitera donc à 4 le nombre de câbles raccordés à ce PE (soit 4 immeubles ou 3 immeubles plus un PRI d'îlot, par exemple),
 - cette PEO accepte 6 cassettes ; on se limitera à 3 coupleurs par PE et, donc sur un PE donné, on pourra raccorder au maximum 24 clients couplés au PE.
- **Identification des immeubles :**

Le pointage étant réalisé, l'étape suivante consiste à identifier 2 catégories d'immeubles :

- les immeubles de petite taille (moins de 6 équivalents logements) où l'implantation d'un PRI d'immeuble n'est pas justifiée,
- les immeubles plus importants (à partir de 6 équivalents logements) où des PRI devront être implantés.

- **Identification des immeubles de faible capacité < 6 équivalents logements - principes de raccordement de ces immeubles au PRI.**

Dans l'exemple traité (Cf. Figure 4), ces immeubles sont circonscrits dans les contours pointillés bleus.

Ces équivalents logements seront raccordés au réseau FTTH via un PRI multi-immeubles, dit PRI d'îlot. Ces PRI d'îlot pourront à terme contenir des coupleurs, leur taille sera limitée à 24 équivalents logements.



Figure 4 : Identification des immeubles < 6 équivalents logements

NOTA : Le matériel correspondant à ces PRI d'îlots n'est pas disponible actuellement. On se contentera donc de prévoir son futur raccordement au PE. Ceci se traduira par la « réservation » d'une ou plusieurs entrées/sorties du PE.

Dans l'exemple présent on retiendra la solution la plus pénalisante. A ce stade de l'étude on prévoira donc 3 sorties pour 3 PRI d'îlot.

Il restera donc 7 sorties de la PEO FTTH (PE) disponibles pour le raccordement des immeubles de 6 équivalents logements et plus (application de la **Règle 1** ci-dessus).

Réservation de sorties du PE pour les futurs PRI d'îlot

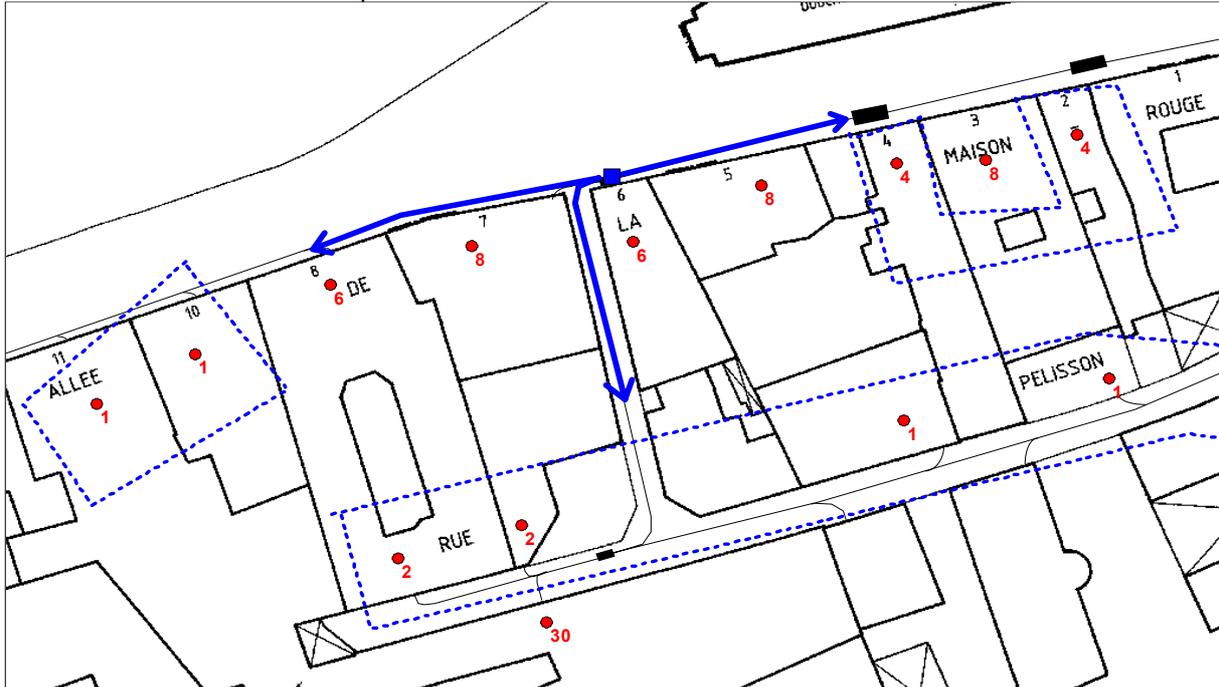


Figure 5 : Réserve de sorties pour les futurs PRI d'îlot

- **Identification des immeubles de capacité ≥ 6 équivalents logements - principes de raccordement de ces immeubles au PE.**

Pour achever le dimensionnement de la zone d'influence, il conviendra de rattacher les immeubles équipés de PRI à concurrence du nombre d'entrées /sorties qui restent disponibles.

Dans notre exemple, le nombre d'immeubles raccordables au PE est 7. Ces raccordements futurs sont représentés dans le schéma de la Figure 6.

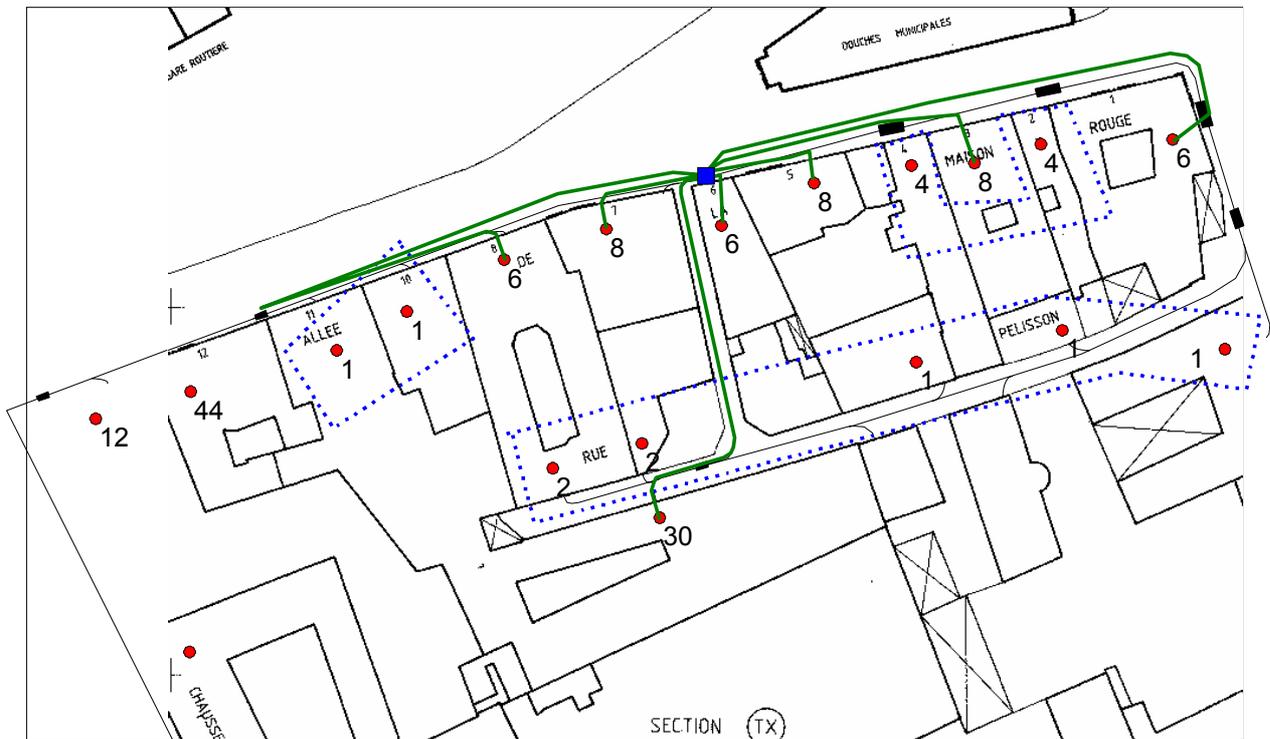


Figure 6 : Raccordement des immeubles avec PE

Vérification de la **Règle 2** :

- quelque soit le taux de pénétration le C2 est mis dès le départ dans les immeubles d'au moins 25 équivalents logements (cf modalité FT.2007M0180 ed2),
Pour la vérification de la règle 2 on retiendra uniquement les immeubles de 6 à 24 équivalents logements, et les PRI d'îlot
- dans notre exemple on a 1 immeuble 30 équivalents logements qui aura dès le départ les coupleurs dans son PRI, il n'intervient pas pour la règle 2.
Il reste donc 6 immeubles et 3 PRI d'îlot couplés au PE. Le nombre de clients couplés au PE sera donc : [PRI immeubles (6+8+6+8+8+6)+PRI îlot (2+8+7)] x 25% = 15
→ La règle 2 est bien vérifiée.

La zone d'influence du PE est donc définie comme indiqué par les pointillés rouges



Figure 7 : Zone d'influence du PE

6.2.5 Dimensionnement de la Distribution de Niveau 1 :

La distribution de niveau 1 prendra en compte les besoins pour 100% des équivalents logements, ainsi l'évolutivité du réseau sera assurée sans pose d'un nouveau câble. Le nombre de fibres PDZ-PE nécessaires résultera du calcul du nombre de coupleurs C2 nécessaires pour raccorder 100% des équivalents logements, c'est-à-dire :

- des besoins liés aux coupleurs C2 implantés en PRI d'immeuble
- des besoins liés aux coupleurs C2 implantés au PE
- des besoins liés aux coupleurs C2 implantés en PRI d'îlot.

• **Besoins en fibres résultant des coupleurs C2 implantés en PRI d'immeuble**

On considérera que pour un taux de pénétration de 100%, tous les clients des immeubles comprenant 8 équivalents logements et plus seront exclusivement raccordés à des C2 implantés en PRI d'immeuble. Pour un immeuble à M équivalents logements le nombre de coupleurs C2 nécessaires à 100% sera donc l'arrondi à l'entier supérieur de $M/8$.

Pour cette zone de PE le besoin total lié aux coupleurs C2 implantés en PRI d'immeuble sera la somme des besoins liés à chaque immeuble.

- Dans notre exemple :
 - Pour l'immeuble 30 équivalents logement : Arrondi sup. $(30 / 8) = 4$
 - Pour les 3 immeubles de 8 équivalents logements on aura 1 C2 par immeuble soit 3 au total.

Le besoin global résultant des 7 coupleurs C2 implantés en PRI d'immeuble sera donc 7 FO (fibres utiles) (Cf. **Figure 8**) sur le câble de distribution de niveau 1.

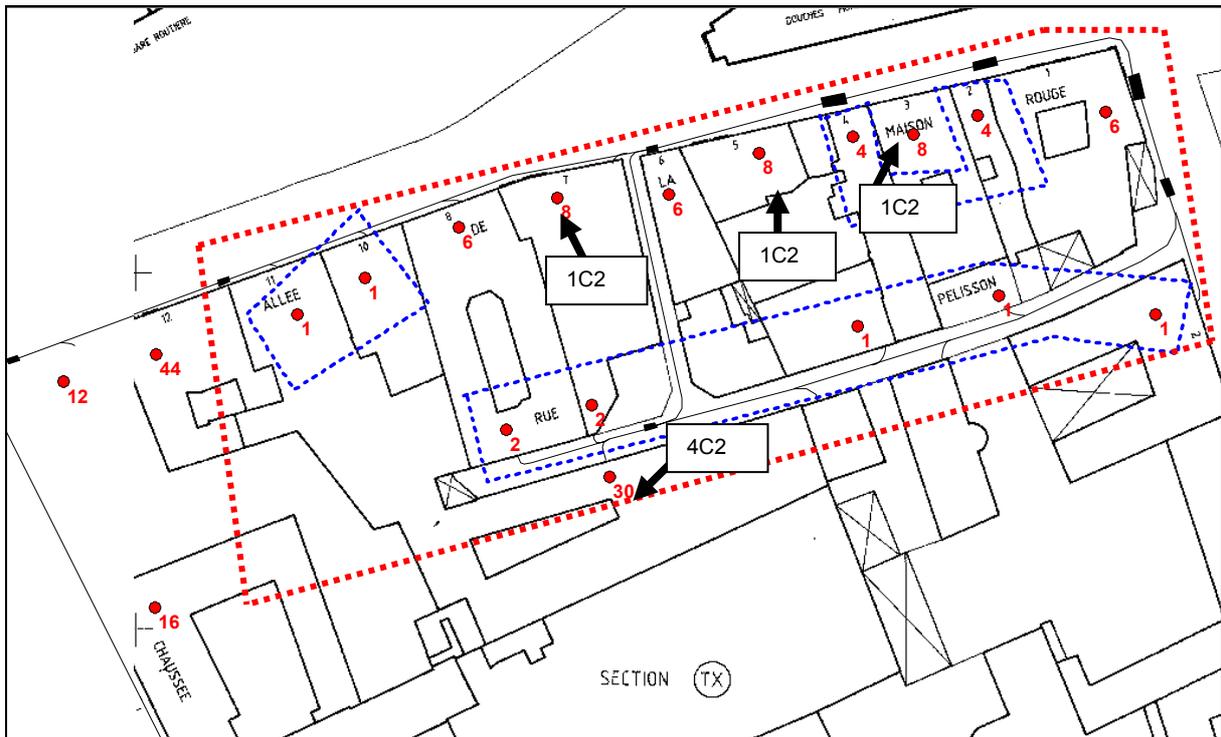


Figure 8 : Besoins en FO résultant des C2 en PRI d'immeuble

- **Besoins en fibres résultant des coupleurs C2 implantés en PE**

on considérera que seuls les clients des immeubles de 6 et 7 équivalents logements seront, pour un taux de pénétration de 100%, raccordés à des C2 situés en PE. Si N est le nombre d'équivalents logements couplés au PE à la cible, le nombre de coupleurs C2 nécessaires à la cible sera donc l'arrondi à l'entier supérieur de $N/8$.

Dans notre exemple (figure 9) on a 18 équivalents logements (6+6+6) couplés au PE soit 3 C2.

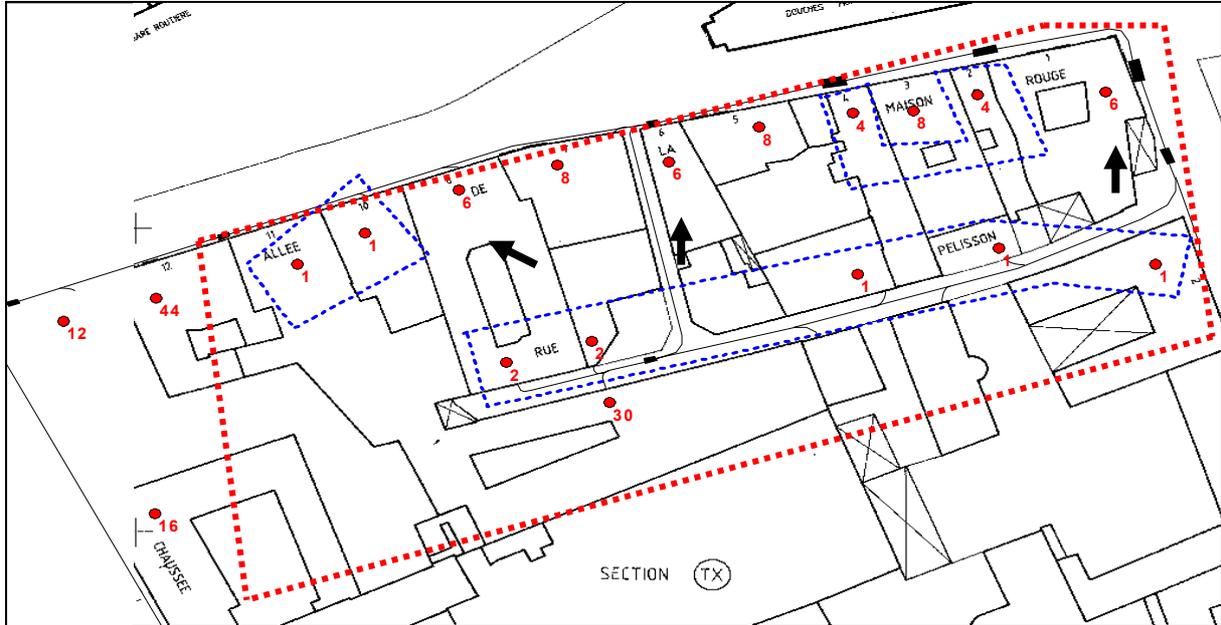


Figure 9 : Besoins en FO résultant des C2 en PE

- **Besoins en fibres résultant des coupleurs C2 implantés pour les PRI d'îlot**

On raisonnera pour chaque PRI d'îlot comme pour des immeubles couplés au PE ou au PRI d'immeuble. Ainsi les PRI d'îlot ayant 7 équivalents logements au maximum resteront couplés au PE pour un taux de pénétration de 100%. Pour les autres cas les coupleurs C2 seront considérés au PRI d'îlot.

Dans notre exemple on a 2 PRI d'îlots à 2 et 7 équivalents logements, qui restent couplés au PE ; soit 2 C2 et un PRI d'îlot à 8 équivalents logements (4+4) couplé au PRI d'îlot soit 1 C2.

Au total on a 3 C2 pour les PRI d'îlot.

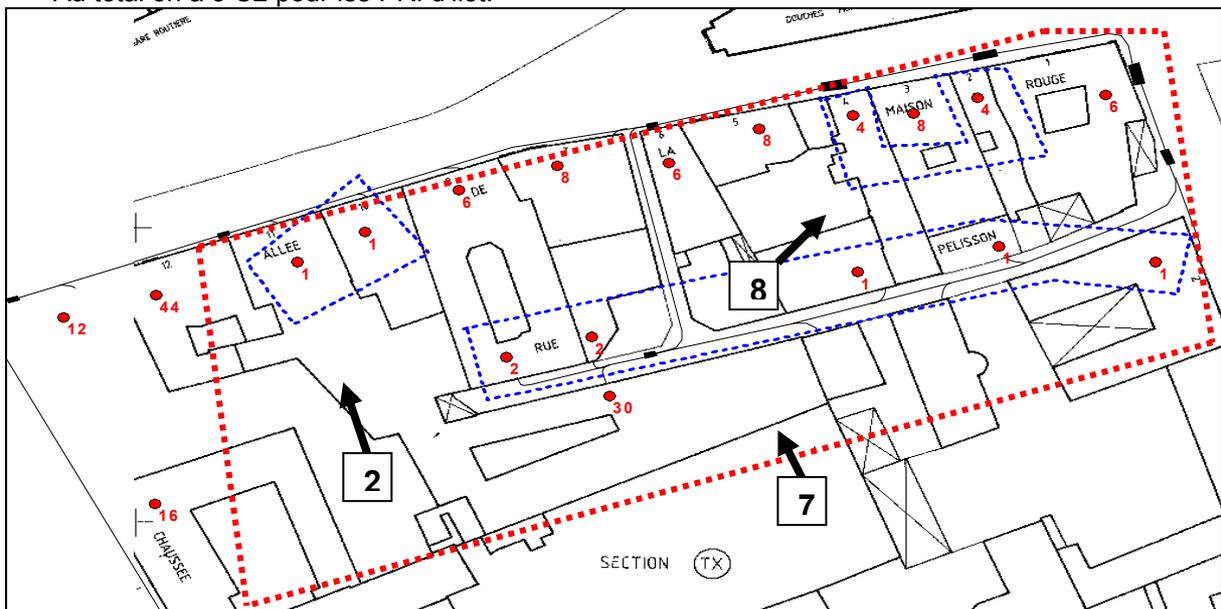


Figure 10 : Besoins en FO résultant des C2 implantés pour les PRI d'îlot

En résumé, le besoin en FO (fibres utiles) pour la distribution de niveau 1 pour le PE en question, sera égal à la somme des besoins pour les C2 en PRI d'immeuble, au PE et en PRI d'îlot. (exemple cf. Tableau 1).

Besoins en fibres de distribution de niveau 1		Besoin total
PRI d'immeuble	7 FO	13 FO
PE	3 FO	
PRI d'îlot	3 FO	

Tableau 1

Afin de faciliter les opérations de construction du réseau et de limiter les risques lors des interventions de maintenance, on affectera à chaque PE des modules entiers de 12 FO. Cette disposition permettra également de générer des fibres de réserve. Dans l'exemple étudié, le nombre de modules nécessaires est de 2 entre le PDZ et ce PE : on affectera donc, sur le câble de distribution de niveau 1, 24 FO à ce PE.

Ainsi ce travail de tracé des zones d'influence de PE devra être réalisé sur l'ensemble de la zone à étudier en partant de l'extrémité de la zone et en remontant vers le NRO.

Pour chacune des zones d'influence de PE de la zone étudiée, on calculera les besoins en modules à prendre en compte pour les câbles de la distribution de niveau 1.

- **Zone d'influence d'un PDZ :**

Pour rappel, le PDZ est le point d'interface entre le transport et la distribution de niveau 1. Il se trouve à un point de convergence de l'arborescence de génie civil en amont d'un groupe de PE, qui lui sont rattachés.

La zone d'influence (ZI) du PDZ regroupe un nombre entier de zones d'influence de PE.

La zone d'influence d'un PDZ est déterminée par la capacité du contenant.

Le tableau ci-dessous indique les limites des zones d'Influence de PDZ en fonction de la capacité du contenant choisi pour le PDZ :

Type de contenant	Nb max FO gérées	Nb max de C1	Nb max de C2 dans la ZI	Nb max théorique de logements adressables	capacité max de logements adressables préconisée
PEO T2	144	12	96	768	600 environ
PEO T3	288	24	192	1536	1200 environ

Tableau 2 – Correspondance taille PEO – Nbre d'équivalents logements adressables

Il conviendra de choisir la taille de PEO la plus adaptée à la zone de PDZ ciblée.

Exemple sur une zone urbaine :

- Casage
- Délimitation de la zone d'influence d'un PDZ

 limite de zone d'influence de PE
  PE

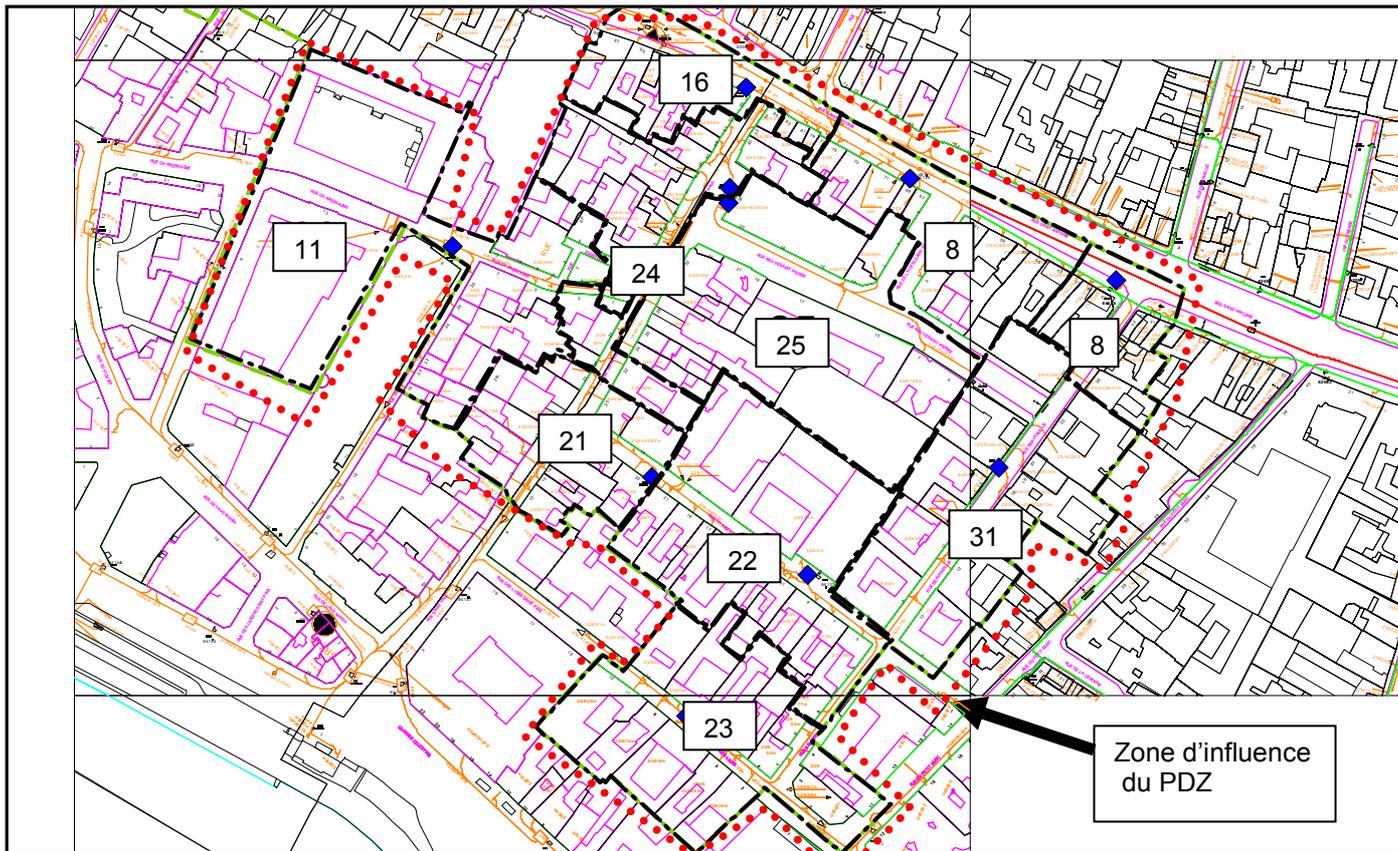


Figure 11 : Exemple – zone d'influence d'un PDZ

La zone d'influence d'un PDZ est obtenue par adjonction d'un nombre entier de PE (la délimitation des zones de PE de toute la zone à traiter restant un préalable à l'étude).

Ici dans notre exemple la zone de PDZ répond aux 3 conditions suivantes :

- nombre entier de PE,
- le nombre total d'équivalents logements (1266) est proche des 1200 préconisé,
- le nombre de coupleurs C1 nécessaires pour un taux de pénétration de 100% est de 23,6 soit donc inférieur ou égal à 24.

La figure 13 donne un synoptique plus facilement lisible de la distribution 1 à déployer. On affecte à chaque PE un nombre entier de modules de 12 FO.

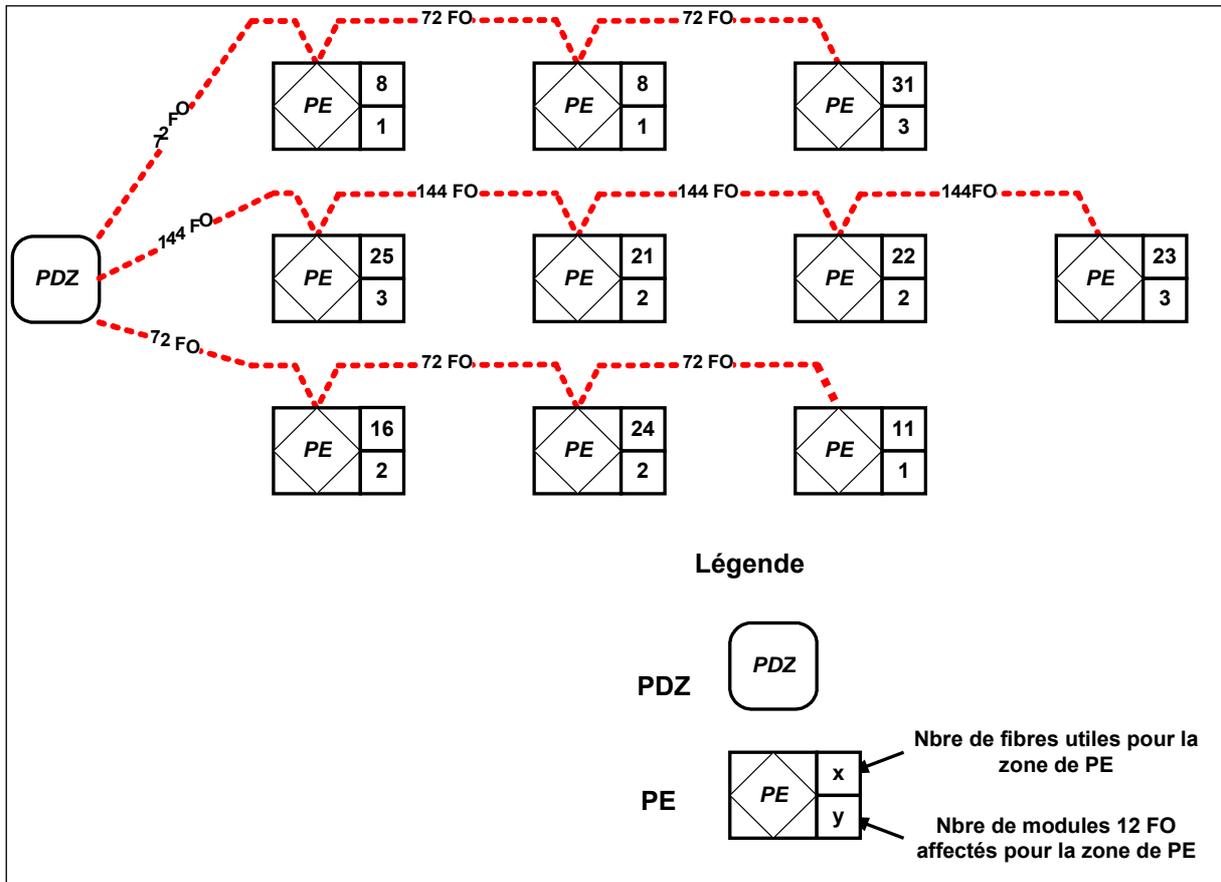


Figure 13 : Exemple – synoptique de plusieurs câbles de D1

• **Conception des réseaux de distribution de niveau 1 - préconisations :**

- 1) On privilégiera, comme dans notre exemple, la pose de câbles de FO de grosse capacité et on utilisera la technique du piquage en affectant un nombre entier de modules 12 FO à chaque PE, ceci permettra :
 - de générer des fibres de réserve utilisables en cas de dérangement,
 - de limiter les risques de dérangement lors des interventions en PE.
- 2) On privilégiera, quand le choix est possible, l'utilisation de chambres sous trottoir afin de faciliter les ré-interventions (raccordement d'un nouvel immeuble, pose d'un nouveau C2).
- 3) Le PE sera toujours placé à l'extérieur des immeubles (sauf cas d'un PE destiné à l'usage unique d'un immeuble) dans une chambre dont les dimensions et l'encombrement sont compatibles avec la protection d'épissure utilisée et les loves de câbles induits.
- 4) Le ratio « nombre de PE / PDZ » est très variable en fonction du type d'habitat. Au vu des sites en prédéploiement un ratio de l'ordre de 6 à 10 PE pour une zone de PDZ de 1200 équivalents logements est correct.

6.2.6 Dimensionnement du transport

Cette partie de réseau bénéficiant des 2 niveaux de couplage, un nombre réduit de FO permet d'alimenter le PDZ. Ainsi, la partie transport sera, elle aussi, dimensionnée à 100%.

- **Dimensionnement des besoins en transport pour chaque PDZ**

Deux méthodes sont proposées pour la conception des transports FTTH :

- la méthode « pas à pas » qui repose sur une approche plus fine qui nécessite, au préalable sur la zone à traiter, le dimensionnement exhaustif des zones d'influence de PE,
- la méthode « globale » qui repose sur une approche prenant en compte les potentiels par ZSR cuivre, méthode à réserver pour les zones annexes à celles retenues pour un déploiement immédiat. Elle permet de prévoir les modules supplémentaires à mettre en attente pour le traitement ultérieur de ces zones annexes.

On préconise la solution « pas à pas » qui permet :

- **Une meilleure mutualisation des PDZ.**
- **Un dimensionnement plus fin des transports.**

Le nombre de fibres nécessaires sera obtenu par addition du nombre de fibres utiles nécessaires pour chaque zone de PE, divisé par 8 pour tenir compte du niveau de couplage C1 en PDZ.

$$\text{Nbre FO transport} = \text{Arrondi sup. } [(\sum \text{Nbre FO utiles (FU) nécessaires en distri 1}) / 8]$$

Exemple : comme on l'a vu sur la figure 13, chaque câble de distribution 1 est représenté avec les besoins en fibres utiles. On peut donc en déduire le nombre de FO en transport.

- câble 144 FO : 91 fibres utiles (FU)
- 1^{er} câble 72 FO : 47 FU
- 2^{ème} câble 72 FO : 51 FU

$$\text{Nbre FO transport} = \text{Arrondi sup. } (91+47+51)/8 = 24 \text{ FO}$$

Si on avait procédé avec la méthode globale on aurait eu :

$$\text{nb FO transport} \approx \text{Arrondi sup. } \frac{\text{nb logements}}{(64 \times 0,9)}$$

Exemple : Dans l'exemple précédent où le nombre d'équivalents logements de la zone était 1266, le nombre de fibres nécessaires en transport serait :

$$22 \approx \frac{1266}{(64 \times 0,9)}$$

Pour les PDZ en immeuble (immeuble de plus de 200 équivalents logements) les besoins en transport sont décrits dans la modalité FT.2007M0180 ed2.

• **Conception de l'axe de transport - préconisations :**

- 1) La conception et le dimensionnement des câbles de transport se feront en prenant en compte l'ensemble des PDZ (du programme en cours et à venir) accessibles par un même axe de GC. Dans la mesure du possible, on se limitera à des câbles de 144 FO (exceptionnellement 288 FO).
- 2) Dans le cas où le transport dessert plusieurs PDZ, il sera opportun de placer les contenants en dehors du parcours du transport (cf. Figure 14). Cette pratique :
 - limite les risques de dérangement, toute intervention dans un PDZ (pose d'un nouveau C1 par exemple) ne pourra affecter les autres PDZ alimentés par ce même câble de transport,
 - permet de rechercher pour le PDZ un emplacement facile d'accès (on privilégiera les chambres sous trottoir),
 - simplifie la conception par l'affectation exclusive de l'ensemble des cassettes et sorties de la PEO à la desserte de la zone d'influence du PDZ.

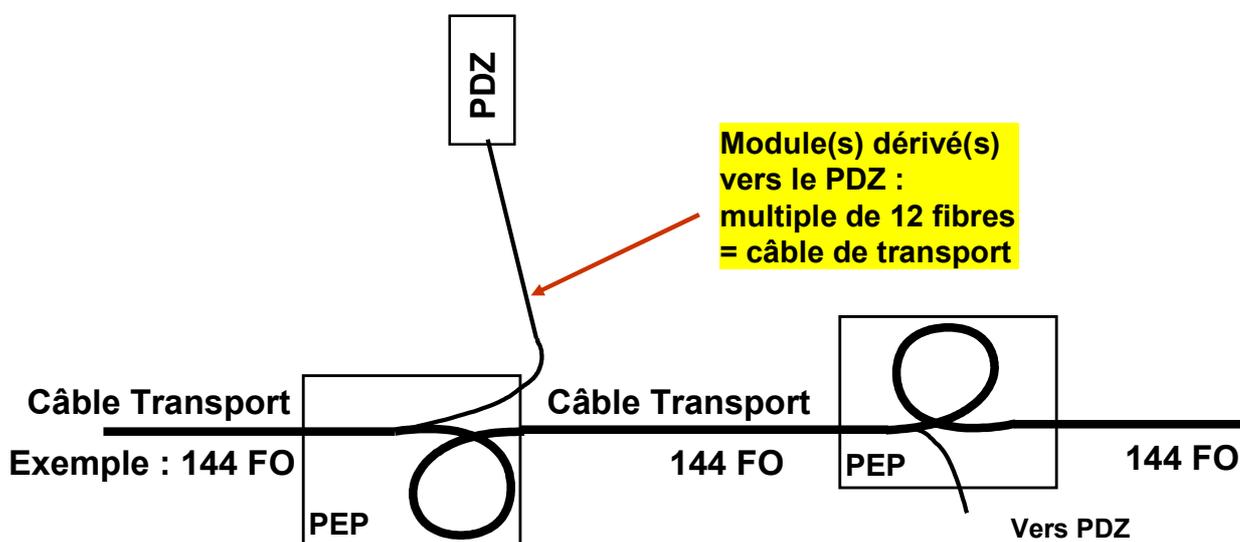


Figure 14 : Transport – principe de raccordement.

Le câble PEP – PDZ sera dimensionné en fonction du nombre de modules calculé au début de ce paragraphe. Pour une zone d'environ 1200 équivalents logements le câble est un 24 FO et la boîte une PEO T3 (cf tableau 2 du § 6.2.5). Tous les modules seront tirés jusqu'au PDZ.

- 3) Aucune ressource FO supplémentaire ne devra être réservée en transport à des fins de maintenance. En effet, le câble étant dimensionné à 100% de la zone, les méthodes de dimensionnement étant larges et l'affectation des FO à un PDZ se faisant par module 12 FO entier, des FO de réserve seront de fait présentes. Tout surdimensionnement est donc à proscrire.

6.2.7 Cas particulier des zones directes « proches » dites zone « 0 » :

Lieu d'implantation du niveau de couplage C1

Solution 1 : C1 dans l'armoire passive au NRO

Dans cette architecture, les coupleurs C1 seront installés dans l'armoire passive implantée au NRA (cf dossier sur site FTTH).

Solution 2 : C1 en PDZ positionné en infra au NRO ou en chambre

L'ingénierie applicable sera alors totalement identique à celle mise en œuvre pour les clients derrière PDZ.

Les zones directes représentant un nombre important d'équivalents logements, la couverture PON de ces zones peut requérir l'implantation de plusieurs PDZ. La zone directe sera donc en pratique divisée en plusieurs zones, chacune étant traitée séparément.

Il n'y a pas de préconisation a priori, ce sont les éléments « terrain » qui amèneront à choisir l'emplacement des PDZ.

La solution C1 en PDZ (placé en chambre) en réduisant le nombre de fibres nécessaires en sortie de NRO pour assurer la liaison NRO-PDZ sera d'autant plus conseillée :

- que les PE et l'emplacement possible pour le PDZ sont éloignés du NRO,
- que le GC à emprunter est saturé,
- si la chambre possible pour le siège de PDZ est facile d'accès et n'est pas saturée.

6.2.8 Règle de mise en place et d'allumage des coupleurs C1

6.2.8.1 Lors du déploiement du réseau

Du fait des coûts encore élevés des ports PON, la conception du réseau recherchera donc à optimiser l'utilisation de ces cartes, c'est-à-dire s'approcher le plus possible des 64 clients raccordés par port, l'objectif minimum étant un taux de remplissage de 50% des équipements PON.

En règle générale, pour un PDZ correctement dimensionné (aux environs de 1200 équivalents logements et 8 à 10 PE), on plantera **3 C1** au PDZ. Les 24 branches de ces coupleurs C1 seront raccordées (par fusion) aux câbles de distribution 1, ce qui permettra d'allumer en moyenne 3 fibres par PE. Si le PDZ comprend plus de 8 PE, on n'implantera pas de C1 supplémentaire mais on réduira le nombre de fibres allumées sur les PE de moindre potentiel.

On pourra adapter le nombre de C1 en fonction des PRI prévisibles sur la zone. Par exemple si on a de nombreux PRI d'îlot, le troisième C1 ne sera peut être pas utile. On pourra aussi privilégier les PE ayant beaucoup d'immeubles d'au moins 25 équivalents logements.

Exemple :

Pour l'exemple traité précédemment, le schéma Figure 15 (ci après) donne une proposition de pose et raccordement des coupleurs C1 pour l'allumage de fibres vers 10 PE.

On n'allumera qu'une ou deux fibre(s) dans les PE de potentiel moindre (beaucoup de PRI d'îlot ...)
Ce choix est un choix statistique, en l'absence de toute donnée relative aux immeubles de la zone à raccorder à court terme. La connaissance des immeubles avec accord syndic à raccorder peut bien sûr amener à modifier cette répartition.

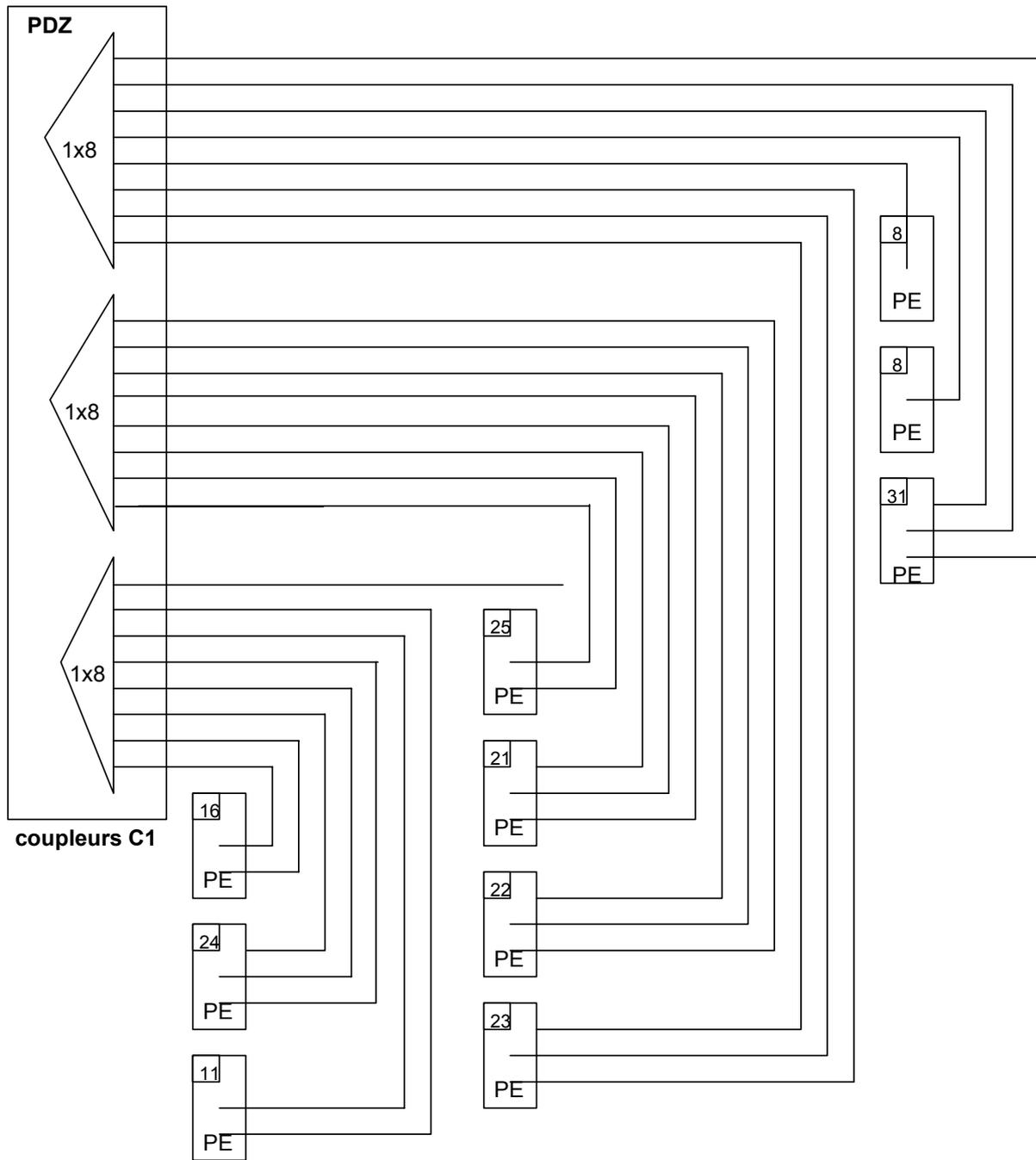


Figure 15 : Exemple – Pose et raccordement de coupleurs C1 en PDZ

Nota : les coupleurs C2 ne sont pas mis en place lors de la pose de la distribution 1, mais au fil de l'eau, lors de la mise en place des distributions 2.

6.2.8.2 Évolution - réaffectation des branches de C1- ajout de nouveaux C1

Au fil des raccordements de nouveaux clients et de nouveaux immeubles, il conviendra d'allumer de nouvelles fibres dans les PE (affectation de nouvelles branches de coupleurs C1 aux PE).

Cette opération se fera par réaffectation de branches de C1 existants et/ou ajout de nouveaux coupleurs C1. Les règles présentées dans le tableau ci-dessous permettent de :

- contenir les CAPEX en maintenant un taux d'occupation des branches de C1 correct (65%),
- réduire les OPEX en limitant le nombre de ré-interventions dans les PDZ et donc les risques de dérangement.

On considère le nombre de branches de C1 raccordées à des coupleurs C2, eux-mêmes raccordés à des clients.

Quelle que soit la solution adoptée, il conviendra de prendre en compte l'ensemble de la zone d'influence du PDZ et de faire un bilan, PE par PE, afin de pouvoir prévenir au mieux d'éventuelles saturations :

- dans le cas de réaffectation de branches, en complément de la désaturation initiale génératrice de l'intervention, on rééquilibrera les ressources entre les différents PE afin de prévenir au mieux d'éventuelles saturations à venir,
- dans le cas d'implantation d'un nouveau C1, on affectera toutes les branches afin, là encore, de prévenir les saturations futures.

Le tableau ci-dessous traite à titre d'exemple les cas des PDZ à 2, 3 et 4 C1 :

Nbre de C1 au PDZ	Nbre de branches raccordées à des troncs de C2	Solution préconisée en cas de saturation
2	moins de 10	Optimisation de l'existant : ouverture du PDZ et réaffectation des branches des C1 existants. Coupure et soudure de certaines branches de C1 non occupées par des clients.
	10 à 16	Implantation d'un nouveau C1 et affectation de toutes ses branches.
3	moins de 15	Optimisation de l'existant : ouverture du PDZ et réaffectation des branches des C1 existants. Coupure et soudure de certaines branches de C1 non occupées par des clients.
	15 à 24	Implantation d'un nouveau C1 et affectation de toutes ses branches.
4	moins de 20	Optimisation de l'existant : ouverture du PDZ et réaffectation des branches des C1 existants. Coupure et soudure de certaines branches de C1 non occupées par des clients.
	20 à 32	Implantation d'un nouveau C1 et affectation de toutes ses branches.

Tableau 3

En règle générale, quand, dans un PDZ donné, le nombre de branches de C1 raccordées à des troncs de C2 dépassera les 65%, on préférera l'implantation d'un nouveau C1 dans le PDZ, à la réaffectation des branches des C1 existants.

6.3 Évolutivité du réseau

Bien que cette modalité ne porte que sur le transport et la distribution de niveau 1, on parlera ici de l'évolutivité du NRO jusqu'au PRI

- Le PRI est dimensionné en fonction de la taille de l'immeuble et permet de desservir tous les clients à 100%. Le taux de pénétration n'a donc aucun impact sur le dimensionnement de ce point fonctionnel.
- Les règles d'implantation des coupleurs C2 (cf modalité FT.2007 M 0180 ed 2) au-delà du taux de pénétration initial de 25%, permettent de ne jamais revenir poser un nouveau câble sur la partie distribution de niveau 2. Les règles de dimensionnement des liaisons PE-PRI permettent donc de s'affranchir de toute sensibilité au taux de pénétration.
- Les zones d'influence de PE ayant été dimensionnées pour couvrir les besoins jusqu'au taux de pénétration 25% (en particulier, 48 clients maximum couplés au PE), il peut se faire que des saturations interviennent au niveau de ce contenant si la demande est très forte. En fonction du contexte et des perspectives d'évolution de la demande dans la zone du PE, il conviendra alors de :
 - o dans un 1^{er} temps, récupérer les ressources en C2 au niveau du PE, issues des résiliations,
 - o en dernier recours, implanter des C2 au niveau de PRI d'immeubles ou d'îlots, puis muter des clients initialement couplés au PE.
- La distribution 1 ayant été dimensionnée au taux de pénétration 100%, l'évolutivité sur cette partie se fera naturellement et il n'y aura pas d'extension à réaliser sur ce segment de réseau.
- Au niveau de PDZ, le fait de prendre une PEO T3 pour environ 1200 équivalents logements permet d'atteindre le taux de pénétration de 100%
- Le transport a été dimensionné pour 100% de la taille des zones d'influence de PDZ. Quel que soit le taux de pénétration réel, aucune extension de réseau ne sera nécessaire.

6.4 Génie civil

La logique d'optimiser les coûts, conduit FT à éviter, autant que faire se peut, de créer du GC.

France Télécom a mis à disposition des opérateurs une offre de partage de ses installations de génie civil le 27 décembre 2007.

Les règles d'ingénierie relatives au choix des alvéoles à utiliser doivent s'appliquer également pour le propre déploiement FTTH de France Télécom :

Cela se traduit principalement par l'utilisation en priorité des alvéoles occupées sur les tronçons de transport et de distribution et par la pose systématique d'un filin d'aiguillage en adduction.

Lorsque le passage en alvéole occupée n'est pas possible sur un tronçon de transport ou de distribution, l'utilisation d'une alvéole libre ne pourra se faire qu'après tubage de celui-ci, sauf dans le cas où le nombre d'alvéoles libres est supérieur à 4.

Enfin, une règle de non saturation est systématiquement appliquée sur chaque tronçon : tout opérateur, y compris France Télécom, doit laisser disponible, dans le respect des règles d'ingénierie, la même ressource que celle qu'il utilise pour ses propres besoins sur chaque tronçon de ses parcours de câble.

6.5 Ingénierie au NRO

6.5.1 Description générale du système

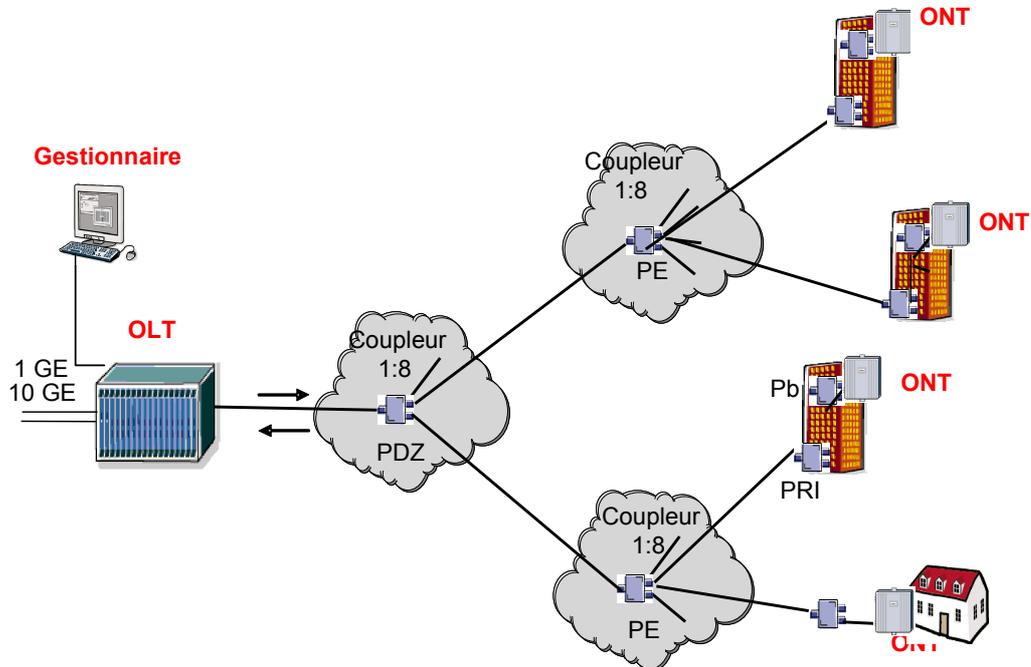


Figure 16 : Système PON

Conformément au synoptique ci dessus, les équipements actifs installés sont les suivants :

- l'OLT (Optical Line Termination) installé au NRO
- l'ONT (Optical Network Termination) installé chez le client
- le gestionnaire d'administration du réseau

Pour l'instant l'OLT **sera toujours implanté au NRO de rattachement de la zone concernée.**

6.5.2 Implantation des baies au NRO



Baie pour équipements actifs

Baie passive

6.5.3 Ingénierie avec armoire optique passive

Pour le câblage et le raccordement de l'OLT en centre, l'ingénierie retenue est une ingénierie avec armoire optique passive.

L'armoire optique passive doit être installée en centre, plutôt dans les travées d'équipements.

Dans cette armoire aboutissent :

- tous les câbles optiques du réseau PON,
- les éventuels coupleurs (pour les zones directes par exemple),
- le ou les câble(s) optique(s) de renvoi vers le répartiteur optique du NRA.

Le raccordement entre la baie OLT et cette armoire optique passive se fait alors avec des pigtaills qui seront protégés par des goulottes (goulottes TYCO) prévues à cet effet et installées sur (ou sous) les platelages.

Dans cette ingénierie, l'armoire optique passive doit être mise en place à proximité de la baie PON (moins de 10 m). Cette ingénierie a pour principal avantage de diminuer le nombre de connecteurs optiques et ainsi d'améliorer le bilan optique global du réseau PON.