

**Etude portant sur les spécifications techniques des
infrastructures de génie civil
susceptibles de supporter des réseaux d'accès FTTH**

Partie 2 de l'étude : Eléments de spécifications des infrastructures

*Etude réalisée par le cabinet Avisem
pour le compte de l'Autorité de Régulation des Communications électroniques et des Postes*

L'Autorité a commandé la présente étude à Avisem afin d'obtenir un éclairage technique sur les spécifications de travaux que les collectivités pourraient utilement mener en faveur d'un déploiement FTTH, à l'occasion de leurs travaux de voirie.

Dans un souci de transparence et d'information ouverte, elle a décidé de rendre publique cette étude.

Les analyses menées et les préconisations formulées sont de la seule responsabilité de Avisem et n'engagent pas l'Autorité.

Les parties intéressées sont invitées, le cas échéant à faire part de leurs commentaires à l'Autorité.

1	Introduction.....	5
1.1	Contexte	5
1.2	Objectifs de l'étude	5
1.3	Limites	5
2	Travaux VRD se prêtant techniquement à la pose d'infrastructures en attente.....	6
2.1	Types de travaux	6
2.2	Gestion de tranchées communes	7
2.3	Volumétrie.....	7
3	Cas où la pose d'infrastructures en attente n'est pas pertinente	8
3.1	Travaux en ZA déjà aménagée	8
3.2	Présence d'un réseau câblé.....	8
3.3	Présence de galeries visitables.....	8
4	Exigences fonctionnelles pour des infrastructures en attente.....	9
4.1	Problématique	9
4.2	Principes d'architecture FTTH	9
4.2.1	Architecture "point à multipoint".....	9
4.2.2	Architecture "double étoile active".....	9
4.2.3	Architecture "point à point"	10
4.3	Besoins en câbles	10
4.3.1	Architecture "point à multipoint".....	10
4.3.2	Architecture "double étoile active".....	11
4.3.3	Architecture "point à point"	11
4.4	Besoin en chambres	13
4.5	Problématique du nombre d'opérateurs.....	13
4.6	Dimensionnement retenu	13
5	Exemples de réalisation par des collectivités ou organismes publics.....	15
5.1	Une SEM multi-réseaux.....	15
5.2	Une commune moyenne	15
5.3	Une commune rurale.....	17
5.4	Meurthe et Moselle	18
6	Éléments de spécifications	19
6.1	Architecture générale en cas de travaux VRD avec adduction.....	19
6.1.1	Option avec chambres	19
6.1.2	Option sans chambres.....	20
6.1.3	Option intermédiaire avec chambres de tirage.....	20
6.2	Architecture générale en cas de travaux VRD sans adduction	20
6.3	Fourreaux	21
6.3.1	Types.....	21
6.3.2	Nombre et diamètre	23

6.3.3	Contraintes de distance.....	23
6.3.4	Rayons de courbure.....	24
6.3.5	Autres règles de pose	24
6.4	Chambres	25
6.4.1	Type	25
6.4.2	Principes de pose.....	25
6.5	Dispositifs de terminaison des fourreaux	26
7	Coûts.....	27
7.1	Fourreaux	27
7.2	Chambres	27
7.3	Sur-largeurs	27
7.4	Synthèse	28
8	Opportunité de la pose d'infrastructures en attente.....	29
8.1	Pose d'infrastructures en attente vs projet d'infrastructure	29
8.2	Les risques d'une attente sans fin... ..	29
8.3	La pose d'installations en attente dans le cadre d'un plan directeur FTTH local.....	30
8.4	Stratégies de pose d'installations en attente	31
9	Démarche de mise en oeuvre	32
9.1	Définition d'une politique de pose d'infrastructures en attente	32
9.2	Planification	32
9.3	A chaque chantier.....	32
9.3.1	Etudes.....	32
9.3.2	Réception des infrastructures.....	33
9.3.3	Documentation.....	33

1 INTRODUCTION

1.1 Contexte

Dans les prochains mois, certaines villes vont bénéficier d'un déploiement « Fiber to the home » (FTTH), à l'initiative des opérateurs privés. Mais l'économie du FTTH va conduire ces opérateurs à concentrer leur déploiement sur certaines villes, voire certains quartiers. Il est donc probable que des collectivités, soucieuses de faire bénéficier leur territoire d'offres FTTH, vont prendre en charge tout ou partie des travaux nécessaires.

Leur intervention pourra être opportuniste, en profitant de travaux sur le domaine public pour poser des fourreaux en attente, ou volontariste, en établissant une infrastructure complète, y compris la pénétration dans les immeubles.

De façon générale, l'ARCEP, à travers le CRIP, cherche à guider les collectivités vers les bonnes pratiques à adopter dans leurs interventions.

C'est pourquoi, elle a souhaité fournir, à travers la présente étude, un éclairage technique sur les spécifications de travaux que les collectivités pourraient utilement mener en faveur d'un déploiement FTTH, à l'occasion de leurs travaux de voirie.

1.2 Objectifs de l'étude

La présente étude propose des spécifications techniques pour les infrastructures souterraines de télécommunications, et notamment de fourreaux, que pourraient poser les collectivités, à la faveur de travaux sur la voirie.

Les travaux de voirie ne concernent pas toujours la pénétration dans les immeubles (adduction), qui est indispensable aux réseaux FTTH. Or la réalisation des adductions peut représenter une part importante du coût de déploiement d'un réseau FTTH. Un moyen évident pour réduire ce coût est la mutualisation des adductions FTTH avec les adductions existantes (télécoms mais aussi électricité, assainissement etc.). Un soin tout particulier a donc été apporté à ce que les spécifications proposées ci-après intègrent toutes les synergies possibles avec les adductions existantes.

C'est pourquoi, dans un premier temps, les modalités d'adduction des réseaux existants ont fait l'objet d'un examen approfondi, ainsi que leurs possibilités de prise en compte dans un déploiement FTTH. Ces sujets font l'objet du rapport de la partie 1 de l'étude.

1.3 Limites

Cette étude se focalise sur les configurations qui se rencontrent dans le centre ville et la proche périphérie des communes de densité moyenne, car c'est là que des infrastructures souterraines de télécommunications ont le plus de chance de favoriser un déploiement FTTH.

Elle a une vocation essentiellement technique et ne comprend pas d'analyse juridique approfondie, notamment des questions de propriété ou de servitude de passage.

Elle se focalise sur l'ingénierie d'infrastructures de génie civil. L'ingénierie optique des opérateurs est prise en compte seulement dans la mesure où elle impacte l'ingénierie du génie civil (notamment nombre de fourreaux et points de coupure).

2 TRAVAUX VRD SE PRETANT TECHNIQUEMENT A LA POSE D'INFRASTRUCTURES EN ATTENTE

Ce chapitre présente quelques éléments de contexte sur les travaux de voirie réseaux divers (VRD). Après une description des types de travaux couramment effectués (3.1), les pratiques actuelles de mutualisation de travaux sont plus spécifiquement abordées (3.2), car la pose de fourreaux en attente s'inscrirait dans cette logique de mutualisation. Enfin, quelques données sont fournies sur les volumes annuels de travaux (3.3).

2.1 Types de travaux

Les travaux impliquant des fouilles sont d'autant plus favorables à la pose d'infrastructures de télécommunications que trois conditions sont remplies, par ordre d'importance décroissante :

- travaux impliquant des adductions vers les immeubles, permettant de partager le génie civil correspondant ;
- tranchée très profonde et donc très large ; la pose de fourreaux de télécommunications peut donc éventuellement ne pas nécessiter de sur-largeur de tranchée, ou une sur-largeur réduite ;
- maîtrise d'ouvrage publique.

Les travaux d'assainissement et de pose de réseaux d'eau potable sont particulièrement favorables dans la mesure où ils remplissent les trois conditions. En particulier leur tranchée est très profonde (>1,2 m) et donc assez large.

Les travaux d'enfouissement de réseaux secs (électricité, câble, télécommunications) sont également assez favorables car ils comportent le bénéfice du partage d'adductions. Toutefois, ils impliquent une sur-largeur, et ils peuvent être sous maîtrise d'ouvrage privée, ce qui complique le partage.

Les travaux de construction ou de réfection de voies pédestres ou cyclables sont également favorables à la pose de fourreaux car ils ne sont pas soumis aux mêmes contraintes de sécurisation que sur les voies routières, et il est donc possible d'y enterrer des fourreaux à faible profondeur.

Les travaux de signalisation, d'éclairage public ou de vidéosurveillance sont également favorables quoiqu'ils ne comprennent pas d'adduction.

Les travaux courants de réfection des bandes de roulement de voies routières sont quant à eux moins favorables car d'une part, il est rare qu'il y ait décaissement en profondeur (on se contente généralement de superposer une nouvelle couche de roulement), d'autre part la dimension d'adduction est absente. Ils ont toutefois l'intérêt d'être plus fréquents. De plus il peut être intéressant d'en profiter pour poser des fourreaux s'il y a un risque qu'un opérateur vienne prochainement mener des travaux au même endroit, ce qui dégraderait le revêtement neuf.

Le tableau ci-après résume ces considérations :

	Travaux avec adductions	Tranchée profonde ou possibilité de pose à faible profondeur	MOA publique	Intérêt du partage des travaux
Assainissement / eau	✓	✓ ✓	✓	✓ ✓ ✓ ✓
Electricité / gaz	✓	✓	-/ ✓	✓ ✓
Pistes cyclables	-	✓	✓	✓ ✓
Roulement	-	-	✓	✓

2.2 Gestion de tranchées communes

Les collectivités favorisent la mise en commun de travaux :

- Lorsqu'un occupant du domaine public a besoin d'intervenir en sous-sol, la collectivité incite les autres à rénover également leur réseau en même temps afin d'éviter de nouveaux travaux ultérieurs au même endroit.
- De plus certaines collectivités organisent des programmes d'enfouissement de réseaux secs.

Cette mise en commun est organisée par la collectivité. A cet égard, il est usuel qu'une ville organise des réunions périodiques des occupants du sous-sol et tiennent à jour un programme annuel des travaux de tous.

Cette volonté de coordination des travaux se heurte certes à des tendances « individualistes » des concessionnaires, qui sont réticents à anticiper leurs travaux ou qui préfèrent parfois mener leurs travaux au même moment, mais dans un chantier séparé.

Ainsi, il est fréquent que les travaux de plusieurs réseaux soient menés en commun, ou au même moment à un endroit donné. Par exemple, ils concerneront simultanément les réseaux suivants :

- eau + assainissement + électricité + télécoms + éclairage public
- électricité + télécoms + gaz + éclairage public
- électricité + éclairage public

En conséquence, dans la quasi-totalité des cas, les travaux comprennent des fouilles d'adduction.

Chaque chantier est coordonné par un pilote, qui est souvent la collectivité. Les propriétaires de réseaux concernés conviennent a priori d'une règle de calcul des coûts. En principe, chacun paye au prorata du volume de la tranchée qui lui est imputable.

2.3 Volumétrie

Une enquête menée auprès d'un échantillon de villes permet d'estimer à environ 2% le linéaire de voirie qui fait l'objet de travaux avec fouille chaque année. Plus précisément, les proportions relevées pour 2007 sont les suivantes : Alençon 0,4%, Montpellier 1,4%, Draguignan 1,5%, Unieux (Loire, 8300 hab.) 2%, Besançon 2,1%, Clermont-Ferrand 2,4%, Valenciennes 2,7%.

Si l'on considère que ces pourcentages concernent essentiellement des zones bâties et qu'on a besoin de presque deux fois le linéaire de voirie en zone bâtie pour un déploiement FTTH (chaque côté de la rue), la pose de fourreaux en attente ne peut donc représenter chaque année que de l'ordre de 1% du linéaire nécessaire.

En d'autres termes, les fourreaux en attente ne couvriront l'ensemble du linéaire à équiper qu'au bout de 100 ans. Cette durée est un minimum puisque sur cette période, des travaux peuvent concerner deux fois une même zone.

Les linéaires sont typiquement de 100 à 300 m par chantier.

3 CAS OU LA POSE D'INFRASTRUCTURES EN ATTENTE N'EST PAS PERTINENTE

Dans trois cas décrits ci-après la démarche de pose de fourreaux en attente ne semble pas pertinente : en ZAC déjà aménagée (3.1), réseau câblé de collectivité (3.2), existence de galeries visitables (3.3). A contrario, on considère que l'existence d'une infrastructure souterraine de France Telecom ne dispense pas d'envisager la pose de fourreaux en attente, pour des questions de disponibilité et de tarifs d'accès.

3.1 Travaux en ZA déjà aménagée

Comme l'indique le document « Equipement des zones d'activité en infrastructures de télécommunications à haut et très haut débit - Guide pour les aménageurs et pour les collectivités » publié par l'ARCEP en décembre 2006, un aménageur doit mener une étude préalable pour déterminer la manière dont seront déployées les infrastructures de communications électroniques nécessaires.

L'aménageur peut choisir de pré-équiper entièrement la zone et de mettre les installations correspondantes à la disposition des opérateurs de façon neutre, et notamment de l'opérateur chargé du service universel. Cette stratégie conduit la collectivité pour laquelle agit l'aménageur à devenir propriétaire de l'ensemble des infrastructures de communications électroniques de la ZA. C'est ainsi que par exemple, Montpellier possède des fourreaux vers 25 000 logements en ZAC.

En revanche, si l'aménageur laisse l'opérateur chargé du service universel déployer son infrastructure à ses frais, il peut être opportun de poser des fourreaux en attente en co-construction.

Ce cas de déploiement, même s'il peut être considéré comme de la pose de fourreaux en attente, est en dehors du périmètre de la présente étude. On se référera aux publications de l'ARCEP et de l'AVICCA à ce sujet.

Si l'aménageur a effectivement posé des fourreaux en attente lors de l'aménagement initial de la ZAC, il semble généralement inutile qu'il en pose lors de travaux menés ultérieurement.

3.2 Présence d'un réseau câblé

Si les travaux se déroulent dans une zone équipée en câble dans un mode juridique tel que l'on peut considérer que la commune va récupérer à terme la propriété des infrastructures du réseau câblé (ce qui est en principe le cas dans une concession), il n'est sans doute pas nécessaire qu'elle pose des fourreaux en attente.

C'est particulièrement le cas si le terme se situe à un horizon correspondant au calendrier prévisible de déploiement d'opérateurs FTTH. En effet, il est probable que les opérateurs FTTH attendront l'ouverture des infrastructures du câble pour se déployer.

Des fourreaux posés en attente risquent dans ce cas d'être inutilisés et de dupliquer l'infrastructure du câblo-opérateur. En revanche le câblo-opérateur lui-même est susceptible de profiter des travaux pour poser de nouveaux fourreaux dans son réseau.

La pose de fourreau en attente n'est pas non plus requise si l'échéance du contrat avec le câblo-opérateur est lointaine, mais qu'il propose une offre d'accès satisfaisante et pérenne à ses infrastructures.

3.3 Présence de galeries visitables

La pose de fourreaux en attente n'est pas non plus pertinente, à l'évidence, là où existent des galeries visitables (assainissement ou chauffage urbain) longitudinales et d'adduction.

En revanche des galeries purement longitudinales ne semblent pas utilisables pour un déploiement FTTH et ne dispensent pas d'envisager la pose de fourreaux en attente.

4 EXIGENCES FONCTIONNELLES POUR DES INFRASTRUCTURES EN ATTENTE

Ce chapitre a pour objet de préciser les exigences que devrait satisfaire une infrastructure de génie civil installée à l'occasion de travaux de voirie, de sorte qu'elle puisse être utilisée ultérieurement pour un réseau optique. Après avoir présenté cette problématique de façon générale (4.1), nous présentons les principales architectures optiques (4.2) puisque l'architecture optique impacte le besoin de dimensionnement. Nous discutons en conséquence le besoin en nombre et taille de câbles (4.3) et concluons sur le dimensionnement à retenir (4.4).

4.1 Problématique

Il s'agit de profiter de l'ouverture de tranchées d'une profondeur significative (au moins 20 cm), par la collectivité, un de ses concessionnaires ou un occupant du domaine public, pour poser à coût marginal des infrastructures qui seront ensuite utilisables pour déployer un réseau optique, et notamment un réseau FTTH (Fiber to the Home), desservant les particuliers.

Ce réseau optique, capable de fournir des services aussi divers que TV, Internet, Téléphone, etc..., est constitué de :

- câbles optiques et d'accessoires associés tels que boîtiers ou coffrets, coupleurs, permettant d'acheminer les services d'un point central vers les habitations (et entreprises, bâtiments publics, ...) et donc de séparer les fibres optiques aux changements de direction.
- d'équipements permettant « d'éclairer la fibre optique », situés essentiellement dans un local technique central et chez l'abonné.

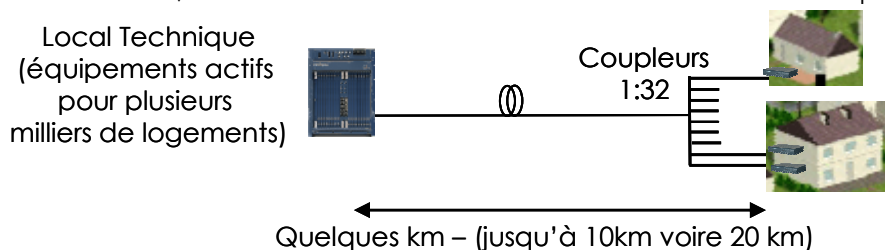
Il s'agit de profiter des travaux pour accéder directement au domaine privatif si les travaux de voirie ou réseaux divers y accèdent, ou à défaut de se rapprocher d'une infrastructure mobilisable (chambre France Télécom ou Réseau Câblé) pour accéder ultérieurement au domaine privatif à travers elle.

4.2 Principes d'architecture FTTH

Plusieurs topologies de réseau FTTH sont déployées, selon le choix des opérateurs et il semble impossible de dire à ce jour quelle architecture prévaudra demain.

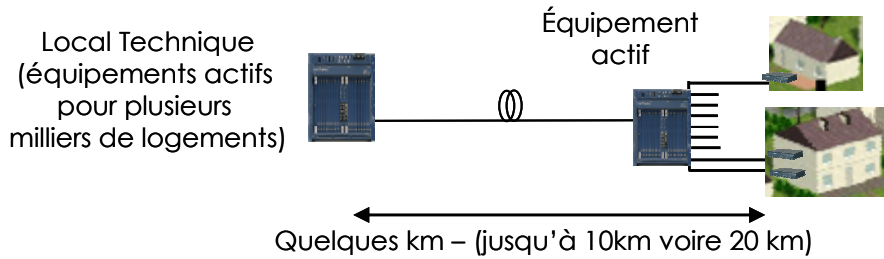
4.2.1 Architecture "point à multipoint"

Les infrastructures optiques "arborescentes" rencontrées dans les systèmes "point à multipoint" ont pour principe de séparer le signal optique en plusieurs "branches" à l'aide d'équipements passifs positionnés le long du parcours. Ces coupleurs optiques sont installés entre le local technique et l'abonné, de manière centralisée ou non selon le choix de l'opérateur.



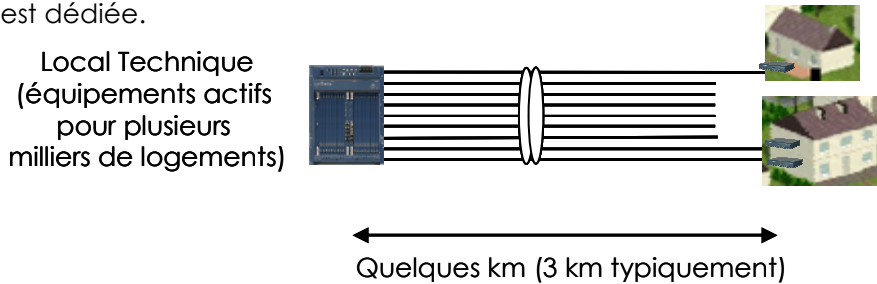
4.2.2 Architecture "double étoile active"

Ce type d'architecture est évoquée ici quoique sans doute la moins pratiquée. Elle a pour principe de positionner un équipement actif intermédiaire qui regroupe quelques dizaines d'abonnés, entre l'équipement actif principal situé dans le local technique et l'abonné. Ces équipements peuvent être installés soit dans des armoires de rues, soit des dans des locaux (sous sols d'immeubles, ...).



4.2.3 Architecture "point à point"

Les infrastructures optiques "étoilées" sont utilisées typiquement par les systèmes "point à point" où chaque client est relié à l'équipement actif situé au nœud d'accès, par une fibre qui lui est dédiée.



Le choix d'une de ces architectures n'impacte pas le tracé des réseaux optiques. En revanche il peut impacter le nombre de câbles nécessaires à un endroit donné, et la position des chambres, comme cela est précisé ci-après.

4.3 Besoins en câbles

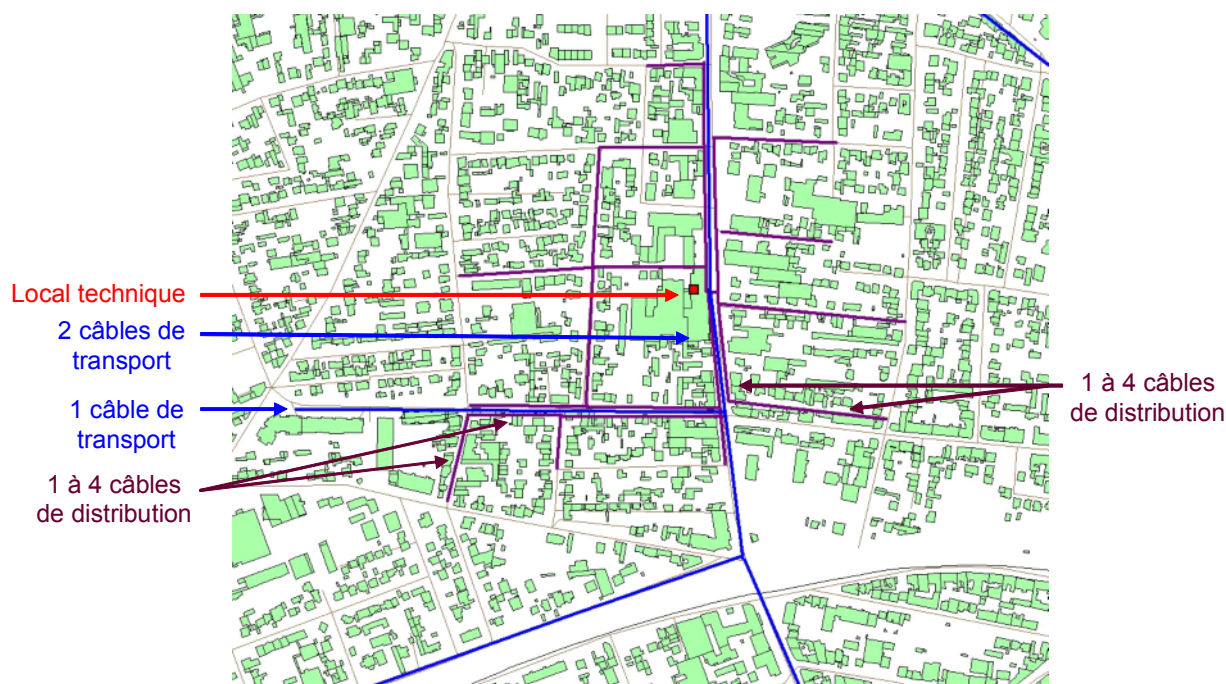
4.3.1 Architecture "point à multipoint"

L'architecture "point à multipoint" nécessite des câbles de capacité modeste, dépassant rarement 144 fibres optiques. Seul un voire deux câbles de transport dont le diamètre n'excède pas 20mm sont nécessaires en parallèle sur un même tronçon.



Les câbles sont de 72 ou 144 fibres, selon les tronçons.

A cette capacité de transport, il convient d'ajouter un ou plusieurs câbles de raccordement, comportant quelques fibres à plusieurs dizaines de fibres selon la typologie de l'habitat (pavillon, immeuble), le nombre de logements à desservir depuis un point d'éclatement du câble et également le choix d'architecture de desserte de l'opérateur (centralisation des coupleurs ou non). Ces câbles ont un diamètre encore plus modeste, dépassant rarement 10mm.



Les distances entre le (ou les) local(aux) technique(s) où sont concentrés les équipements actifs fournissant les services et les abonnés sont généralement importantes, de plusieurs km à une dizaine de kilomètres (voire jusqu'à 20km). Les locaux peuvent également concentrer un grand nombre d'abonnés potentiels. Il n'est pas rare qu'un seul local soit prévu pour des villes de quelques dizaines de milliers de logements.

Sur le parcours, l'implantation des coupleurs optiques nécessitera soit d'autres locaux de taille plus modeste, soit des armoires de rues (environ : 1,3m x 1,3 m x 0,5m), voire également des chambres quand le nombre de coupleurs est peu important. Leur localisation dépend de l'ingénierie détaillée qui sera réalisée par l'opérateur au moment des avant-projets et on ne peut donc préjuger des emplacements pour prévoir des liaisons en génie civil vers ces locaux ou armoires.

4.3.2 Architecture "double étoile active"

Le schéma présenté ci-dessus s'applique également à ce type d'architecture, le besoin en câbles étant relativement analogue à celui d'une architecture "point à multipoint passive".

Par contre cette dernière nécessite en complément une alimentation électrique à chaque lieu d'implantation d'un équipement actif (armoire de rue ou sous-sol d'immeuble ; l'implantation en chambres n'étant pas adaptée).

4.3.3 Architecture "point à point"

L'architecture "point à point" est fortement consommatrice de fibres optiques à proximité des locaux techniques. Ceux-ci sont prévus pour 5.000 à 15.000 abonnés, selon la typologie de l'habitat (pavillon ou immeuble) et sa densité.

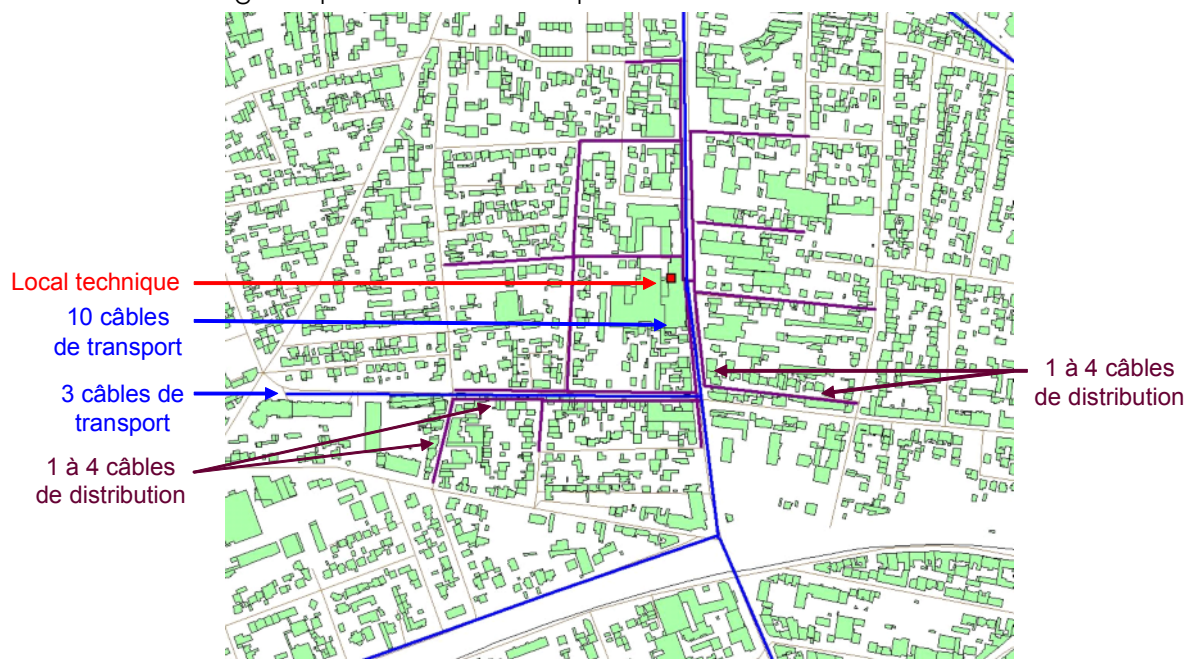
Il n'est donc pas rare de déployer jusqu'à une dizaine de câbles optiques de transport de diamètre unitaire environ 22/25 mm. Dès que l'on s'éloigne de plusieurs centaines de mètres du local, le nombre de ces câbles optiques de transport se réduit souvent à 3 ou 4.



La distance maximale entre les locaux techniques et les abonnés est souvent de l'ordre de 3 km, plus courte qu'en multipoint.

A cette capacité de transport, il convient également d'ajouter un ou plusieurs câbles de raccordement, comportant quelques fibres à plusieurs dizaines de fibres selon la typologie de l'habitat (pavillon, immeuble) et le nombre de logements à desservir depuis un point d'éclatement du câble.

Compte tenu que la fibre optique n'est pas divisée le long du parcours entre plusieurs abonnés, le besoin en câbles au départ du local technique, et ce, dans un rayon pouvant aller de quelques centaines de mètre à un ou deux km, peut aller jusqu'à une dizaine de câbles de transport à forte capacités (700 / 800 fibres). Au-delà de cette première couronne, les besoins en capacité diminuent pour atteindre un ou deux câbles aux extrémités de la zone d'influence gérée par un local technique.



4.4 Besoin en chambres

Le choix du positionnement des chambres est principalement lié à la typologie de l'habitat. Les chambres ne sont en effet pas implantées de la même manière dans une zone pavillonnaire et une zone d'immeubles, pour prendre deux cas extrêmes (cf. chapitre 6). Sur un site donné plusieurs implantations sont possibles.

De même, il peut y avoir un problème de dimension, car l'architecture optique à une forte incidence sur le dimensionnement des chambres.

Dans une architecture point à multipoint, il faut prévoir d'y loger des coffrets nécessaires à l'éclatement des câbles.

Pour une architecture point à point, on prévoit un nombre plus important de fourreaux qui nécessite des chambres d'une dimension supérieure même lorsqu'il s'agit uniquement de chambres en passage. De plus les câbles peuvent être plus gros et donc les loques de câbles peuvent être plus volumineux.

Enfin, les boîtiers d'épissage optique sont assez encombrants et si l'architecture retenue comprend la pose de tels boîtiers, cela a un fort impact sur la taille des chambres.

4.5 Problématique du nombre d'opérateurs

La collectivité doit également s'interroger sur la prise en compte du besoin d'un seul opérateur ou de plusieurs opérateurs, c'est-à-dire finalement de combiner, de cumuler ou non les capacités explicitées ci-avant.

Dans les zones sans initiative privée de déploiement FTTH, il est peu probable que la seule pose de fourreaux en attente conduise à une multiplication des initiatives, et il ne semble pas opportun de dimensionner dans la perspective de plus de trois voire deux opérateurs.

Inversement, étant donné que conformément à l'article L. 1425-1 du Code Général des Collectivités Territoriales, une collectivité doit garantir « l'utilisation partagée des infrastructures établies » et respecter « le principe d'égalité et de libre concurrence sur les marchés des communications électroniques », il semble qu'une collectivité ne devrait dimensionner des fourreaux en attente pour un seul opérateur que si elle prévoit d'établir elle-même un réseau optique public, ou si elle fait l'analyse que le potentiel du marché local ne justifie le déploiement que d'une infrastructure optique privée.

4.6 Dimensionnement retenu

En résumé, le besoin d'installation de câbles optiques dépend :

- de la technologie optique ("point à point", "point multipoint") ;
- de la position du local technique pour l'architecture, surtout pour l'architecture "point à point" ;
- du nombre de boucles locales optiques différentes à héberger au même endroit. (dimensionnement pour 1, 2 ou 3 opérateurs).

Compte tenu des différentes topologies décrites précédemment, il s'agit pour la collectivité de prévoir un dimensionnement adapté à satisfaire une pluralité d'opérateurs et de prendre en compte la majorité des cas de parcours, sans connaître au moment de la décision, ni le type d'architecture qui sera déployée, ni l'emplacement des locaux techniques.

Un surdimensionnement général du nombre ou de la taille des fourreaux afin de prendre en compte l'hypothèse la plus défavorable a un coût non négligeable.

De plus, il est impossible de prévoir aujourd'hui si tel ou tel type d'architecture prévaudra demain.

Ainsi des compromis sont nécessaires afin de rechercher l'efficacité de l'investissement consenti.

Par conséquent, nous présentons une fourchette indicative excluant les cas défavorables, dans laquelle la collectivité pourra se situer, en fonction de ses propres contraintes (budgétaires, projet de déploiement à court ou long terme, ...) et de ses propres habitudes de travail :

- 4 fourreaux de l'ordre de 30 mm de diamètre intérieur, voire plutôt 40mm, ou un PVC/TPC de 110mm paraissent le minimum ;
- 4 fourreaux de 60 mm ou 6 fourreaux dont 2 de plus gros diamètre (au moins 60 mm) permettraient de répondre à un nombre de cas plus important et assureraient une meilleure résistance de l'ouvrage.

Les chambres représentent un poste de coût important, fortement fonction de leur taille. Or, comme indiqué ci-dessus, il y a un risque de les sous-dimensionner, voire de ne pas les placer au bon endroit.

Nous proposons donc deux options :

- poser des chambres « bien dimensionnées », option coûteuse au départ, mais qui conduit au résultat le plus opérationnel ;
- ne pas poser du tout de chambres de distribution ; dans ce cas, soit on ne pose pas de fourreau d'adduction, soit on les fait remonter au niveau du sol à l'emplacement où il devrait y avoir une chambre.

5 EXEMPLES DE REALISATION PAR DES COLLECTIVITES OU ORGANISMES PUBLICS

5.1 Une SEM multi-réseaux

Une société d'économie mixte (SEM) locale exploitant des réseaux d'électricité, gaz, et télécommunications préconise l'utilisation non pas des artères principales pour le passage du réseau optique à destination des quartiers suivants, mais des artères secondaires.

C'est donc dans ce type de voies qu'ils ont systématiquement posé des fourreaux de réserve.

Lorsqu'il s'agit de travaux dans des zones où il n'y a pas de projet spécifique immédiat télécoms, elle pose depuis plusieurs années systématiquement 2 fourreaux de TPC $\varnothing 90$ mm lorsqu'il n'y a pas de desserte de logements sur le parcours et sinon 2 fourreaux de TPC $\varnothing 90$ mm et un fourreau $\varnothing 50$ mm TPC.

En domaine privatif, cette SEM pose 1 ou 2 fourreaux PVC $\varnothing 32$ mm avec demande au client pour qu'il indique le point d'adduction du domaine privatif souhaité. Elle fournit à cet effet, des flèches rouges autocollantes qui sont alors positionnées par le client. Cette méthode connaît un taux de retour important (plus de $\frac{3}{4}$ répondent).

Lorsqu'il s'agit par exemple de travaux de passage de carrefour ou giratoire, elle ne pose pas de chambre aux extrémités des fourreaux de réserve ainsi posés. Par contre, elle procède à un relevé précis (à 30 cm) réalisé par des géomètres ou GPS et renseigne le SIG de manière systématique. En effet, la chambre si elle était installée ne serait pas forcément bien placée. De plus entre le moment où le fourreau de réserve est posé et le moment où il sera utilisé, peut se passer plusieurs années, avec la voirie qui peut être refaite ... Une chambre sans fond sera très facile à poser après, au bon endroit et du bon dimensionnement, car sinon, ces chambres posées systématiquement seraient surdimensionnées, ce qui a des conséquences directes sur le coût de cette future infrastructure FTTH.

Pour cette SEM, le PEHD ne doit être posé que s'il y a de longues distances sans adductions d'immeubles (typiquement pour desservir un hameau ou une commune voisine).

Un TPC $\varnothing 90$ mm est moins cher qu'un PEHD $\varnothing 50$ mm qui implique une pose contraignante en tendu et une ouverture de la voirie sur de grandes longueurs (ex : sur tronçon de 800 m, prévoir un chantier d'environ un mois en PEHD et de 2 jours sur des petits tronçons de 30/40 m en TPC).

En outre, cette SEM conseille aux collectivités de passer un marché pour les fouilles communes et refacturer la quote-part de terrassement à EDF, plutôt que de laisser la Maîtrise d'ouvrage à EDF. En effet à cause des habilitations nécessaires pour les marchés clés en mains d'EDF (fouille + travaux électricité), les entreprises sont très chères pour les prestations relatives à la tranchée en elle-même et à la pose de fourreaux.

5.2 Une commune moyenne

Une commune de 18.000 habitants a financé des travaux spécifiques destinés à des opérateurs alternatifs, lors de l'aménagement de lotissements pour lesquels elle avait la maîtrise d'ouvrage.

Ainsi elle a prévu la pose de fourreaux supplémentaires en tranchée commune et la pose de chambres (L1T, L2T) indépendamment de celles de France Télécom.

Rien n'indiquant l'obligation de partage de ces chambres aujourd'hui, la commune a dû financer l'installation coûteuse de chambres à côté de celles de FT alors que techniquement elles n'étaient pas systématiquement nécessaires pour le déploiement d'un réseau FTTH. Seul le surdimensionnement de quelques chambres aurait été nécessaire pour permettre l'accueil de boîtiers d'épissurage ou de piquage.

Par ailleurs, deux fourreaux de PVC 28/32 mm raccordés à chacun à chaque chambre, doivent être systématiquement installés par les propriétaires sur le domaine privatif.

Cette solution semble très largement dimensionnée si l'on considère les taux d'occupation des fourreaux et des chambres LIT utilisés par France Télécom aussi bien celles en limite du domaine privatif que celles situées "en ligne" dans le lotissement.



Chambre de desserte locale (lotissement) dédiée à France Télécom

Chambre de desserte locale (lotissement) prévue pour les opérateurs tiers



Chambre d'adduction du pavillon dédiée à France Télécom

Chambre d'adduction du pavillon prévue pour les opérateurs tiers



Zoom sur les deux chambres d'adduction du pavillon

Chambre France Télécom occupée par un câble téléphonique

Chambre en attente pour les opérateurs tiers

5.3 Une commune rurale

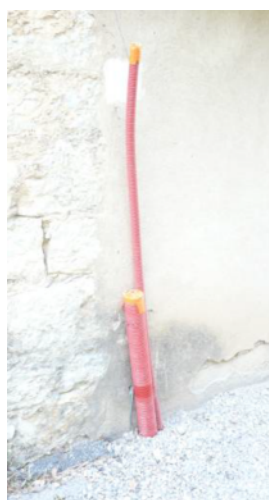


Une commune rurale vient de procéder à l'enfouissement des réseaux dans le hameau représenté ci-dessus.

Elle en a profité pour poser des fourreaux en attente.

Pour limiter les coûts, la commune a loué une tractopelle avec chauffeur et la pose des réseaux a été effectuée par des employés municipaux.

En plus des installations EDF et France Telecom, la commune a posé deux fourreaux principaux en TPC 63 mm sur l'axe principal du réseau et un fourreau TPC de 43 mm en raccordement de chaque habitation. Les gaines de raccordement ressortent le long des façades (illustration ci-contre).



Elle n'a pas installé de chambres. Les gaines convergent vers des coffrets du même type que les coffrets électriques (illustration ci-contre).

Ce réseau de gaines est parallèle à celui posé pour France Telecom, qui est classiquement constitué de 5 fourreaux PVC de 42/45 et de chambres de format L2T au moins.

Il est accolé au réseau EDF de sorte que la surcharge induite a été très limitée.



5.4 Meurthe et Moselle

La Meurthe-et-Moselle a entrepris la mise en œuvre d'un réseau départemental, visant non pas le FTTH, mais la collecte optique des principales ZA, et la résorption des zones blanches.

En complément, fin 2006, le Conseil général a diffusé aux Maires du département une notice les incitant à poser des fourreaux en attente à l'occasion des travaux VRD, afin de faciliter la migration vers le FTTH à terme. Pour faciliter cette démarche, le Conseil général propose de prendre en charge le surcoût correspondant. Il s'est adjoint les services d'un bureau d'étude technique pour l'aider à examiner les demandes.

Les premiers cas remontés au Conseil général ont montré que les bureaux d'étude VRD locaux étaient peu familiers avec la pose de fourreaux pour les communications électroniques et avaient besoin d'assistance technique sur cette matière.

Dans un cas, le Conseil général n'a pas pu apporter son soutien, faute d'accord sur le partage des coûts.

6 ELEMENTS DE SPECIFICATIONS

Nous présentons ci-après, tout d'abord, l'architecture générale de l'infrastructure de génie civil à implanter selon que les travaux VRD comprennent ou non la réalisation d'adduction (6.1 et 6.2). Nous discutons en particulier la question du positionnement de cette infrastructure par rapport aux adductions existantes lorsque les travaux VRD ne comprennent pas d'adduction (6.2). Enfin, nous précisons les spécifications de chacun des composants de l'infrastructure de génie civil à implanter :

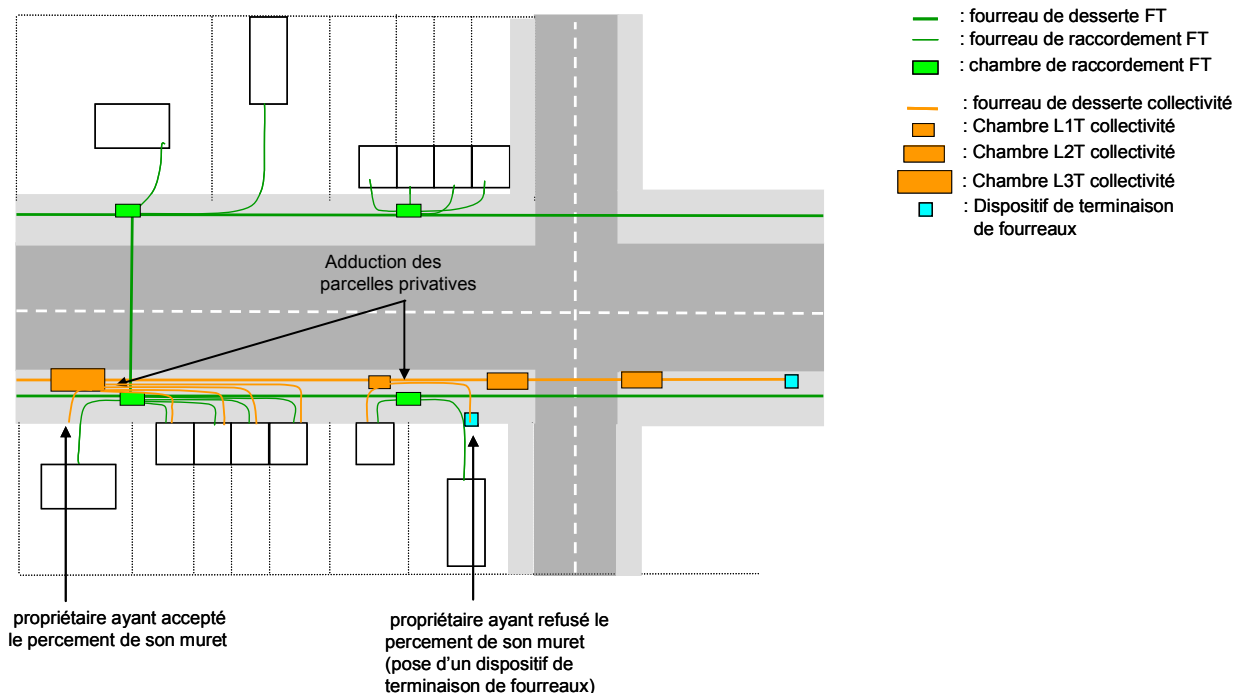
- fourreaux (6.3)
- chambres (6.4)
- dispositifs de terminaison des fourreaux (6.5)

6.1 Architecture générale en cas de travaux VRD avec adduction

6.1.1 Option avec chambres

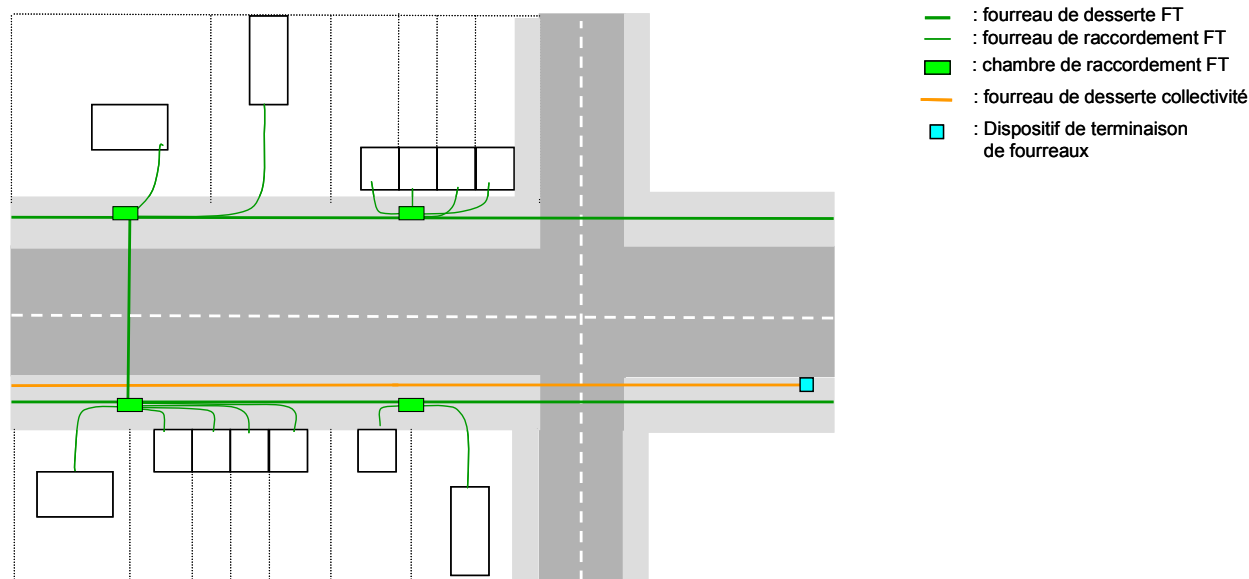
Si la collectivité est prête à financer des chambres, et que les travaux VRD comprennent des adductions, il faut en profiter pour poser à la fois des fourreaux sous voirie et en adduction.

Les chambres seront positionnées, autant que faire se peut, à côté de celles de France Télécom ou du câblo-opérateur afin que soit laissée la possibilité ultérieure de les utiliser, le cas échéant (par ex : refus du propriétaire de réaliser le complément de pose de fourreau sur son domaine privé).



6.1.2 Option sans chambres

Si la collectivité ne souhaite pas financer les chambres, il reste à poser les fourreaux et les dispositifs de terminaison.



Alternativement elle peut poser un réseau de fourreaux d'adduction implantés comme dans le cas avec chambre, mais en faisant remonter ces fourreaux en surface aux emplacements qu'auraient eus les chambres.

Dans cette option, les chambres seront construites en même temps que l'équipement optique, en ouvrant le sous-sol aux emplacements adéquats.

6.1.3 Option intermédiaire avec chambres de tirage

Une option intermédiaire consiste à ne poser que les chambres dont l'utilité est la plus assurée, notamment aux changements de direction et intersection de voies. En revanche dans cette option, on ne pose pas de chambres intermédiaires, destinées au raccordement.

6.2 Architecture générale en cas de travaux VRD sans adduction

Si les travaux ne concernent que la voirie et pas les adductions, il faut positionner les fourreaux télécoms en fonction des adductions existantes, en vue de leur utilisation lors du déploiement FTTH.

Le diamètre des fourreaux ainsi que le type et la position précise des éventuelles chambres seront à définir par une pré-étude d'ingénierie à réaliser par chantier (et dont les modalités générales sont évoquées au chapitre 7.2.1).

Avant de rentrer dans les études au cas par cas, il faut une étude générale pour recenser les adductions d'eau et gaz désaffectées sur la commune.

De plus s'il y a un câblo-opérateur, il faut faire le choix entre placer les fourreaux près de ses chambres ou près de celles de France Télécom, en fonction des offres d'accès ou des perspectives d'offres accès aux infrastructures de l'un et de l'autre.

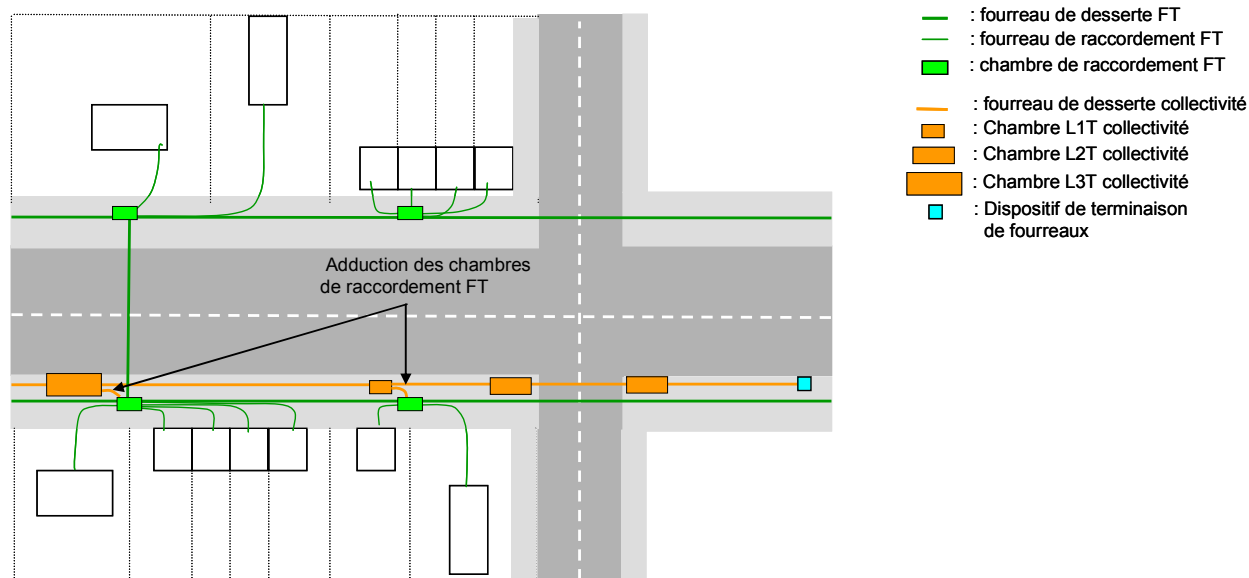
Puis, au cas par cas des travaux, on envisagera les configurations suivantes, par ordre de priorité décroissante :

- Adduction sur façades avant et arrière, quand ce mode de pose est autorisé -> pose des fourreaux proches des façades, avec un accent mis sur les traversées de rue
- Adduction par fourreaux FT via les chambres FT (ou câblo occupant du domaine public), quand ils existent et comportent des disponibilités -> pose des fourreaux au plus près des chambres FT (ou câblo)
- Adduction par l'assainissement, après vérification que le contexte est favorable (taille des conduites et position des regards) -> pose des fourreaux au plus près des regards

De plus, deux autres types d'adduction peuvent être utilisés dans les cas, plus rares, où elles existent :

- tuyaux d'alimentation en eau ou gaz désaffectés (concerne en général une zone entière)
- fourreau de télé-report (au cas par cas des immeubles).

Nous supposons dans le schéma-type ci-après que la collectivité pose des chambres à proximité de celles de France Telecom, pour bénéficier de ses adductions, et même relie ses chambres à celles de France Telecom. Ce dernier point suppose bien entendu un accord avec France Telecom.



Il serait même à envisager que des fourreaux établis par la collectivité pénètrent directement dans les chambres de raccordement de France Telecom, afin d'éviter des coûts de chambre.

Si la collectivité ne pose pas de chambre, le schéma est analogue à celui de 6.2.1.

6.3 Fourreaux

6.3.1 Types

Trois types de matériaux sont aujourd'hui usuellement posés pour des réseaux de télécommunications : PVC, PEHD et TPC. Tous peuvent convenir à condition qu'ils soient posés selon les règles de l'art en veillant en particulier à celles propres à chacun.

PVC

Le PVC est le matériau par nature des réseaux de télécommunications urbain existants. C'est le plus utilisé par France Télécom et il a été également largement déployé par les opérateurs câble. Il se présente en barre de 6 mètres, à manchonner, en divers diamètres.

Il offre de nombreux avantages tels que le transport plus aisé, une fermeture du chantier plus rapide, une pose peu contraignante et un coût attractif.

Son inconvénient principal est de mal se prêter aux techniques de pose de câble par soufflage ou de portage à l'eau sur de grandes longueurs, mais ce n'est pas une contrainte sur les portées déployées dans un réseau FTTH. La technique de pose usuelle en PVC est le traditionnel tirage de câble.

PEHD

Le PEHD se présente au moment de la pose en couronnes de fourreaux déjà liés entre eux, de plusieurs centaines de mètres. Il existe dans une large gamme de diamètres. Il est à présent largement utilisé dans les réseaux de télécommunications mais a priori plutôt dans des zones peu denses, sur de grandes longueurs, pour relier deux communes par exemple.

Ses avantages sont notamment les suivants :

- Il est particulièrement résistant à l'écrasement.
- Les fourreaux sont identifiés tous les mètres par un sigle ou un trait de couleurs, ce qui facilite les interventions de maintenance quand il faut rouvrir la tranchée.
- Il est bien adapté au portage de la fibre à l'air ou à l'eau car il n'y a pas de joint entre les chambres, donc pas de risque de fuite.
- Il est plus simple à poser que le PVC, mais cet avantage vaut surtout sur grande longueur, telle qu'entre deux communes, et non lors de travaux sur faible distance en milieu urbain.
- Les bouchons, qui se vissent, sont plus résistants dans la durée.

Ses inconvénients :

- Sa présentation en est peu adaptée aux zones bâties car elle pose des problèmes d'encombrement et tend à rallonger le chantier
- Les bons PEHD sont un peu plus chers que des PVC de taille équivalente
- Sa pose doit être particulièrement soignée : il faut un très bon fond de fouille et une bonne tension pour éviter qu'il ne « serpente », ce qui gêne la pose de câble

TPC

Le TPC est également aujourd'hui posé au cours de nombreux chantiers, aussi bien de télécommunications qu'électriques par exemple. Il est utilisé en diamètre assez important, souvent 110 mm ou 63 mm. Il se présente en barres de 6 m ou plus fréquemment en couronne annelée à l'extérieur et lisse à l'intérieur (pour ne pas endommager la gaine extérieure du câble optique lors de son installation), de quelques dizaines (voire une centaine de mètre), qui sera coupée à la bonne longueur sur site.

Il est destiné à être sous-fourreauté avant la pose de câble optique ou bien à être directement équipé de plusieurs câbles.

Quelle que soit son utilisation, il faut veiller à ce que la conduite ne serpente pas trop.

Que la collectivité retienne le PEHD, le PVC ou le TPC, il faut veiller à la qualité des fournitures et notamment à l'épaisseur des fourreaux.

6.3.2 Nombre et diamètre

Ces deux paramètres sont intimement liés puisque pour une même capacité globale de câbles optiques, on peut soit poser un nombre réduit de fourreaux de diamètre important, soit un nombre important de fourreaux de diamètre réduit.

Il convient de ne pas descendre en dessous de :

- 30/33 mm pour du PVC / TPC et même plutôt 41/45
- 27/33 mm pour du PEHD et même plutôt 33/40 voire 41/50

pour poser un câble de grande capacité ou plusieurs câbles de raccordement d'abonnés.

Le choix d'une taille supérieure (40 mm intérieur au moins) permet d'être plus confortable pour tirer un câble de 22mm (700/800 fibres) ou d'être à même soit de poser plusieurs câbles simultanément, soit de sous tuber le fourreau préalablement à l'installation de câbles.

Ainsi un tel fourreau sera susceptible d'accueillir typiquement 5 micro tubes de 10/12 mm ou 7 micro tubes de 8/10 mm, sachant que dans un micro tube de 10/12 mm, on peut passer un câble 96 fibres et dans un micro tube de 8/10 mm, un câble 72 fibres.

Ainsi, la capacité d'accueil dans 4 fourreaux sera globalement de 2.500 / 3.000 fibres, ce qui pour les technologies "point à point", les plus consommatrices de fibres en transport, revient à 2.500 / 3.000 clients.

Exemples de fourreaux standard :

TYPE	Diamètre extérieur nominal (mm)	Diamètre intérieur nominal (mm)
Fourreaux PEHD	22.0	18.0
	26.0	21.6
	31.0	25.0
	33.0	27.0
	40.0	32.6
	50.0	40.8
Fourreaux PVC	60.0	51.0
	28.0	25.0
	33.0	30.0
	40.0	34.0
	45.0	41.4
	50.0	42.6
	63.0	53.6
75.0	64.0	
90.0	76.8	

6.3.3 Contraintes de distance

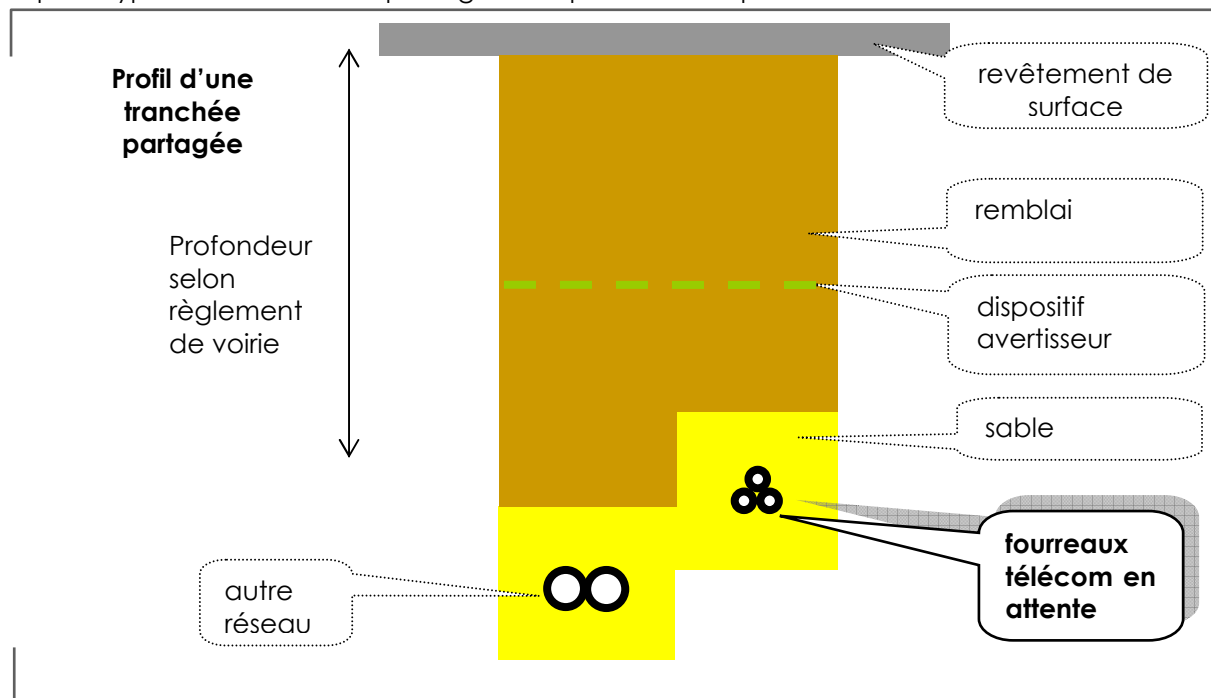
Il faut en général (cf. norme NFP 98-332) respecter une distance d'au moins 20 cm en horizontal entre les réseaux, et au moins 10 cm entre un réseau et le bord de la tranchée.

Toutefois il est à présent admis de poser un réseau de télécommunications à 5 cm seulement d'un réseau électrique, en utilisant des câbles diélectriques sous fourreau (arrêté du 10 mai 2006 sur les distributions d'énergie électrique). Dans ce cas il n'y a qu'un seul grillage avertisseur pour les deux réseaux.

Sauf exception, les réseaux se posent « côte à côte » et non « l'un au dessus de l'autre ». Il est donc normal que la pose de fourreaux de télécommunications induise une sur-largeur par rapport à la tranchée initialement prévue.

Toutefois, ce n'est pas toujours le cas avec des tranchées très profondes (assainissement notamment), qui sont également assez larges à la profondeur requise pour les réseaux de télécommunications.

Le profil type d'une tranchée partagée est représenté ci-après.



La profondeur à respecter dépend du règlement de voirie. Sous trottoir, elle est fréquemment de 40 cm de charge, au dessus de la génératrice du plus haut fourreau,

6.3.4 Rayons de courbure

Dans les changements de direction, il faut assurer un rayon de courbure important pour d'une part faciliter la pose de câble, d'autre part respecter les contraintes de rayons de courbure des câbles.

En pratique, il convient d'essayer de respecter un rayon de courbure minimal de 1m.

6.3.5 Autres règles de pose

Les autres règles de pose sont principalement les suivantes :

- Le fonds de fouille doit être très plat, particulièrement pour le PEHD. Cela limite les points de frottement au moment de la pose de câble ou du sous-fourreautage.
- Les fourreaux PVC doivent être soigneusement collés
- Les fourreaux souples, notamment TPC, doivent être posés sans qu'ils ne serpentent
- Les fourreaux doivent être placés dans un lit de sable épais de 5 à 10 cm selon la technique de compactage.
- Lorsqu'ils ne constituent pas un ensemble monobloc, les fourreaux doivent être maintenus en place à l'aide d'étriers ou de peignes suffisamment rigides ou du ruban adhésif armé, posé tous les 2 m.
- Ils doivent être perpendiculaires aux piédroits des chambres.
- Un épanouissement est à réaliser sur environ 150 cm avant l'arrivée dans la chambre.
- Les fourreaux doivent être enrobés de béton sur 1m (voire 1,5m) de part et d'autre des chambres de tirage.
- Entre chambres, un fil de pré aiguillage en nylon résistant à un effort minimal de traction de 180daN est à mettre en place avec un dépassement de 1m à l'intérieur de la chambre.

- Les fourreaux PEHD doivent dépasser sur 15 à 30 cm dans les chambres afin de faciliter le branchement des appareils de soufflage.
- Chaque fourreau doit être bouché de façon hermétique, à chacune de ses extrémités par pose de bouchons prévus à cet effet.
- Un dispositif avertisseur de type grillage plastique de couleur d'une largeur adaptée à l'ouvrage, est à disposer en surplomb des fourreaux à une distance minimale de 25cm au dessus de la génératrice supérieure et jamais à moins de 15 cm du revêtement de surface (sauf cas de fouilles réalisés en « faible profondeur »).

Ces règles sont essentielles. Elles conditionnent la capacité à réutiliser les fourreaux. Dans le cadre de son suivi de chantier, le maître d'ouvrage devrait donc systématiquement vérifier qu'elles sont bien respectées.

6.4 Chambres

6.4.1 Type

Les chambres les plus fréquemment utilisées par les réseaux de télécommunication à fibres optiques sont les suivantes :

Type	Nombre tampon	Longueur extérieure (cm)	Largeur extérieure (cm)	Profondeur extérieure (cm)	Longueur intérieure (cm)	Largeur intérieure (cm)	Profondeur intérieure (cm)
L0T	1	63	45	38	42	24	30
L1T	1	77	63	68	52	38	60
L2T	2	141	63	68	116	38	60
L3T	3	163	77	68	138	52	60
L4T	4	212	77	68	187	52	60
K1C		108	108	85	75	75	75
K2C		183	108	85	150	75	75
K3C		257	108	85	225	75	75

Les chambres L1T sont utilisées pour fournir des points d'accès à chaque parcelle.

Les chambres L2T sont utilisées pour les traversées de rue ou fournir des dérivations alimentant les chambres L1T.

Les chambres L3T, voire dans certains cas L4T, permettant l'accueil de coffrets ou manchons d'épissurage et de piquage des câbles optiques. Plusieurs mètres de câble optique doivent pouvoir être lovés dans la chambre de part et d'autre du boîtier et compte tenu des rayons de courbure à respecter, ces chambres sont souvent de type L3T (voire L4T à certains lieux de concentration stratégiques).

6.4.2 Principes de pose

Les chambres pourront être maçonnées sur place, ou préfabriquées, posées sur un béton d'assise d'épaisseur 10cm, dosé à 100kg.

Un puisard devra être réalisé, pour l'évacuation des eaux de ruissellement.

Les chambres doivent autant que possible être placées sous trottoir. Les chambres d'adduction seront de type L1T (pavillon) voire L2T (immeuble).



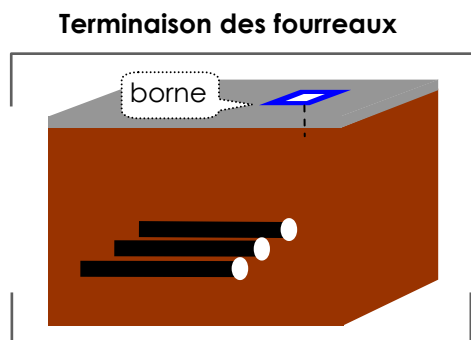
En outre, certaines chambres devront être suffisamment grandes pour y placer un équipement de dérivations de câbles optiques, donc de type L3T. Si l'implantation n'est possible que sous chaussée, on utilisera une chambre de type K2C.

6.5 Dispositifs de terminaison des fourreaux

Des fourreaux en attente dans le sous-sol qui ne sont pas facilement repérables risquent d'être perdus. Il est possible de poser un dispositif électrique de détection tout au long des fourreaux, mais cette solution est coûteuse.

Pour faciliter le repérage des fourreaux posés, on peut poser une chambre aux extrémités si l'emplacement est adéquat (intersection de rues). Si, par économie, on préfère laisser les fourreaux en pleine terre, il faut à minima les obturer.

Il est alors judicieux de poser une borne de repérage en surface, tout en étant conscient que sa durée de vie est limitée. On peut en outre envisager de terminer les fourreaux dans un regard enterré.



Ces recommandations sont particulièrement adaptées aux fourreaux principaux de transport.

Les fourreaux de branchement devraient être terminés aussi loin que les travaux effectués permettent de les amener, si possible en domaine privatif. Alternativement, ils peuvent être remontés à la surface et terminés verticalement en limite de propriété privée, en dépassant de quelques dizaines de cm au dessus du sol, comme dans l'exemple donné en 5.3.

Dans tous les cas, les fourreaux en attente devraient être enregistrés dans un système d'information géographique.

7 COÛTS

Les trois principaux postes de coût d'une politique de pose de fourreaux en attente sont évalués successivement ci-après : fourreaux (7.1), chambres (7.2) et sur-largeurs (7.3). Ces postes sont récapitulés dans une synthèse (7.4).

7.1 Fourreaux

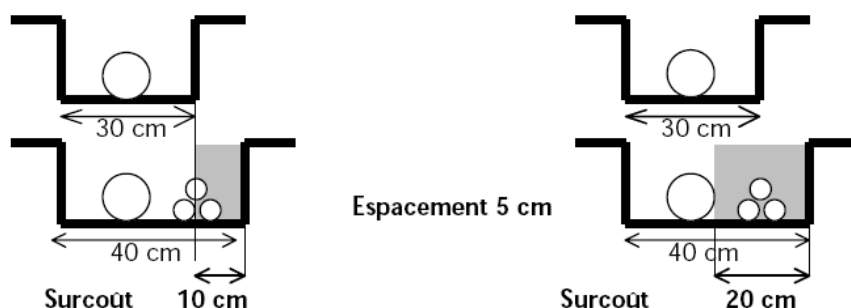
Pour les fourreaux, l'ordre de grandeur est d'1€ HT par mètre et par fourreau posé quel que soit son type. Le coût de fourniture dépend toutefois évidemment du type, du diamètre et des quantités approvisionnées par l'installateur.

7.2 Chambres

Une chambre L1T coûte de l'ordre de 300€ au moins et une L3T au moins 600€. Ramené au mètre, on peut estimer que la pose de chambres revient de 5 à 30 €/m. Par exemple, on obtient environ 30 €/m en posant une L3T à 800 € par immeuble, devant des immeubles de 25 m de large.

7.3 Sur-largeurs

Dans les cas où la pose de fourreaux de télécommunications induit une sur-largeur, il peut y avoir deux logiques d'affectation des coûts correspondants, comme l'illustre le schéma suivant (source FNCCR) de partage d'une tranchée entre un réseau électrique et trois fourreaux de télécommunications).



Dans la logique représentée à gauche, on considère que le réseau de télécommunications est enfoui à l'occasion de la pose du réseau électrique et que ce dernier doit supporter les mêmes coûts que ceux qu'il aurait supporté en étant posé seul. Le réseau de télécommunications ne supporte donc que le coût d'une sur-largeur de 10 cm.

Dans la logique représentée à droite, on considère que la tranchée sert à deux réseaux et que, chaque réseau ayant la même profondeur et la même largeur propre, son coût se répartit moitié-moitié entre eux. Le réseau de télécommunications supporte alors le coût d'une sur-largeur de 20 cm.

La différence n'est pas négligeable car on peut considérer qu'en ordre de grandeur, chaque cm de sur-largeur coûte 1€/m. L'écart entre ces deux logiques est donc de l'ordre de 10 €/m.

Il faut également prendre en compte que si des agents municipaux peuvent participer aux travaux, le coût peut être réduit (pas de coûts de transaction avec un tiers, économies tirées de la mutualisation d'activités).

Le coût de sur-largeur est donc éminemment variable selon les cas : de quelques €/m dans les meilleurs cas (sur-largeur réduite et règles d'affectation des coûts favorable) à quelques dizaines d'€/m à 40 €/m dans le cas le plus défavorable (par exemple, imputation de 20 cm de distance d'un autre réseau, 10 cm de largeur propre, 10 cm de bord de tranchée).

7.4 Synthèse

Le tableau ci-après résume ces considérations. Il comprend en outre le poste de coût, mineur mais pas négligeable, que constituent les études.

Poste	Coût	Coût au m	Coût typique au m
Etudes	1€ / m	2 €	2€
Fourreaux	1€/m et par fourreau	1 à 5 €	3€
Chambres	300 à 1000€	5 à 30€	10€
Sur-largeur	1€ par cm	0 à 40 €/m	10€
Total			25 €/ m

Ces coûts ne sont qu'indicatifs. Chaque cas est en effet spécifique. Et les écarts peuvent être très importants d'un chantier à un autre, notamment en fonction de la nature du sous-sol et des effets d'échelle pour l'installateur.

A titre d'exemple de coût moyen obtenu par une collectivité, Clermont Communauté a calculé un coût de 28,85€ HT au mètre linéaire, chambres L3T comprises mais études exclues, sur 13 opérations de pose mutualisée qu'elle a menées. Outre ce coût, il a fallu une très grande mobilisation d'énergie de ses services pour faire aboutir ces opérations.

8 OPPORTUNITÉ DE LA POSE D'INFRASTRUCTURES EN ATTENTE

Dans ce chapitre, il est tout d'abord rappelé que la pose d'infrastructures en attente (fourreaux, chambres...) est une politique toujours beaucoup moins volontariste que de mettre en place une infrastructure globale sur un territoire (8.1). Puis, il est mentionné qu'il existe des risques que des infrastructures en attente ne soient en fait jamais réutilisées pour un déploiement FTTH (8.2). Le principe du plan directeur local FTTH, qui permet de réduire ces risques, est alors présenté (8.3).

En synthèse, différentes stratégies de pose d'infrastructures en attente, elles-mêmes plus ou moins volontaristes, sont proposées (8.4).

8.1 Pose d'infrastructures en attente vs projet d'infrastructure

La pose d'infrastructures en attente est globalement une politique peu coûteuse. Si l'on suppose qu'elle concerne 2% du linéaire de voirie et qu'elle coûte environ 25€/m, elle revient à près de 500 €/km de voirie annuellement, soit 5 k€/km sur 10 ans.

Mais il faut en relativiser la portée.

Au bout de 10 ans d'une telle politique, si elle se limite à exploiter les travaux avec fouille, la collectivité n'aura sans doute équipé qu'environ 10 % du linéaire total susceptible d'être équipé en FTTH à terme (des deux côtés des voies), sur des tronçons épars et de petite taille.

De plus les fourreaux posés en attente sur ces tronçons risquent d'être perdus, écrasés ou mal dimensionnés, voire délibérément ignorés par le constructeur du réseau (cf. ci-après).

En comparaison, la création d'une infrastructure FTTH neutre et mutualisable nécessite typiquement des investissements de l'ordre de 100 k€/km de voirie (compte tenu que la longueur à équiper est supérieur à la longueur de voirie).

Le coût net pour la collectivité est sensiblement inférieur, puisque la mise à disposition des installations donne lieu à des recettes en contrepartie. Par exemple, en DSP, le coût net pour la collectivité pourrait être de 50 k€/km, avec un taux de subvention de 50%. Il reste très supérieur au coût de la pose de fourreaux en attente (10 fois plus important, en ordre de grandeur).

En contrepartie, l'infrastructure publique ainsi créée est immédiatement utilisable pour un déploiement FTTH.

Pour une collectivité, la pose d'installations en attente est donc une mesure d'aménagement sans commune mesure avec la création d'une infrastructure neutre et mutualisable.

8.2 Les risques d'une attente sans fin...

Il existe indéniablement un certain nombre de risques que les infrastructures posées en attente ne soient jamais réutilisées pour le FTTH :

- Risques de mauvaise ingénierie
 - o Chambres se révélant trop petites
 - o Capacité insuffisante des fourreaux

- Risques qu'elles soient non récupérables
 - o Installations oubliées ou perdues
 - o Fourreaux endommagés
- Risques de nouvelle concurrence
 - o Progrès des techniques de GC allégé ; en particulier les nouvelles techniques de saignées pourraient atteindre des coûts comparables à ceux de la pose de fourreaux en attente
 - o Bonnes conditions de France Telecom pour accéder à ses propres installations (à l'instar de l'offre LFO pour l'accès aux répartiteurs cuivre, qui a dissuadé certains opérateurs d'utiliser une infrastructure alternative)
 - o Percée de nouvelles technologies, limitant le déploiement du FTTH (qu'il s'agisse de radio très haut débit, envisageable en zone rurale, ou de nouvelles techniques très haut débit sur cuivre), étant toutefois entendu que ces technologies auront besoin de fibre en collecte.

Ces risques n'excluent pas de poser des infrastructures en attente, mais toute décision d'investissement en ce sens devrait s'effectuer en conscience de ces risques.

Il est à noter que même si ces risques se réalisaient, on peut toutefois imaginer que des infrastructures en attente pourraient avoir d'autres usages, par exemple la pose d'un futur réseau de vidéosurveillance public, ou de signalisation routière.

8.3 La pose d'installations en attente dans le cadre d'un plan directeur FTTH local

Compte tenu des risques ci-dessus, et notamment des risques de mauvaise ingénierie, les infrastructures posées en attente ont d'autant plus de chances d'être effectivement réutilisées qu'elles ont été posées dans le cadre d'un plan directeur FTTH local. Par plan directeur FTTH, nous entendons un plan cible cohérent d'aménagement optique du territoire, précisant :

- le nombre cible d'infrastructures optiques qu'elle envisage sur son territoire
- des hypothèses d'architecture optique
- l'implantation potentielle des nœuds de raccordement optique et l'arborescence des réseaux de transport optique
- une politique technique sur la pose de fourreaux en attente, selon les types de travaux effectués, précisant notamment le type et le nombre de fourreaux et des règles de pose de chambre
- des modalités de gestion des installations mobilisables pour le FTTH (documentation sur SIG notamment).

Ce plan a évidemment d'autant plus d'intérêt que la collectivité envisage de conduire un projet d'infrastructure FTTH publique neutre et mutualisable, à court ou moyen terme.

8.4 Stratégies de pose d'installations en attente

Il ressort des considérations précédentes que les coûts de pose d'infrastructures en attente sont très variables selon le contexte et les choix de chaque collectivité. De plus chaque collectivité peut avoir sa propre appréciation des risques que ces infrastructures ne servent pas en fait.

Aussi on peut esquisser quatre stratégies plus ou moins volontaristes pour une collectivité :

- **Ne rien poser**
- **Poser a minima**, c'est-à-dire des fourreaux sans chambre et si le coût de sur-largeur est minime, ce qui coûterait de 1 € à quelques €/m de travaux
- **Poser sous condition de coût**, par exemple 10 – 15€/ m de travaux ; toutefois, on posera « à tout prix » dans les zones où il est particulièrement difficile d'effectuer des travaux (ronds points, voies ferrées, sites très fréquentés en centre ville...).
- **Poser systématiquement**. Pour assurer le meilleur retour sur investissement, cette stratégie devrait être mise en œuvre **dans le cadre d'un plan directeur FTTH local**. Elle sera notamment adoptée lorsque la collectivité a un projet public de déploiement du FTTH à moyen terme. Dans ce cas, la collectivité pourrait également décider de poser des fourreaux à l'occasion des réfections de revêtements de voirie, beaucoup plus fréquents que les travaux avec fouille.

9 DEMARCHE DE MISE EN OEUVRE

Une politique de pose d'infrastructures en attente comprend trois temps, décrits successivement ci-après : sa définition (9.1), sa planification annuelle (9.2) et les opérations propres à chaque chantier (9.3).

9.1 Définition d'une politique de pose d'infrastructures en attente

La collectivité doit tout d'abord vérifier qu'elle n'est pas dans un cas où la pose de fourreaux n'est pas pertinente, notamment la présence d'un réseau câblé avec échéance d'une convention de concession compatible avec ses projets.

Si la pose de fourreaux peut être pertinente, il convient qu'elle choisisse une stratégie en la matière et le cas échéant qu'elle se dote d'un plan directeur optique tel que défini au chapitre précédant (cf. 8.3). A minima, il est souhaitable qu'elle détermine une politique technique sur la pose de fourreaux en attente, type et nombre notamment.

Il convient aussi qu'elle recherche toutes les infrastructures désaffectées mobilisables avec l'aide de ses concessionnaires (eau, gaz, ...).

9.2 Planification

Les collectivités sont bien informées des chantiers VRD qui vont s'ouvrir et peuvent planifier la pose de fourreaux en attente en conséquence.

9.3 A chaque chantier

9.3.1 Etudes

A chaque chantier, la collectivité demandera à l'entreprise chargée des études d'intégrer la pose de fourreaux et de chambres, selon sa politique technique. Pour ce faire, le bureau d'études devrait avoir un minimum de compétences sur les réseaux de communications électroniques.

Lorsqu'une collectivité veut profiter des travaux d'un tiers (EDF, France Telecom...), elle doit choisir des modalités juridiques de coopération. Cet aspect sort du cadre de l'étude mais il semble que les options suivantes soient envisageables :

- Etablir un groupement de commande avec le maître d'ouvrage du chantier principal. Il est alors possible d'isoler le lot « fourreaux et chambres » du marché pour identifier son montant et éventuellement abandonner si les coûts se révèlent prohibitifs. Cette méthode demande beaucoup d'anticipation pour monter le groupement de commande.
- Passer un marché distinct, mais il peut y avoir un problème de coordination entre l'entreprise titulaire du marché et celle du maître d'ouvrage principal.
- Etablir une convention de pose et de rétrocession des fourreaux au profit de la commune, préalable à la réalisation des travaux, après avoir négocié le partage des coûts avec le concessionnaire.

Dans ce dernier cas, il conviendra que le maître d'ouvrage principal demande dans son dossier de consultation des entreprises que les surcoûts générés par la pose des fourreaux en attente soient isolés et indiqués de manière claire dans leur proposition, afin que la collectivité garde la possibilité de la réaliser ou non.

Il faut alors négocier la sur-largeur de la fouille et les coûts correspondants. La tendance naturelle du maître d'ouvrage principal et de son entreprise est de la maximiser, ce qui peut conduire à faire perdre tout intérêt économique à l'opération. La négociation peut être difficile car pour le maître d'ouvrage principal, la pose de fourreaux en attente est une contrainte supplémentaire pour ses propres travaux (complexité accrue du chantier, risque de retard accru...).

Dans tous les cas, il faut établir le partage des responsabilités en cas de pose non correcte des fourreaux, les conditions de réception et les garanties.

9.3.2 Réception des infrastructures

Les câbles optiques devront pouvoir être posés dans les infrastructures ainsi mises en place.

Pour être utilisable, un fourreau doit être posé sur un fond bien nivelé, ne pas serpenter, ne pas être écrasé et être bien étanche.

Aussi la collectivité doit contrôler visuellement la qualité du fond et la bonne tension des fourreaux en cours de chantier.

A l'issue de la pose, le diamètre des fourreaux doit être vérifié par le passage d'un calibre.

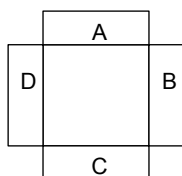
En outre les fourreaux PEHD, voire PVC, doivent faire l'objet d'un test de mise sous pression.

Après ces tests, les fourreaux doivent être bouchonnés aux extrémités, pour éviter leur obstruction. Les résultats de ces tests doivent être demandés à la société ayant procédé à la pose de fourreaux, et être conservés en vue de la pose ultérieure de câbles optiques.

9.3.3 Documentation

Après l'exécution des ouvrages spécifiques à ces infrastructures, la Documentation des Ouvrages Exécutés (DOE) devra être fournie en un (ou deux) exemplaires papier plus un CD-ROM (au format défini, selon le type de SIG) :

- les plans de récolement établis sur la base des plans d'exécution, intégrant les relevés faits lors du chantier (plans minutes).
 - o Les fourreaux et les chambres seront cotés par rapport à des points fixes ou par géo référencement.
 - o Les chambres seront nommées avec une nomenclature mentionnant leur type, adresse, ...et tous autres éléments utiles.
- Une fiche sera établie pour chaque chambre avec :
 - o pour chaque masque un schéma des différentes alvéoles, leur localisation et leur diamètre.



- Le dossier de contrôle établi lors de la réception des ouvrages (essais de calibrage, ...)

Il est à noter que la documentation de fourreaux en attente hors SIG augmente le risque qu'ils ne soient pas bien gérés lors des demandes de renseignements et donc abimés par des chantiers postérieurs à leur pose, et même qu'ils soient oubliés.