Préconisations techniques pour l'aménagement numérique du territoire

Pose des infrastructures d'accueil des réseaux télécoms

Edition de décembre 2009

SOMMAIRE

1 CONTEXTE ET ENJEUX 3

1.1 PREAMBULE 3
1.2 ENJEUX 3
1.3 OBJET DU DOCUMENT 4

2 VOLET 1 : CONSTITUTION D'INFRASTRUCTURES D'ACCUEIL SOUTERRAINES 4

2.1 LE RESEAU DE TRANSPORT 5
2.2 LE RESEAU DE DISTRIBUTION 8
2.3 L'ADDUCTION (RACCORDEMENT DE L'UTILISATEUR FINAL) 13

3 VOLET 2 : LES CAS SPECIFIQUES 15

3.1 RACCORDEMENT DE BATIMENT 15
3.2 ZONES PAVILLONNAIRES 17
3.3 RACCORDEMENT EN AERIEN 17
3.4 ZONES TRES DENSES 18
3.5 ZONES MOINS DENSES 18
3.6 ZONES D'ACTIVITES 20
3.7 INTERVENTIONS EN DOMAINE PRIVE 20
3.8 DOUBLE ADDUCTION 21

4 VOLET 3 : MISE EN ŒUVRE PRATIQUE 21

4.1 DEFINITION DE L'APPETENCE DES OPERATEURS 21
4.2 PREDEFINITION DU SCHEMA D'AMENAGEMENT GLOBAL DU TERRITOIRE 21
4.3 CONCEPTION ET REALISATION DES ETUDES 22
4.4 VALIDATION DES ETUDES 23
4.5 TRAVAUX 23
4.6 RECEPTION DES TRAVAUX 23
4.7 MISE A DISPOSITION DES INFRASTRUCTURES 25

5 VOLET 4 : CADRE JURIDIQUE ET REGLEMENTAIRE 26

5.1 REDEVANCE D'OCCUPATION DES INFRASTRUCTURES 26
5.2 LABEL ZA THD 27

6 LEXIQUE 28

7 ANNEXES 30

7.1 LES TECHNIQUES DE GENIE CIVIL 30
7.2 CHAMBRE SOUTERRAINE 34
7.3 CARACTERISTIQUES DES FOURREAUX LES PLUS UTILISES 34
7.4 CABLES OPTIQUES EXISTANTS 35
7.5 CABLES CUIVRE EXISTANTS 36
7.6 ECHELLES DE COUT 36

1 Contexte et enjeux

1.1 Préambule

Trois réseaux télécoms sont actuellement déployés en France. Ces réseaux sont de préférence déployés dans des infrastructures souterraines pour les protéger des éléments extérieurs et du vandalisme.

Le réseau cuivre téléphonique est déployé pour permettre à France Télécom de délivrer le service universel, à ce titre, il est présent sur la quasi-totalité du territoire en réseau enfoui ou aérien.

Le réseau câblé a été principalement déployé dans les années 1980-90. Il ne concerne pas l'ensemble du territoire national et présente des taux de couverture disparates selon les régions. 8,5 millions de foyers sont éligibles à ces offres.

Le réseau fibre optique est pour le moment, principalement déployé sous forme de boucles régionales ou départementales, pour collecter les trafics générés par les réseaux ADSL, câblés ou hertziens (WiMAX, WiFi). Le déploiement de la fibre optique vers les abonnés finals est en plein lancement.

La part du génie civil dans l'installation de réseaux télécoms, représente de 70 à 80% des coûts. Aussi, il sera toujours privilégié la réutilisation des infrastructures existantes avant de réaliser de nouveaux travaux. Un contact préalable avec les gestionnaires pour identifier les réseaux existants et les capacités disponibles sera nécessaire.

En conséquence, ces préconisations tiennent compte de l'existant. Dans le cas de création de quartiers ou ZAC, ex-nihilo ou lors d'opérations d'enfouissement des réseaux aériens ou encore dans le cadre de rénovations lourdes de réseau d'adduction (eau, assainissement, gaz, électricité) ou enfin de le cadre de travaux de voirie lourds (élargissements, réfection), il sera nécessaire d'intégrer les préconisations de France Télécom voire de l'exploitant du réseau câblé.

1.2 Enjeux

Actuellement, le déploiement des réseaux tout fibre vers l'abonné est en phase de démarrage. Les supports utilisés vont évoluer vers des coûts et des encombrements toujours plus faibles. En parallèle, les matériels mis en œuvre sur les fibres optiques vont également évoluer pour devenir plus performants et moins onéreux.

Lorsque les coûts proposés permettront des déploiements de masse, à l'échelle nationale ou européenne, l'industrialisation des processus de déploiement autorisera chaque opérateur à disposer de son propre réseau.

Les déploiements mutualisés sont donc une nécessité dans un premier temps, pour proposer rapidement des supports très haut débit au plus grand nombre mais il faut garder en mémoire qu'à terme les réseaux fibres optiques seront distincts et préférablement posés dans des infrastructures séparées pour faciliter l'exploitation.

1.3 Objet du document

Ce document est un recueil de préconisations techniques à l'attention des services techniques des collectivités territoriales, pour les aider à mettre en place des infrastructures d'accueil que ce soit en propre, ou via les missions confiées à des aménageurs ou des promoteurs. Ce document ne traite pas des déploiements coordonnés.

Ce document se décompose en quatre volets :

Volet 1 : constitution des infrastructures d'accueil souterraines

Volet 2 : constitution des infrastructures d'accueil souterraines – cas spécifiques

Volet 3 : mise en œuvre pratique

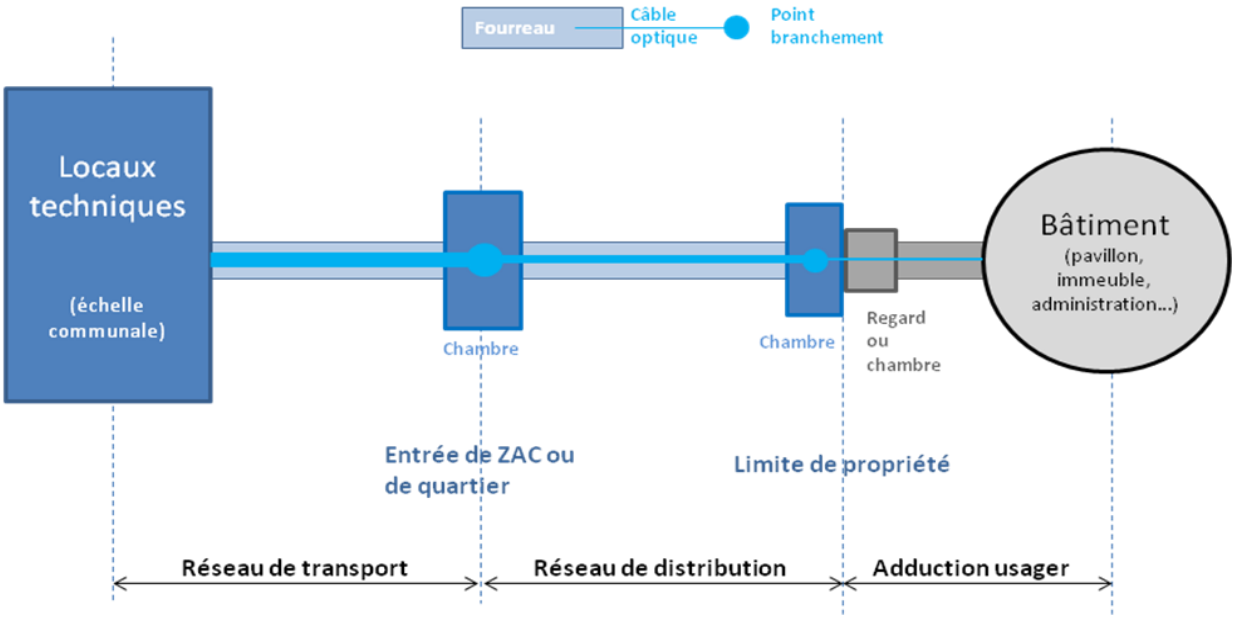
Volet 4 : cadre juridique et réglementaire

Les caractéristiques techniques des matériels visés dans ce document sont présentées en annexes.

2 Volet 1 : constitution d'infrastructures d'accueil souterraines

A l'échelle d'un territoire communal, les infrastructures souterraines constitutives d'un réseau de télécommunications, qu'il soit en fibre, en cuivre ou en câble coaxial, peuvent être distinguées en grands niveaux, présentés dans le schéma ci-après :

- un réseau dit de transport
- un réseau dit de distribution
- l'adduction finale ou raccordement des utilisateurs finals



Chaque niveau de réseau a des fonctions et des conceptions propres qui sont détaillées dans la suite du document.

2.1 Le réseau de transport

Le réseau de transport est utilisé pour concentrer le trafic généré par les différents réseaux d'accès qu'il regroupe. A ce titre, ce réseau doit disposer d'une grande capacité de fibre optique et de fourreaux mais également de points d'accès sur lesquels les opérateurs tiers pourront héberger leurs équipements.

Les opérateurs tiers pourront utiliser le réseau de transport de deux façons :

- en tirant leur propre fibre optique dans les fourreaux disponibles
- en louant de la capacité disponible

L'utilisation faite des infrastructures posées pour constituer le réseau de transport n'est pas traitée dans ce document.

2.1.1 Chambres

Les chambres télécoms constitutives du réseau de transport doivent permettre de manœuvrer de gros câbles (>144 FO), que ce soit pour le tirage ou le raccordement. De fait, ces chambres doivent être *a minima* des chambres **L3T** sous trottoir ou **K2C** sous chaussée.

Concernant l'emplacement de ces chambres, un opérateur qui va utiliser les fourreaux disponibles pour déployer sa fibre devra nécessairement se raccorder à son propre réseau, ou à défaut à un réseau tiers qui pourra faire la jonction. Afin de faciliter au maximum cette démarche, il est important, dès la conception de prévoir plusieurs chambres proches des chambres des réseaux existants ou des locaux techniques de type POP.

2.1.2 Fourreaux

Les chambres retenues ont une capacité d'accueil de 7 fourreaux Ø45 + 3 fourreaux Ø80. Une fois le génie civil réalisé, le surcoût lié à 1 ou 2 fourreaux supplémentaires est marginal. Afin d'avoir un compromis raisonnable entre le coût lié au génie civil et la capacité disponible, il est préconisé de poser 8 fourreaux :

- 7 fourreaux Ø45
- 1 fourreau Ø80

Le nombre de fourreaux posés dépend de l'utilisation souhaitée du réseau et de son évolutivité dans le temps. Il est souhaitable que le réseau d'infrastructures déployé par la collectivité puisse être utilisé au maximum, pour :

- ses besoins propres en raccordant les bâtiments publics
- le raccordement des entreprises
- le raccordement des particuliers (FTTH)

Un câble de 12 FO peut satisfaire les besoins d'un bâtiment public, sauf cas exceptionnel (vidéothèque, centre de recherche en imagerie par exemple). Cependant pour ses besoins propres, la collectivité peut souhaiter disposer d'un fourreau en propre, non partagé avec les opérateurs.

➔ 1 fourreau pourrait être dédié à un réseau de transport "collectivité"

De la même manière, un câble 12 FO peut couvrir les besoins d'une entreprise moyenne. Dans ce cas, de grands comptes ou entreprises spécialisées, il peut être souhaité un fourreau dédié pour les besoins de maintenance ou une double adduction pour la sécurisation des données (banque, assurance…). La collectivité peut poser en sus du fourreau dédié, 1 autre fourreau Ø45 en attente.

➔ 2 fourreaux pourraient être dédiés à un réseau de transport "entreprise"

Les TPI/TPE, du point de vue des besoins et budgets télécoms sont assimilés à des particuliers au sens des usages télécoms. De fait, le déploiement d'un réseau FTTH sera conséquent, homogène et le plus mobilisateur de ressources souterraines.

➔ 3 fourreaux restants pourraient être dédiés à un réseau de transport "FTTH"

Pour la bonne exploitation des réseaux et les interventions ultérieures, il est nécessaire de disposer d'un fourreau vide. Ce fourreau servira pour retirer des câbles de capacité supérieure ou lors des opérations de maintenance. Il s'agit du fourreau de manœuvre.

➔ Le réseau disposerait ainsi d'un fourreau de manœuvre et d'un fourreau de réserve.

2.1.3 Locaux techniques

Il sera nécessaire de prévoir un emplacement disponible pour un futur local technique mutualisable entre plusieurs opérateurs.

L'objectif sera de connecter ce futur local technique aux réseaux existants, vraisemblablement en utilisant les grands axes de transport naturels des réseaux de collecte nationaux ou européens : voie ferrée, autoroute, route nationale, gazo/oléoduc, canal, voie navigable, réseau haute tension…

Cet emplacement devra obligatoirement :

- être accessible 24h/24, 7j/7
- disposer de deux, voire trois adductions multi-fourreaux (>6) et distinctes (sécurisation des réseaux)
- pouvoir disposer d'un accès énergie
- pouvoir disposer de 2 lignes France Télécom distinctes (alarme et secours)

Cet emplacement devra idéalement :

- être clôturé
- disposer d'un emplacement véhicule

Le dimensionnement des équipements sera fonction du nombre d'usagers finals desservis :

- climatisation
- dispositif anti-incendie
- baie énergie
- baie de brassage optique

Le dimensionnement d'un local technique, véritable point de communication du réseau avec le monde extérieur est complexe, il est donc préférable de laisser le soin aux opérateurs de le réaliser.

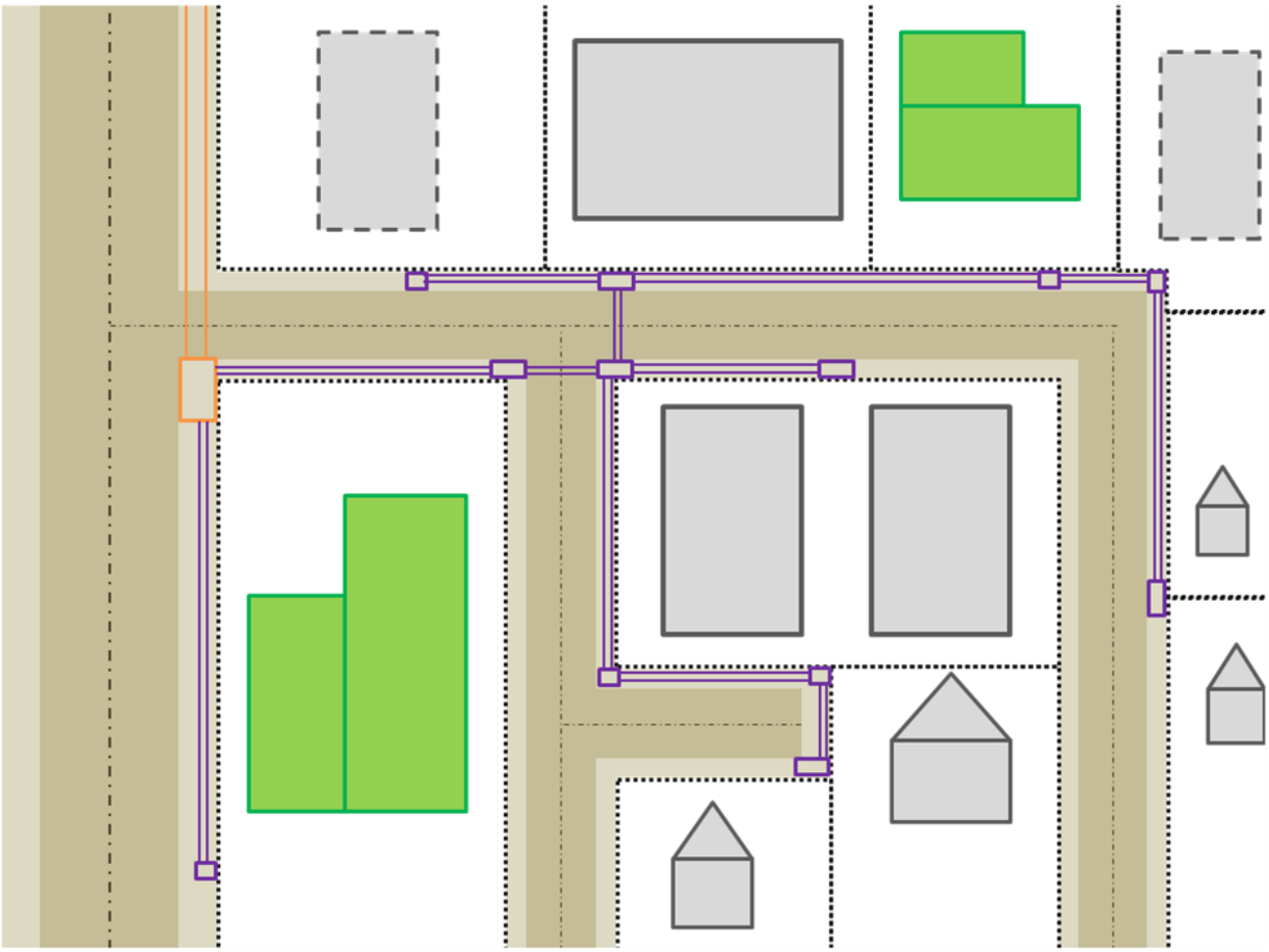
Il est préconisé de réserver un emplacement aux dimensions suivantes :

Type réseau transport	**Collectivité**		
	<10 000 hab.	**<50 000 hab.**	**50 000 hab. et plus**
Entreprises	1 m x 2 m	2 m x 3 m	5 m x 5 m
Particuliers (FTTH)	5 m x 5 m	2 fois 5 m x 5 m	4 fois 5 m x 5 m
Particuliers + Entreprise	6 m x 6 m	2 fois 6 m x 6 m	4 fois 6 m x 6 m

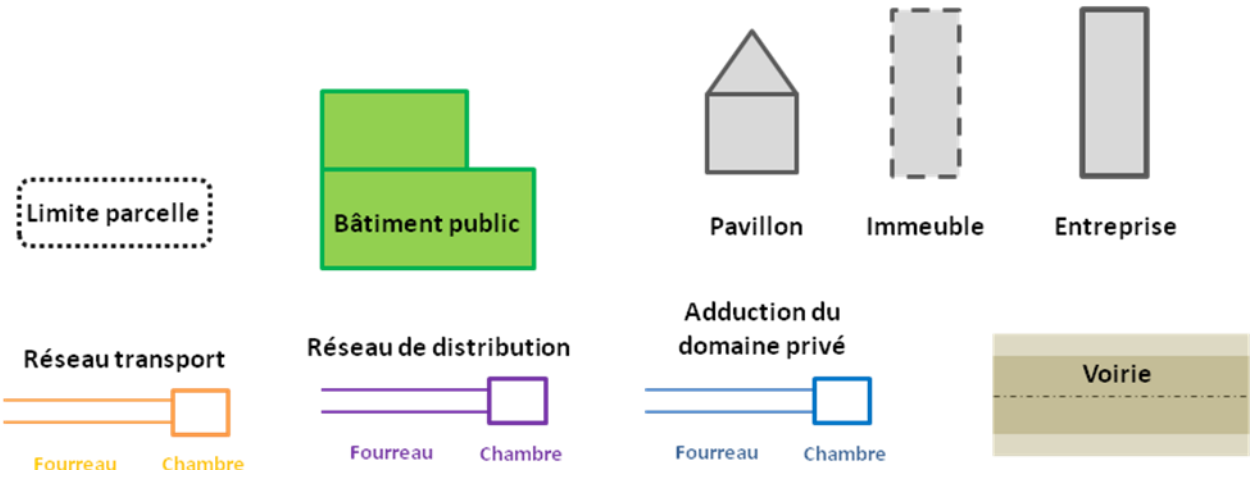
Pour un réseau dédié aux bâtiments publics, les équipements peuvent être gérés directement dans l'espace informatique de la collectivité (baie) ou dans une salle réservée. Si la commune est importante (> 50 000 habitants), un emplacement dédié peut être réservé (1 m x 2 m).

2.2 Le réseau de distribution

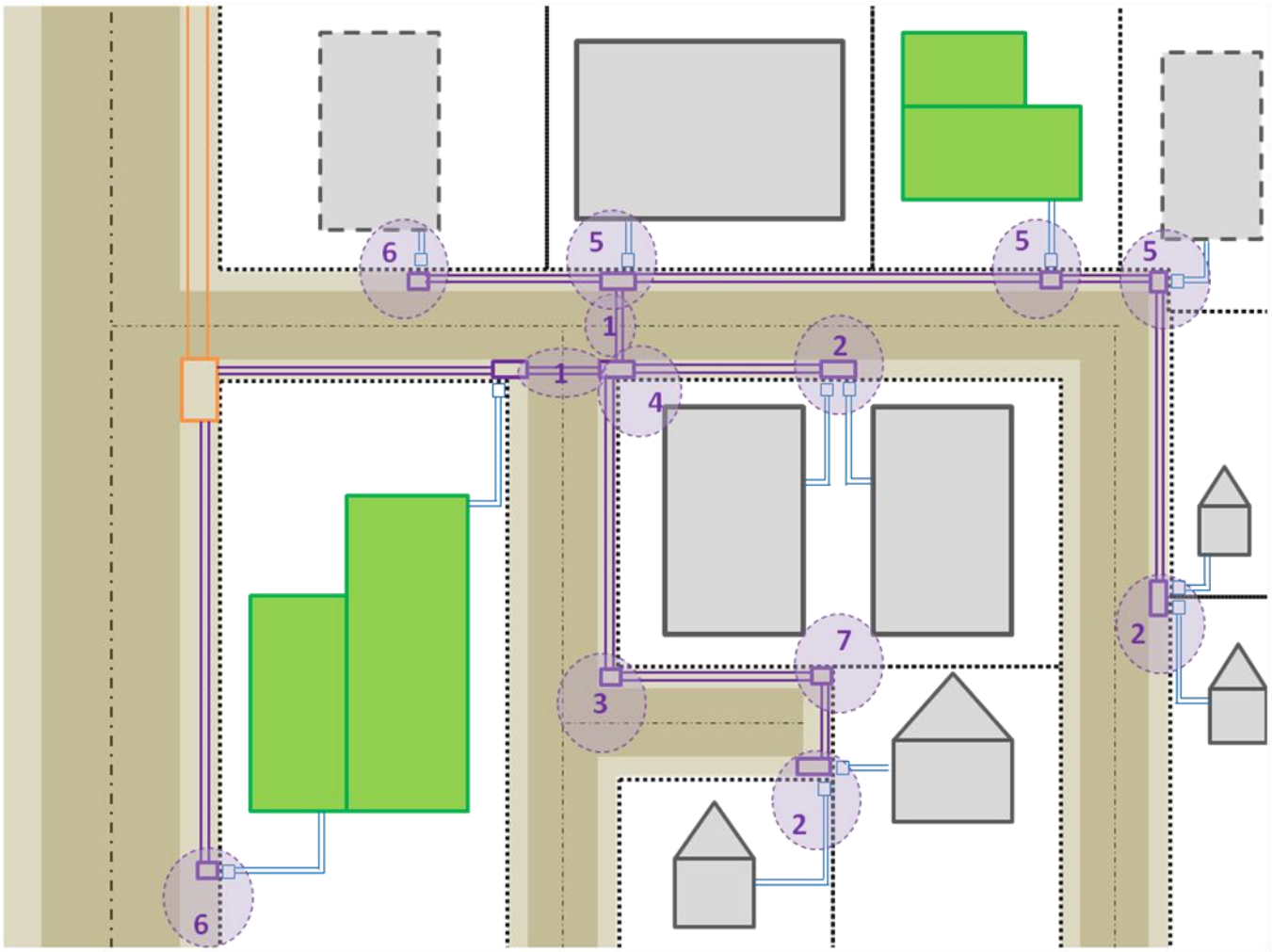
Le réseau de distribution constitue le lien entre le réseau de transport et chaque utilisateur final des réseaux télécoms. A ce titre, il est nécessaire de prévoir une chambre au droit de chaque parcelle, pour les raccordements ultérieurs. La définition de ce réseau est principalement liée à sa constitution, en effet, les besoins d'une zone purement pavillonnaire ne seront pas les mêmes que ceux d'un ensemble d'immeubles.



Légende



Dans la majorité des cas, les réseaux sont déjà existants, il est préconisé de mettre les chambres au droit des pénétrations et des regards France Télécom existants (en bleu dans le schéma suivant).



2.2.1 Les points d'attention

Ceux-ci sont numérotés dans le précédent schéma.

1 – Les traversées de chaussées sont coûteuses et présentent un fort un risque de perturbations lié à l'arrêt de la circulation. ➔ Il est important d'avoir un bon dimensionnement de ces passages, voire un fourreau de réserve en plus, pour éviter la saturation de l'artère.

2 – Dans certains cas, il est possible d'utiliser 1 seule chambre de tirage pour desservir 2 parcelles ou 2 logements. La chambre ainsi posée sera plus grande et elle donnera plus de flexibilité dans l'exploitation du réseau (tirage/soudure de câble). ➔ Il est recommandé de poser une chambre **L2T**

3 – Lorsque la chaussée présente des angles droits, il est important de prévoir des chambres pour éviter les rayons de courbure trop petits (angles droit à éviter). Ces chambres n'accueilleront pas de branchement, uniquement du tirage de câble, voire de la capacité de réserve, il est préconisé de mettre une petite chambre **L1T**.

4 – La chambre ciblée 4 est le point de desserte de 3 autres branches du réseau d'accès. A ce titre, il y aura des capacités de réserve et des équipements de jonction (boîtes d'épissure) dans cette chambre. Dans ce genre de situation, il est préconisé d'utiliser une chambre de grande taille : **L3T voie L4T**. (Chambre de distribution)

5 – Les chambres qui servent à raccorder une parcelle et également prolonger le réseau d'accès sont des chambres de type **L2T**.

6 – Les chambres qui servent à raccorder une parcelle sont des chambres de type **L1T** (chambre d'accès)

7 – La chambre ciblée 7 est une chambre utilisée pour éviter les angles droits (cf. point 3). Cependant, cette chambre pourrait par la suite être utilisée pour faire une double adduction des entreprises, par le dessous. Il serait intéressant de poser une chambre plus grande **L2T**. A défaut, cette intervention peut être réalisée ultérieurement mais elle sera plus coûteuse.

NB : il est possible d'optimiser le nombre de chambres à poser, notamment en regroupant la distribution de plusieurs parcelles ou bâtiments sur une même chambre, jusqu'à six. Cette optimisation est fonction de l'implantation géographique et doit être étudiée au cas pas cas.

2.2.2 Fourreaux

Concernant le réseau de distribution, il n'est plus possible de distinguer des fourreaux par type d'usage, les logements, les entreprises et les bâtiments publics étant répartis sur le territoire.

Dans la majorité des cas, le réseau cuivre est déjà déployé au titre du service universel. Dans certaines communes, le réseau câblé est également présent. Ces nouveaux fourreaux posés seront utilisés pour le déploiement de réseaux de fibre optique, dans le cadre de l'aménagement numérique du territoire.

Un fourreau est dédié pour le réseau cuivre, généralement un fourreau Ø60. Ce fourreau peut être réutilisé dans le cadre d'un contrat de location. Cependant, lorsque cela est possible, il est préconisé de déployer de nouveaux fourreaux pour avoir des infrastructures d'accueil séparées entre cuivre / coaxial / fibre.

Il est donc préconisé de poser des fourreaux, selon le niveau de proximité avec une chambre de terminaison du réseau. Lorsque le réseau arrive sur une chambre de terminaison ou accès, les besoins en capacité de fourreaux sont moins élevés.

- Entre une chambre du réseau de transport (L3T) et une chambre de distribution (L2T) : 5 fourreaux Ø45 + 1 fourreau Ø60.
- Entre deux chambres de distribution (L2T) : 5 fourreaux Ø45
- Entre une chambre de distribution (L2T) et une chambre d'accès (L2T) : 4 fourreaux Ø45

Il est possible de poser moins de fourreaux sur le réseau de distribution, cependant cela pourrait être gênant pour l'exploitation des réseaux. Un minimum de 4 fourreaux permet d'avoir 1 fourreau dédié FTTH, 1 fourreau dédié entreprises/collectivités, 1 fourreau de réserve et 1 fourreau de manœuvre.

De manière générale, il est plus facile de poser des fourreaux et des chambres sous trottoir. Les conditions d'exploitation et maintenance sont facilitées : la circulation n'est pas coupée, les chambres ne sont pas descellées par le passage des véhicules… **Dans la mesure du possible, il est préconisé de poser les infrastructures du réseau d'accès sous trottoir.**

2.2.3 Locaux techniques

Le réseau de distribution visé dans ce document desservant un nombre restreint de bâtiment (de 100 à 500), il y aura peu de locaux techniques volumineux.

Pour le réseau téléphonique, les raccordements peuvent s'effectuer dans des coffrets de façade ou des bornes.

Exemples de borne France Télécom © Tactis Décembre 2009

Pour les réseaux fibres optiques, l'intégration d'une ou deux armoires de rue, en fonction de la taille et de la superficie de la zone pourra être utile.

L'armoire de rue va collecter le trafic généré par les différents utilisateurs. En fonction de la technologie retenue (PON, Point à Point ou même câble), cette armoire pourrait contenir des équipements actifs ou uniquement servir de point de brassage des câbles de fibre optique.

Il est donc préférable de laisser le soin aux opérateurs de réaliser le local technique et préconisé de réserver un emplacement pour l'implantation d'une telle armoire.

Armoire de rue avec chambre L6T
© Tactis Décembre 2009

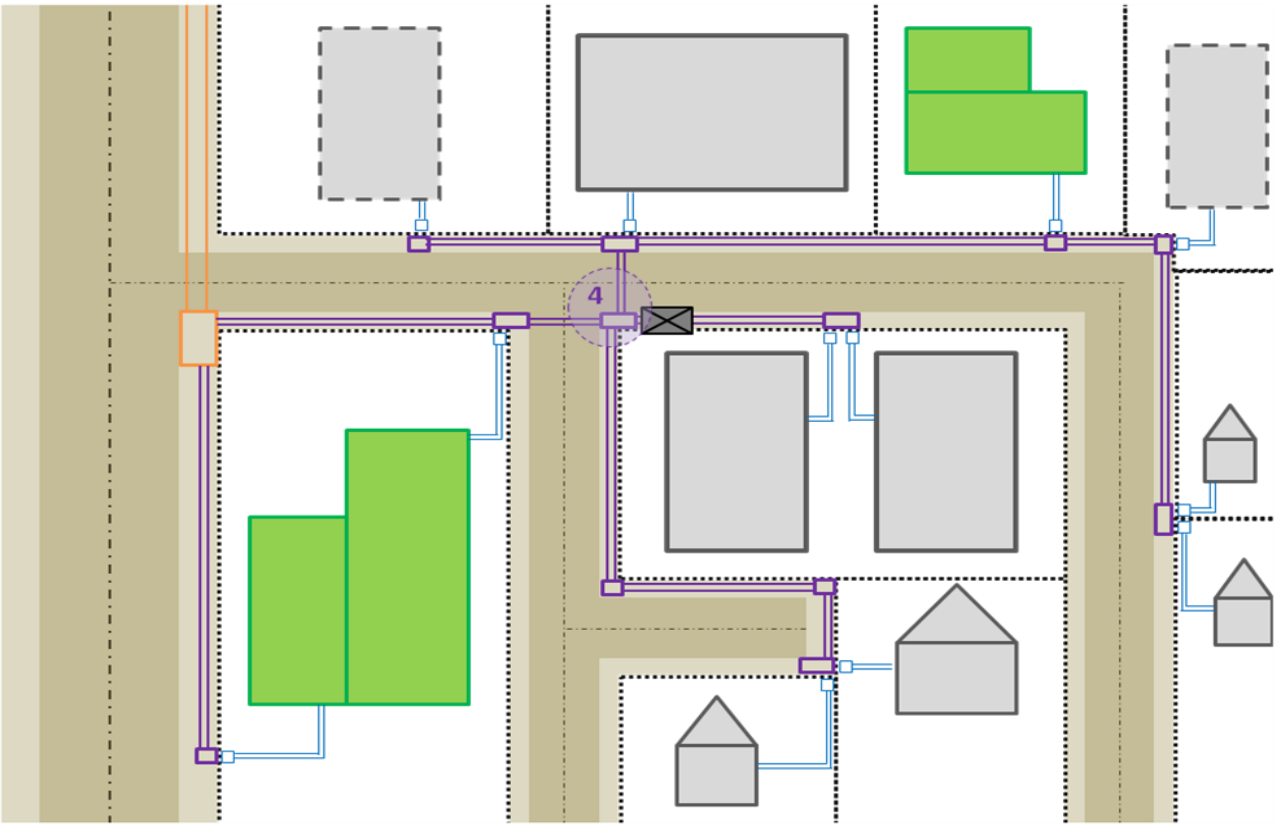
Coffret de façade
© Tactis Décembre 2009

Cet emplacement devra obligatoirement :

- être accessible 24h/24, 7j/7
- disposer de 3 fourreaux Ø45

Si des équipements actifs sont implantés dans ce local, il sera nécessaire de pouvoir disposer d'un accès énergie et également souhaitable de pouvoir disposer d'une ligne France Télécom (alarme) pour la protection des personnes et des matériels.

Dans l'exemple précédent, il serait intéressant de positionner l'armoire de rue, à coté de la chambre ciblée 4.



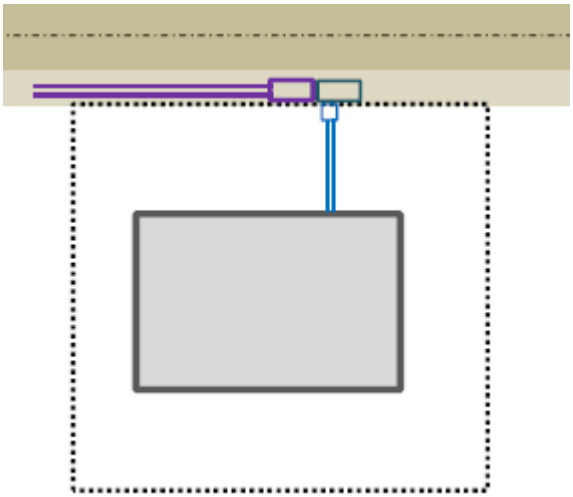
2.3 L'adduction (raccordement de l'utilisateur final)

Le raccordement de l'utilisateur final consiste à tirer les câbles depuis le domaine public jusqu'au bâtiment de l'utilisateur final, en cheminant en domaine privé. L'adduction étant sur le domaine privé, il est intéressant de mutualiser les infrastructures entre les réseaux différents (cuivre et fibre) mais également entre opérateurs différents (2 opérateurs fibre par exemple).

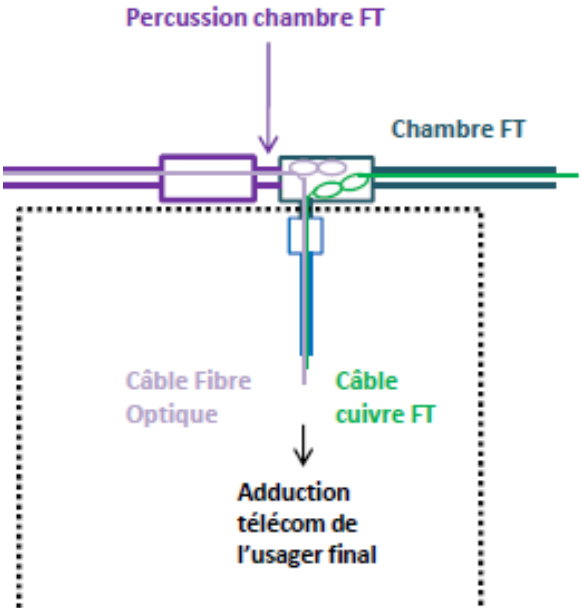
➔ De manière générale, il est préconisé de systématiquement réutiliser les fourreaux d'adduction télécom existants (cuivre ou coaxial) pour minimiser les coûts et les perturbations chez les usagers.

Pour ce faire, il est nécessaire de :

1. demander l'autorisation à l'utilisateur final de réutiliser ses (ou son) fourreaux pour tirer un câble optique. Le fourreau Ø45 posé pourra en effet recevoir en plus du câble cuivre existant (de l'ordre de 20 mm) un voire deux câbles en fibre optique de quelques centimètres (cf. annexes)
2. demander l'autorisation à France Télécom de réutiliser ses chambres en limite de propriété. Une fois l'accord obtenu, il faudra percuter la chambre, c'est-à-dire poser plusieurs fourreaux entre la chambre France Télécom et la chambre de distribution nouvellement posée.



Vue 1

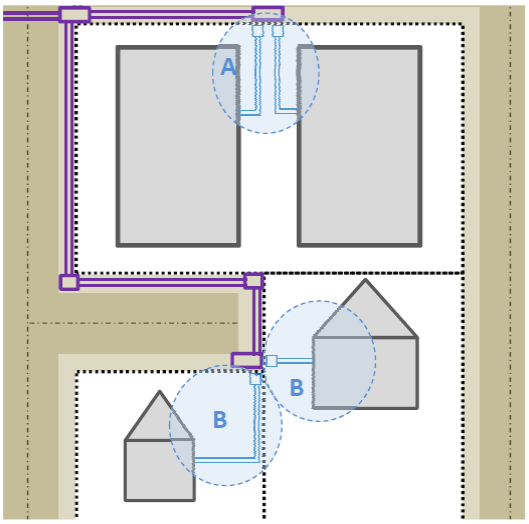


Vue 2

La vue 1 présente le positionnement de la nouvelle chambre de distribution (violet) par rapport à la chambre FT (vert) et au regard d'adduction (bleu).

La vue 2 détaille avec les câbles, le travail à réaliser. La chambre FT devient une chambre mutualisée pour le cuivre (câble vert) et la fibre optique (violet clair).

S'il n'est pas possible de réutiliser l'adduction existante (fourreau bouché, refus de l'utilisateur final…), il sera nécessaire de créer une nouvelle adduction. Il faudra donc percuter la chambre d'accès du domaine public pour qu'elle communique avec un espace de manœuvre chez l'utilisateur final, généralement un regard ou une chambre.



Cas des logements individuels – B :

Un fourreau Ø45 suffira pour tirer le réseau fibre optique.

Pour l'espace de manœuvre, il est préconisé de poser un **regard 30x30**. Si un regard déjà existant est saturé, il est préconisé de poser une chambre **L0T**.

Cas des immeubles – A :

Les immeubles regroupent plusieurs habitations, les besoins télécoms sont donc plus élevés. En conséquence, les infrastructures sont plus importantes et dimensionnées en fonction de leur nombre. De plus, les adductions pourront avoir des cheminements distincts (un fourreau par cage d'escalier par exemple)

Pour l'espace de manœuvre, il est préconisé de poser une chambre pouvant accueillir les fourreaux posés :

Immeuble	Fourreaux	Chambre
< 20 logements	1 Ø45	L1T
20 – 50 logements	2 Ø45	L1T
50 – 200 logements	3 Ø45	L2T
> 200 logements	4 Ø45	L2T

Ces préconisations intègrent un fourreau de manœuvre.

NB : le raccordement des bâtiments en limite de domaine public ou le raccordement aérien sont traités dans les cas spécifiques (cf. §3.1 et 3.3.)

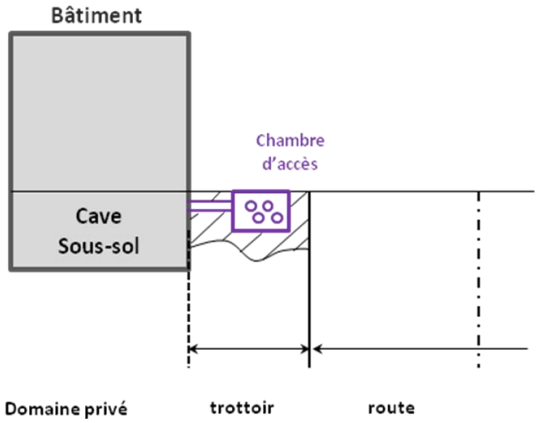
3 Volet 2 : les cas spécifiques

Les préconisations ci-après s'appliquent à des zones spécifiques, qui de par leur configuration, ont des besoins télécoms particuliers.

3.1 Raccordement de bâtiment

Pour les bâtiments en limite du domaine public, l'espace de manœuvre (chambre ou regard) n'est pas nécessaire. La chambre de distribution sur le domaine public proche fait directement office d'espace de manœuvre. **Aussi la réutilisation des infrastructures utilisées pour le réseau cuivre constitue la préconisation de base.**

Attention, les adductions de ces bâtiments doivent impérativement être identifiées ou testées lors des travaux de voirie. En effet, l'espace de manœuvre étant sur le domaine public, si l'adduction existante n'est pas réutilisable, la création d'une nouvelle adduction impliquera l'ouverture du trottoir (perturbations de la circulation, bruit, poussière, rustine sur trottoir).

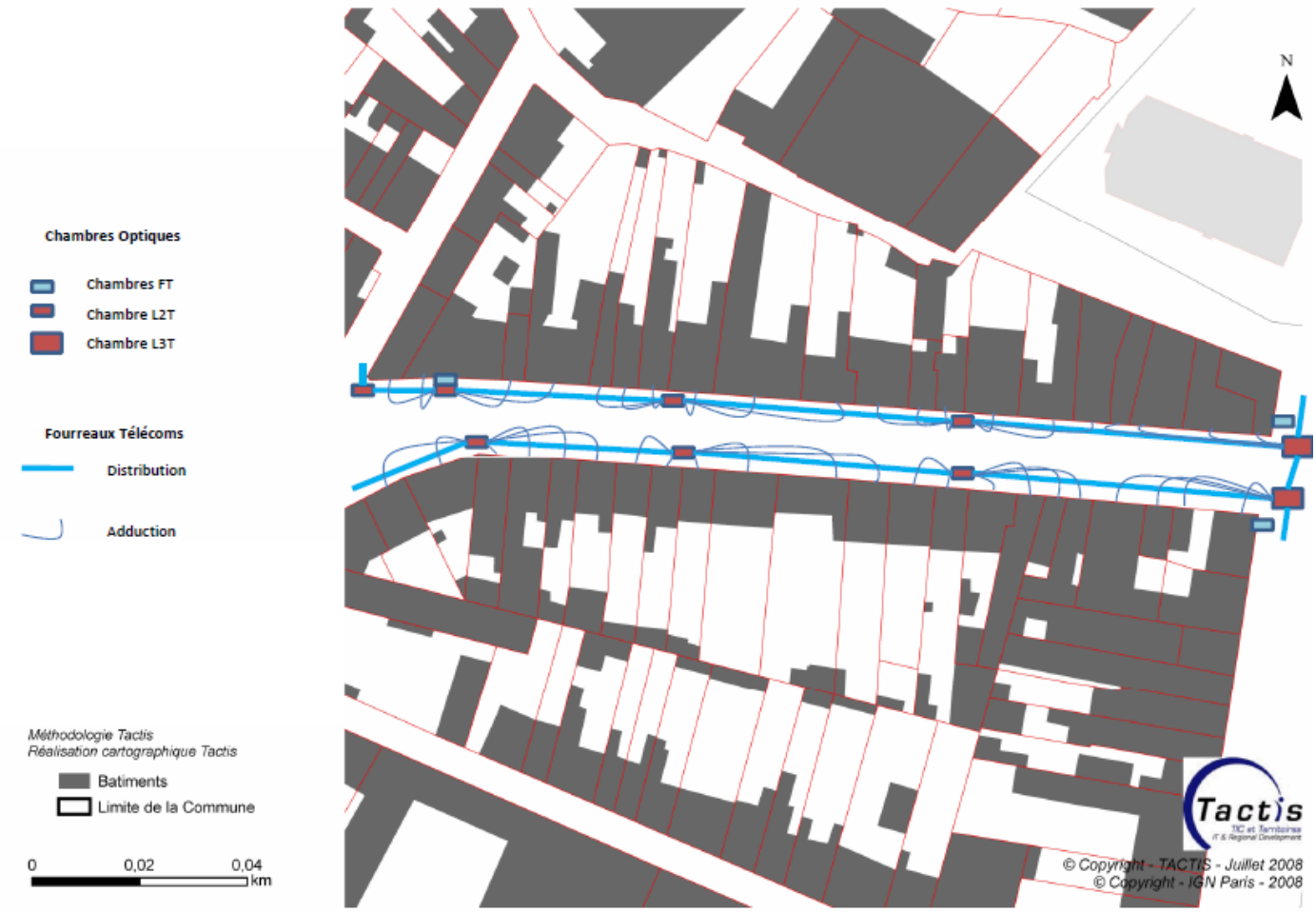


Vue de coupe de l'adduction

Pour réaliser de tels travaux, il convient également de prendre des précautions dans le choix du raccordement, le percement d'un mur pouvant impacter la structure de l'immeuble. Deux solutions sont donc envisageables :

- pénétration des fourreaux à l'intérieur du bâtiment par un endroit validé par les propriétaires
- utilisation de fourreaux en façade via un cheminant validé par les propriétaires

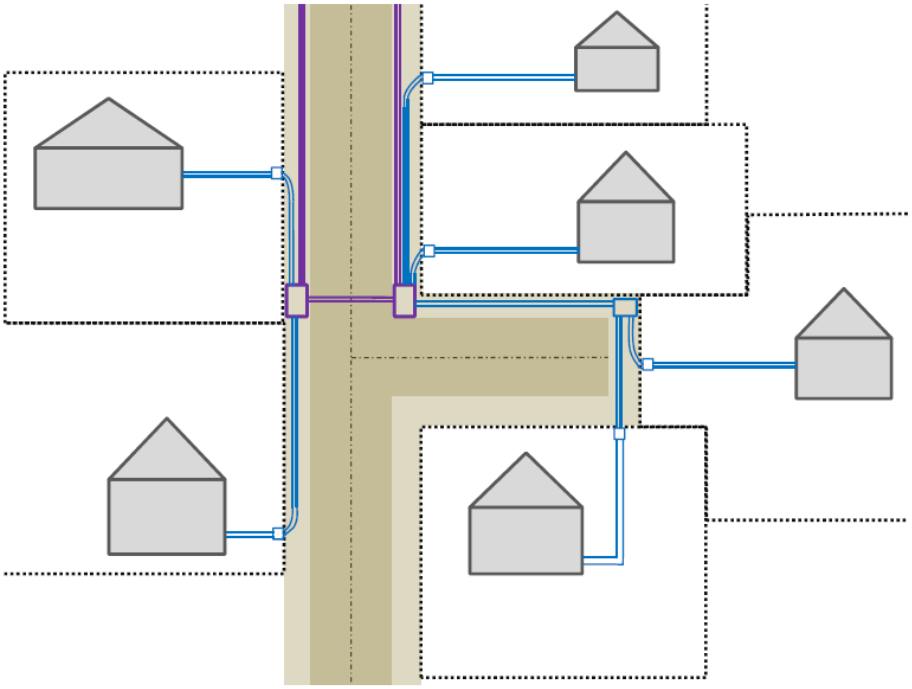
Afin de réduire au maximum les coûts liés à la pose d'infrastructure, il est préconisé d'adducter jusqu'à 6 bâtiments sur la même chambre du réseau de distribution.



Exemple d'optimisation des adductions de bâtiment ➔ Le réseau FT étant saturé, il a fallu poser de nouvelles chambres et réaliser les adductions bâtiment en même temps.

3.2 Zones pavillonnaires

Pour l'aménagement des zones pavillonnaires, il est préconisé de poser une chambre L2T pour desservir jusqu'à six logements.



Exemple de raccordement en zone pavillonnaire :
2 pavillons raccordés sur une chambre (à gauche) et 4 pavillons raccordés sur une chambre (à droite)

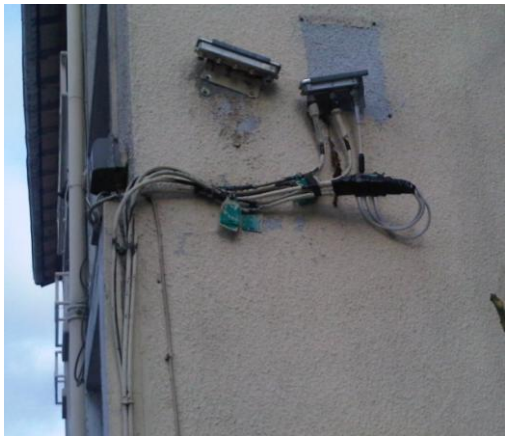
En cas de partage de chambre entre le réseau cuivre (service universel téléphonie) et le réseau optique, il est souhaitable de poser une chambre L3T

Pour ce cas très précis, le génie civil est particulièrement coûteux, car les tranchées sont mutualisées entre très peu d'utilisateurs (de 1 à 6). Il n'est donc pas rare de rencontrer du câblage aérien dans les zones pavillonnaires. Il est possible de tirer des fibres optiques le long des infrastructures aériennes (câbles et poteaux) existantes. (cf. §3.3)

3.3 Raccordement en aérien

Le raccordement aérien est plus rapide que la pose de fibre dans des fourreaux. Cependant, les câbles ainsi déployés sont soumis à de plus fortes contraintes : intempéries, chutes d'arbres ou poteaux.

De plus, ce type de pose est souvent refusé par les services publics ou les particuliers pour des raisons esthétiques.



Exemples de pose et raccordement aérien © Tactis Décembre 2009

Deux types de pose en aérien sont envisageables :

- sur façade
- sur supports existants ➔ poteaux et câbles France Télécom, poteaux et câbles électriques

Dans les deux cas, il est nécessaire de demander l'autorisation aux propriétaires du support avant de réaliser les travaux.

Il sera également nécessaire de poser un regard en limite de propriété pour permettre la transition entre le réseau souterrain et le réseau vertical en façade.

3.4 Zones très denses

Dans sa décision du 29 juillet 2009, l'ARCEP a défini une liste de 148 communes représentant la zone très dense. Sur le périmètre de ces 148 communes, l'ARCEP a défini des règles de mutualisation des réseaux de fibre optique dans la partie privative de chaque immeuble de plus de 12 logements. De manière générale, ces communes représentent un intérêt économique majeur pour les opérateurs privés. La collectivité qui souhaitera intervenir dans l'aménagement numérique de son territoire devra consulter préalablement les opérateurs privés et s'intégrer dans les démarches entreprises par eux, pour avoir un aménagement cohérent et mutualiser au maximum les coûts au profit des usagers.

3.5 Zones moins denses

Dans cette même décision du 29 juillet 2009, l'ARCEP préconise également un point de mutualisation des réseaux fibre optique, dans le cas des zones moins denses. Ce point de mutualisation se situera sur le domaine public, afin d'éviter que chaque opérateur ne déploie son réseau en parallèle jusqu'aux logements.

Les conditions techniques de mise en œuvre de cette mutualisation ne sont pas encore arrêtées. Aussi, la collectivité qui se saisit de l'aménagement numérique de son territoire pourra déployer une infrastructure neutre qu'elle proposera à tous les opérateurs qui en feront la demande.

Deux grandes stratégies s'offrent à la collectivité pour le déploiement de son réseau de fourreaux :

- Viser un réseau partagé entre tous les opérateurs, concentré sur un point de mutualisation très en amont du réseau (local technique au niveau de la commune)
- Viser un déploiement en propre de chaque opérateur. Chaque opérateur devra alors poser ses propres câbles et ses propres locaux techniques plutôt en aval du réseau (niveau quartier ou résidence).

Cas du réseau partagé :

Ce cas se présentera dans les zones semi-rurales, voire rurales principalement. Le déploiement de grandes capacités de fibre optique sera difficile à rentabiliser pour les opérateurs, aussi il est vraisemblable qu'ils souhaitent mutualiser les coûts et partager les fibres optiques et les locaux techniques. Aussi, le nombre de fourreaux nécessaires sera moins important et les chambres d'accès seront également moins grandes.

Les préconisations proposées dans la partie réseau d'accès du cas générique peuvent être appliquées.

Cas des réseaux en propre :

Ce cas se présentera dans les zones semi-urbanisées, voire urbanisées. Le déploiement de grandes capacités de fibre optique pourra être justifié pour les opérateurs. Dans certains cas, les opérateurs privés pourront décider de déployer en propre leur réseau. Dans ce cas, il sera opportun de poser des surcapacités de fourreaux et des chambres plus importantes, pour éviter les demandes de travaux ultérieures des opérateurs.

Attention, il est nécessaire de bien peser ce choix, qui sera générateur de surcoûts importants.

Il est raisonnable de penser qu'il y aura 2 réseaux d'opérateurs différents puis si un autre opérateur arrive, il louera l'infrastructure à l'un des 2 premiers. En appliquant cette logique sur l'ensemble du territoire, les opérateurs se "répartiront" les investissements de premier et second arrivants et les redevances de location pour les nouveaux opérateurs (3ième, 4ième…).

Par rapport aux préconisations proposées dans la partie réseau d'accès du cas générique, il est préconisé d'utiliser des chambres de taille supérieures (L4T au lieu de L3T, L3T au lieu de L2T…) et de poser le nombre de fourreaux maximum acceptable par la chambre de plus petite taille.

- Entre une chambre du réseau de collecte (L4T) et une chambre de distribution (L3T) : 6fourreaux Ø45 + 2 fourreaux Ø80.
- Entre deux chambres de distribution (L3T) : 6 fourreaux Ø45 + 1 fourreau Ø80.
- Entre une chambre de distribution (L3T) et une chambre d'accès (L3T) : 6 fourreaux Ø45

3.6 Zones d'activités

La zone d'activité est consacrée principalement à l'implantation d'entreprises. De ce fait, la demande de double adduction est plus probable. Il convient donc dès l'aménagement de prévoir une infrastructure à même de fournir une double adduction à n'importe quelle parcelle.

Il est également nécessaire d'avoir deux chambres de transport distinctes pour que la sécurisation physique liée à la double adduction soit efficace.

A contrario, il y a souvent un faible nombre de bâtiments dans une zone d'activités, ce qui permet de poser moins de fourreaux. Il est préconisé de poser 4 fourreaux Ø45, utilisés comme suit :

- 1 fourreau pour le réseau cuivre
- 1 fourreau pour la fibre optique
- 1 fourreau de manœuvre
- 1 fourreau de réserve

Si le réseau cuivre est déjà existant, trois fourreaux peuvent suffire.

Il est préconisé de poser des chambres L3T, qui pourront servir pour la continuité du réseau, la desserte des parcelles et le cas échéant les traversées de route.

Dans le cas d'une zone d'activités, il serait intéressant pour un nouvel opérateur de se raccorder sur un local technique desservant toute la zone, évitant ainsi le tirage de fibre supplémentaire. En conséquence, il est préconisé de réserver un emplacement pour une armoire de rue :

Cet emplacement devra obligatoirement :

- être accessible 24h/24, 7j/7
- disposer de 2 adductions avec 3 fourreaux Ø45
- pouvoir disposer d'un accès énergie
- pouvoir disposer d'1 ligne France Télécom (alarme et secours)

3.7 Interventions en domaine privé

Lorsqu'il n'y a pas de réseau existant ou un réseau saturé, après avoir obtenu l'autorisation du propriétaire, il peut être intéressant de profiter des travaux pour poser le regard sur la limite privative de la parcelle de l'utilisateur final. Ce regard peut être remplacé par une chambre L0T, qui est plus sécurisée.

Une fois le regard posé, il est possible de réaliser la percussion vers la chambre d'accès du domaine public. Il n'y aura ainsi plus de génie civil en domaine public à réaliser.

L'utilisateur final devra toutefois poser les fourreaux en nombre suffisant, depuis le regard jusqu'à son bâtiment.

3.8 Double adduction

La double adduction consiste à réaliser 2 points d'entrée du réseau physiquement distincts. Par construction, le site concerné sera dans une "boucle" du réseau permettant de conserver l'accès si une des adductions est coupée. Cette disposition permet d'accroître la sécurité du site adducté, cependant étant donné son coût de mise en œuvre élevé (équivalent à construire 2 réseaux sur quelques dizaines / centaines de mètres), il convient de le réserver pour des sites ciblés : grosses entreprises ou administrations.

4 Volet 3 : mise en œuvre pratique

La mise à disposition d'infrastructure souterraine est le dernier maillon d'un processus exigeant qu'il convient de bien respecter pour éviter les oublis et répondre aux mieux aux besoins exprimés :

- Définition de l'appétence des opérateurs
- Prédéfinition du schéma d'aménagement global par zone en fonction des besoins exprimés
- Conception du réseau et fourniture de plans APS/APD (généralement sous-traité)
- Validation des plans par la collectivité, notamment les emplacements retenus pour de futurs locaux techniques
- Etude des coordinations/mutualisations de travaux envisageables
- Réalisation des infrastructures par un aménageur ou une société de génie civil
- Réception des infrastructures télécoms posées par la collectivité
- Mise à disposition des infrastructures lors des demandes ultérieures

Il est recommandé à la collectivité de se faire accompagner par un AMO (Assistant à Maîtrise d'Ouvrage) qui pourra l'accompagner dans la définition de la stratégie globale, la validation des études et les procédures de réception. Il est fortement préconisé d'avoir un seul AMO pour la définition de la stratégie globale et la validation des études, afin de garder une cohérence dans l'aménagement du territoire. Les procédures de recettes peuvent être confiées à une société différente, sur la base du cahier des charges établi lors de la conception.

4.1 Définition de l'appétence des opérateurs

La collectivité peut sonder les opérateurs pour savoir si :

- Ils envisagent de s'implanter sur le territoire à court, moyen terme ou pas du tout
- La mise à disposition d'infrastructures neutres par la collectivité serait de nature à accélérer leurs déploiements
- La mise à disposition d'un réseau de fibre optique neutre serait de nature à accélérer leurs déploiements

Cette démarche est facultative, cependant elle permet de mieux cerner le territoire étudié dans le paysage numérique français, de sensibiliser les opérateurs à la démarche et également de mieux dimensionner les futures infrastructures.

4.2 Prédéfinition du schéma d'aménagement global du territoire

Cette étape est essentielle pour la suite du projet. Elle va permettre de fixer le cahier des charges pour l'aménagement numérique du territoire sur les prochaines années à venir.

Pour ce faire, il faut définir les priorités entre les grands utilisateurs du réseau :

- Particuliers
- Entreprises
- Services publics

Ensuite, il faut établir des priorités géographiques. La pose d'infrastructures souterraines, avec du génie civil associé est longue et coûteuse. Il est peu probable de réaliser tout le réseau d'un coup, en perturbant toute la circulation d'un territoire, et prenant le risque de perturber l'exploitation des réseaux existants.

Enfin, il convient à cette étape du projet de faire une concertation avec les services publics impactés par le projet :

- Voirie : est-ce que les travaux peuvent être intégrés dans le plan pluriannuel de voirie ➔ coordination des travaux
- Voirie : est-ce que des travaux d'enfouissement sont prévus dans les années à venir ➔ coordination des travaux
- Urbanisme : est-ce que des réaménagements de ZA/ZAC, zone ANRU sont envisagés ➔ intégrer les travaux dans le phasage du réseau
- Numérique : est-ce que la collectivité envisage la mise en place d'Espace Numérique de Travail (ENT) ➔ mise en place de desserte pour ces futurs ENT
- DST/DGS : est-ce que la centralisation des services informatiques est étudiée ➔ mise en place d'un réseau fermé d'utilisateurs pour la collectivité (GFU)
- Est-ce que l'intercommunalité, le Département ou la Région ont initié / vont initier un projet lié au haut débit ➔ faire l'aménagement en cohérence des initiatives publiques
- Comment mon projet s'intègre t'il dans le schéma directeur de ma région ?

Une fois tous ces paramètres valorisés, la collectivité pourra définir sa stratégie d'aménagement numérique, et faire un phasage des études et travaux.

4.3 Conception et réalisation des études

Le bureau d'étude (BE) retenu par la collectivité, mettra en œuvre les études selon le phasage retenu.

Ces durant cette phase d'étude qu'il est primordial d'identifier les réseaux existants. Il serait inutile de reposer des infrastructures sur une voie déjà équipée. Cela pourrait conduire à la non-utilisation des infrastructures posées et une distorsion dans l'aménagement du territoire.

Cette tâche peut être confiée au même BE, sous-traitée à un autre prestataire ou être réalisée par la collectivité elle-même.

Dans certains cas, des fourreaux existants disponibles sur certains tronçons pourront être utilisés pour éviter des travaux générateurs de coûts et de perturbations. Ces tronçons devront être identifiés lors de la phase d'étude et le BE devra proposer les conditions technico-économiques de mise à disposition qui seront proposées aux opérateurs. Si la collectivité juge l'utilisation de ces fourreaux trop aléatoire, elle pourra décider de ne pas les utiliser et de faire les travaux en parallèle.

Le BE remettra des dossiers d'études APS, avec des plans adaptés à la typologie des zones présentes sur le territoire (cf. volets 1 et 2).

4.4 Validation des études

Cette étape est obligatoire. Elle permet à la collectivité de s'assurer que ces préconisations ont été respectées et également de définir un cahier des charges pour la société qui va réaliser les travaux.

Ce sont également ces dossiers APS/APD qui seront utilisés lors de la procédure de réception des travaux.

De plus, dans le cadre d'un réseau construit sur plusieurs années, cette étape de validation sera réalisée au fil de l'eau selon le calendrier d'aménagement défini précédemment. Il est important de prévoir les ressources (externes ou internes) à même de suivre ce dossier.

4.5 Travaux

Une fois les plans validés par la collectivité, la société retenue pourra lancer les travaux.

Ces travaux pourront être mutualisés, dans la mesure du possible, avec les concessionnaires ou opérateurs qui auront initiés des demandes de travaux, selon les règlements de voirie en vigueur et dans le respect des dispositions légales.

Concernant les fourreaux, il est préconisé d'aiguiller les fourreaux qui seront rapidement utilisés par la suite. Après le contrôle de ces conduites, un fil de nylon résistant à un effort minimal de traction de 180 daN. Le fil dépassera de 1 m et sera fixé à l'intérieur de chaque chambre d'extrémité.

Pour les fourreaux en attente, il est préconisé de poser des bouchons démontables. Ce système qui protège les fourreaux des corps extérieurs (eau, boue, rongeurs…) est normalisé.

Il est également préconisé de poser en sus des fourreaux un petit tube de 19 mm qui contiendra un fil de détection des réseaux, le Plynox.

4.6 Réception des travaux

Une fois les travaux terminés, la société qui les a réalisés invite la collectivité à une procédure de réception des travaux.

A travers cette procédure, la collectivité prend possession des infrastructures posées, il est donc nécessaire de faire preuve de la plus grande vigilance sur la qualité du travail présenté et sa conformité au cahier des charges définis. La procédure est prévue pour identifier les éventuelles réserves existantes et faire procéder à leur correction.

4.6.1 Tests sur site

Sur la base des plans validés, il est conseillé de procéder aux tests suivants :

Test des chambres

- Sécurisation des chambres : il s'agit de vérifier que les chambres sont bien verrouillées mais également qu'il y a des grilles de protection pour éviter la chute du tampon sur les futures fibres
- Essais de compactage : il s'agit de vérifier que l'entourage de la chambre a bien été compacté, pour éviter le descellement ou l'enfoncement de la chambre

Test des fourreaux :

- Essais de mandrinage : passage d'un mandrin dans chaque fourreau pour en garantir le diamètre
- Essais d'étanchéité : il s'agit de vérifier sur chaque tronçon que les fourreaux sont étanches. Cet essai est réalisé en mettant le fourreau sous une pression de 1 ou 2 bars et en vérifiant que la pression reste inchangée après 2 heures
- Tests de profondeur : il s'agit de vérifier que les fourreaux ont été enfouis à la bonne profondeur, pour éviter qu'ils soient arrachés lors de futurs travaux en surface. Cet essai est réalisé avec un détecteur qui pourra localiser le plynox et renvoyer sa profondeur

Dans le cas de réserve mineure ou informative, la société peut corriger les réserves *in situ* (remettre des bouchons sur les fourreaux, verrouiller une chambre...)

Dans le cas de réserver majeure ou critique, la société devra ré intervenir et convier une nouvelle procédure de recettes (chambre mal scellée, fourreaux bouchés…)

De même que pour les études, cette étape de réception sera réalisée au fil de l'eau selon le calendrier d'aménagement défini précédemment. Il est important de prévoir les ressources (externes ou internes) à même de suivre ce dossier.

4.6.2 Aspect documentaire

Selon les marchés les plans de récolement (DOE) des infrastructures peuvent être remis avant les recettes, après la procédure de recette, un certain temps après la fin des travaux (1, 2, 4 mois ?).

Ces plans sont nécessaires pour :

- avoir une bonne connaissance de ce qui a été déployé
- exploiter les infrastructures sur les 15, 20, 30 prochaines années

Les informations concernant les fourreaux, les chambres et les locaux techniques devront être intégrées dans les DOE.

Ces documents devront être remis sous format papier et également informatique compatible avec le SIG de la collectivité.

Si la collectivité ne dispose pas de SIG, les données devront être remises au format SHP (Shape File).

Il est préconisé de demander les plans avant la procédure de réception et de conditionner une partie significative du montant des travaux (>30%) à la remise de plans conformes.

4.7 Mise à disposition des infrastructures

Une fois les infrastructures posées et réceptionnées par la collectivité, il faut les exploiter afin de les mettre à disposition des opérateurs qui en feront la demande.

Il est préconisé que la collectivité se dote d'un outil de gestion adapté, qui lui permettra :

- d'exploiter le réseau
- de la proposer aux opérateurs qui feront des demandes de travaux
- de percevoir les redevances d'occupation
- d'assurer la maintenance et l'entretien du réseau
- de connaître la disponibilité de l'infrastructure (fourreau occupé, quel pourcentage d'occupation…)

5 Volet 4 : cadre juridique et réglementaire

Comme expliqué précédemment, le génie civil représente une majeure partie des coûts liés à la pose de nouvelles infrastructures télécoms. Aussi, afin de réduire les coûts, il est souvent préconisé de réutiliser au maximum les infrastructures existantes.

A ce titre, les fourreaux du réseau cuivre déployé de France Télécom constituent une économie potentielle importante car le réseau cuivre est déployé dans la quasi-totalité des bâtiments, au titre du service universel.

En conséquence la mise à disposition de ces ressources devient un enjeu majeur du déploiement de la fibre optique en France.

A partir de 1990, France Télécom est créée sous la forme d'une Société Anonyme dans laquelle l'état est actionnaire majoritaire, cependant la société ne peut plus être considérée comme une administration d'état. En janvier 1997, France Télécom est devenu un opérateur de droit privé.

De fait, à partir de cette date toutes les infrastructures créées à l'initiative d'une collectivité sont des biens publics qui ne peuvent être remis gratuitement à un opérateur privé, notamment France Télécom. Ce sont des biens publics, propriété de la collectivité qui les a posés.

Pour les infrastructures créées avant 1997 ou avant 1990, la propriété des fourreaux doit être étudiée au cas par cas.

5.1 Redevance d'occupation des infrastructures

Pour mémoire, le décret n°2005-1676 du 27 décembre 2005 fixe le plafond des redevances d'occupation du domaine public qu'une collectivité peut demander à un opérateur. Cette redevance actualisée pour 2009 s'élève à 0,35 €/ml pour le domaine public routier communal et 1,18 €/ml pour le domaine public non routier communal.

Les montants ci-dessus sont révisés au 1er janvier de chaque année, par application de la moyenne des quatre dernières valeurs trimestrielles de l'index général relatif aux travaux publics.

Le tarif de location des fourreaux est libre, cependant il ne doit pas être trop haut, ce qui conduirait les opérateurs à réaliser des travaux en propre plutôt que d'utiliser les infrastructures existantes voire à ne pas venir du tout.

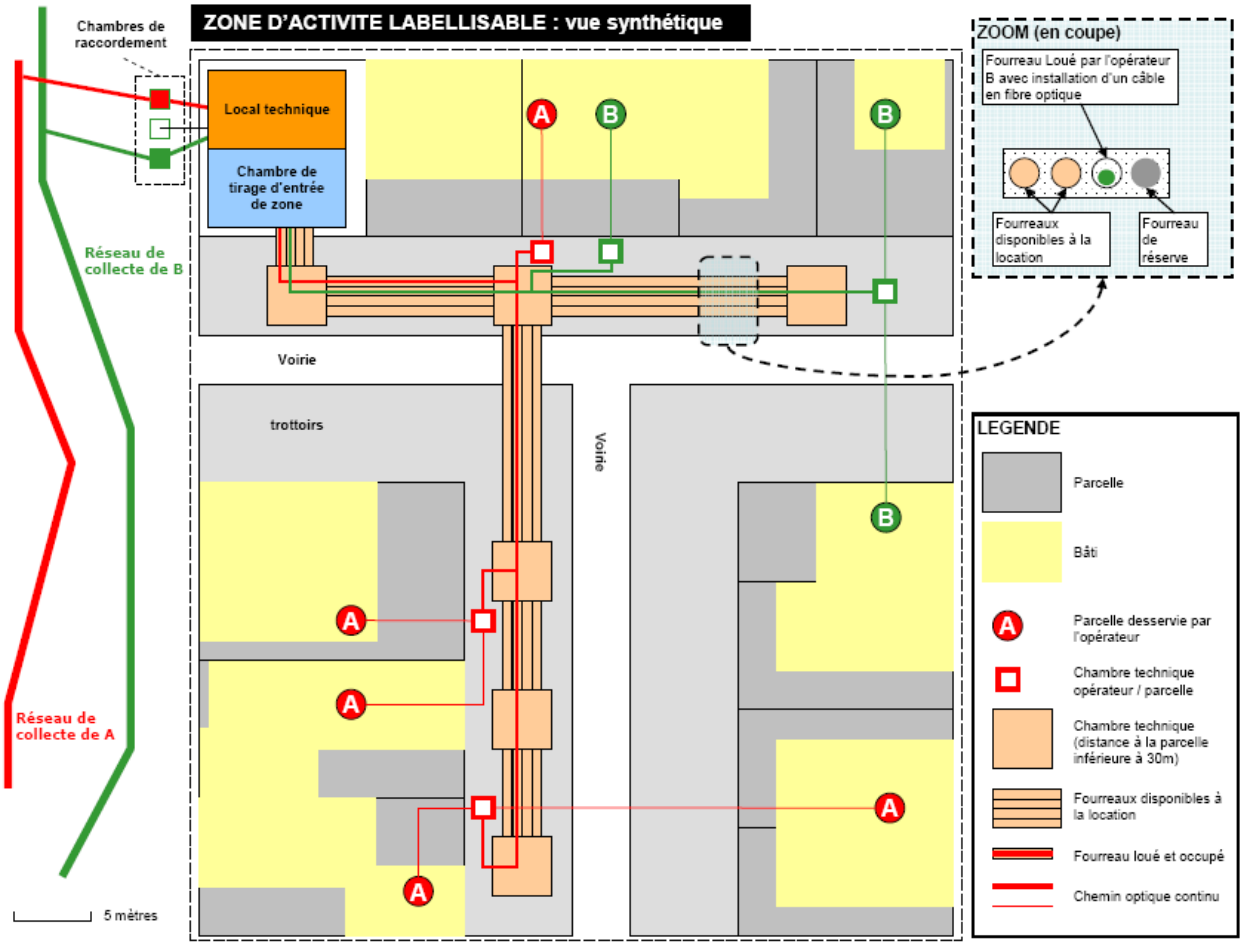
Il est donc conseillé à la collectivité de fixer une redevance de location de ses fourreaux et d'intégrer en sus une redevance liée à la maintenance, pour un total inférieur à ce montant afin d'inciter les opérateurs à les utiliser.

5.2 Label ZA THD

Un label THD est en cours de définition à l'ARCEP pour valoriser les zones d'activités ayant accès au très haut débit, dans des conditions concurrentielles.

Le cadre du label n'est pas encore arrêté, pour autant les points importants en vue de l'obtention de ce label sont les suivants :

- la mutualisation des infrastructures ➔ présence d'un point de mutualisation en entrée de zone vraisemblablement une chambre et/ou un local technique
- La « raccordabilité » des parcelles ➔ présence d'une chambre de raccordement sur le domaine public peu éloignée et au droit des parcelles
- La neutralité du réseau ➔ pose de plusieurs fourreaux d'adduction pour permettre l'arrivée de plusieurs opérateurs (en comptant 1 fourreau de réserve, 1 fourreau de manœuvre et 1 fourreau FT) *a minima* 4 fourreaux



Source : CETE Ouest

6 Lexique

APS : Avant Projet Sommaire. Dossier d'étude produit pour estimer la faisabilité des travaux.

APD : Avant Projet Détaillé. Dossier d'étude produit en complément du dossier APD avant les travaux.

Armoire de rue : mobilier urbain déployé sur la voirie, généralement sur trottoir afin de gérer les réseaux télécoms.

Bureau d'Etude (BE) : société spécialisée dans l'étude et la conception de réseaux télécoms

Chambre : infrastructure souterraine qui reçoit des fourreaux et permet de faire du tirage de câble, de l'adduction de parcelle, de bâtiment ou de local technique. C'est un point de flexibilité du réseau.

DOE : Dossier des Ouvrages Exécutés

Grillage avertisseur : Grillage de couleur posée dans la tranchée, au dessus du remblai. Il permet la signalisation pendant les travaux (mais au dernier moment) si la détection par Plynox n'a pas fonctionnée. Il évite ainsi les détériorations (coup de pelleteuse, arrachage de câble…). Le grillage est de couleur verte pour les réseaux télécoms.

Fibre optique : fin câble de verre utilisé pour transporter des informations via un signal lumineux transmis par laser.

Fourreau : infrastructure souterraine posée dans des tranchées. Les câbles en fibre optique, en cuivre ou coaxiaux sont déployés dans de telles infrastructures pour les protéger des rongeurs, de l'eau et de l'écrasement notamment.

FTTX : Fiber To The x ou fibre optique jusqu'à X pouvant désigner :

C : le trottoir (curb)

H : l'abonné (Home)

B : le bâtiment (Building)

Local technique : local qui regroupe les équipements que les opérateurs utilisent pour gérer les réseaux télécoms et proposer des services à leurs abonnés. Ce local peut être de diverse taille, depuis une armoire de rue, jusqu'à un shelter de plusieurs mètres carrés.

Plynox : petit câble métallique déployé lors de la pose des fourreaux. Il permet la détection des réseaux existants via la transmission d'un signal actif dans le fil.

POP : Point of Présence, Point de présence opérateur, équivalent d'un local technique de grande taille.

SIG : Système d'Information Géographique

Tronçon : linéaire de réseau entre 2 chambres adjacentes

7 Annexes

7.1 Les techniques de génie civil

Pour la réalisation de ces études, il est intéressant de garder en mémoire les coûts liés aux différentes techniques de génie civil les plus usuelles.

7.1.1 Génie civil traditionnel

Il s'agit d'utiliser une pelle mécanique pour creuser une tranchée de largeur variable en fonction du type de fourreau à poser. Pour les fourreaux télécoms, la tranchée est généralement comprise entre 20 et 30 cm.

Il faut prévoir des engins supplémentaires pour évacuer les gravats générés.

Une fois la tranchée ouverte, une autre machine pose les nappes de fourreaux avant que le remblai ne soit ajouté. Pour réaliser les travaux, la circulation doit donc être arrêtée sur une partie de la voirie (*a minima* la moitié).

La tranchée doit également être balisée et protégée pour éviter les chutes de véhicule ou de personne tant qu'elle n'est pas rebouchée.

Cette technique peut être employée sur terrain naturel, sous chaussée ou sous trottoir.

7.1.2 Micro tranchée

La micro-tranchée ou génie civil allégé consiste à creuser dans le revêtement de la chaussée, sans toucher le tablier. L'utilisation d'un béton auto compactant pour reboucher la tranchée garantit que la chaussée n'est pas déformée et la n'impacte pas la structure de la voie de roulement.

La micro-trancheuse est constituée d'une grosse roue à dents qui réalise la tranchée, aspire les gravats et pose les fourreaux. Cette machine génère moins de perturbations que le génie civil traditionnel (bruit, poussière, circulation), cependant elle a des capacités de travail plus réduites : nappes de 4 à 5 fourreaux, largeur de tranchée plus faible (15 à 20 cm), profondeur de tranchée plus faible (de 40 à 60 cm).

Cette technique est réservée pour creuser sous chaussée et ne peut pas être employée sur des pavés ou en terrain naturel.

La norme NF XP P98-333 de juin 2009 définit les conditions d'utilisations du génie civil allégé.

7.1.3 Micro saignée

La micro saignée est une technique similaire à la micro tranchée, mais dédiée à la pose sous trottoir, dans le cadre des adductions notamment.

Beaucoup de réseaux étant présents dans la partie souterraine du trottoir, il est nécessaire de ne pas creuser profondément. La tranchée est donc petite et peu de fourreau sont posés (2 voire 3).

Cette technique n'est pas encore normalisée.

7.1.4 Fonçage

Le fonçage horizontal consiste à pousser une gaine en acier dans le sol et à extraire les déblais une vis sans fin. C'est un processus long et couteux.

La machine nécessite une plateforme d'accueil au départ et à l'arrivée, elle ne peut donc pas être employée partout.

De plus, la machine est guidée uniquement depuis le point de départ, la profondeur et la direction du trou réalisé sont donc un peu aléatoires.

7.1.5 Forage dirigé

Le forage dirigé consiste à téléguider une tête de forage, sous la voie à traverser. Le trou réalisé est guidé selon les 3 axes directionnels, garantissant un tracé conforme aux plans dessinés. C'est un processus long et couteux.

La machine nécessite une plateforme d'accueil au départ et à l'arrivée, elle ne peut donc pas être employée partout.

7.1.6 Récapitulatif

Le tableau ci-dessous représente une moyenne des coûts et délais associés aux techniques de génie civil les plus employées.

Technique	**Micro saignée**	**Micro tranchée**	**Génie civil traditionnel**	**Génie civil traditionnel**	**Génie civil manuel**	**Fonçage**	**Forage dirigé**
Application	Linéaire urbain long, uniquement sous trottoir	Linéaire urbain long, sous chaussée	Linéaire rural long en pleine terre	linéaire urbain long, sous trottoir ou chaussée	Linéaire urbain court à fortes contraintes	Traversée de voirie, à « l'aveugle »	Traversée de voirie dirigée
Délai (ml/j)	200 à 400	500 à 800	80 à 140	60 à 90	10 à 30	5 à 10	2 à 5
Coût (€/ml)	35 à 60	45 à 65	50 à 70	60 à 90	80 à 100	120 à 160	150 à 200

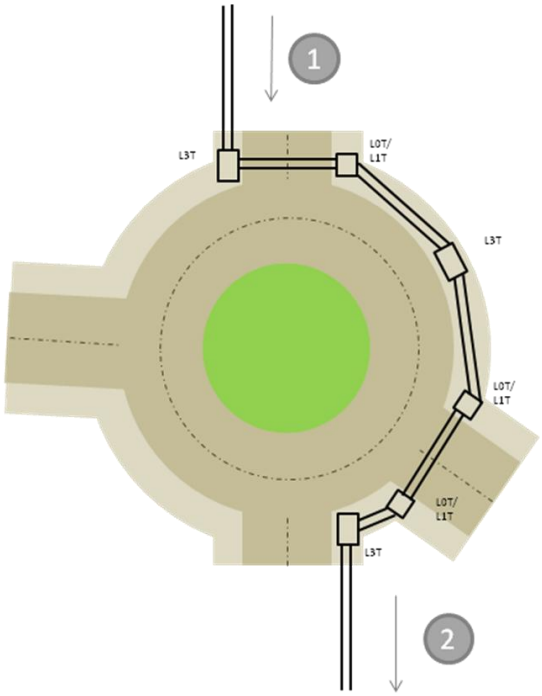
Les travaux oubliés représentent généralement des petits linéaires, la société qui les réalisera ne pourra donc plus pratiquer un tarif dégressif. De plus, les nuisances liées à ces travaux seront souvent mal perçues par les riverains car récurrentes.

Pour les 3 cas ci-dessous, lorsque les infrastructures n'ont pu être posées ou ont été oubliées, il est nécessaire de recourir au fonçage ou au forage dirigé, pour ne pas paralyser les axes de circulation.

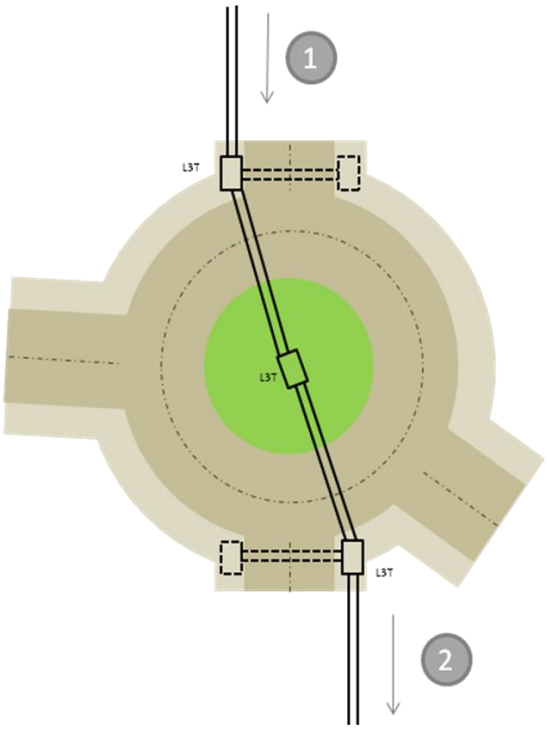
7.1.7 Traversée de rond point

Dans le premier cas, la solution retenue est le forage dirigé, qui permet de traverser le rond-point en son centre. La technique coûte chère et nécessite un espace de manœuvre de la machine important au départ et à l'arrivée du tracé.

Dans le second cas, si le forage dirigé n'est pas possible (trop cher ou pas assez d'espace), une solution consiste à faire le tour de l'ouvrage en posant des chambres rapprochées. Cette solution est également coûteuse, est longue et aura des impacts sur la pose et l'exploitation des réseaux à cause d'un nombre élevé de points de manœuvre (chambre) concentrés. On alternera chambre de manœuvre (L0T ou L1T) et chambre de tirage du réseau (L3T)



Cas 1 : forage dirigé



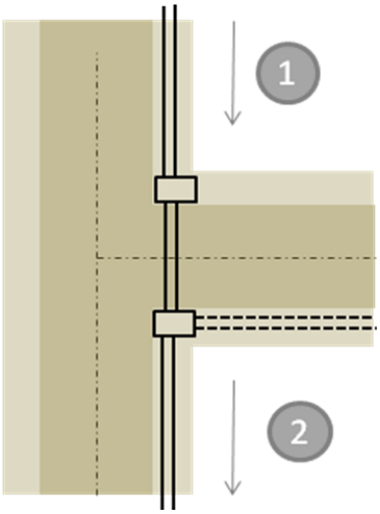
Cas 2 : contour de l'ouvrage

Pour la traversée d'un carrefour giratoire, il est préconisé de poser des chambres L3T et a minima 5 fourreaux Ø45 sur ce linéaire qui constitue un goulet d'étranglement naturel et sur lequel il sera compliqué, voire impossible, de ré-intervenir.

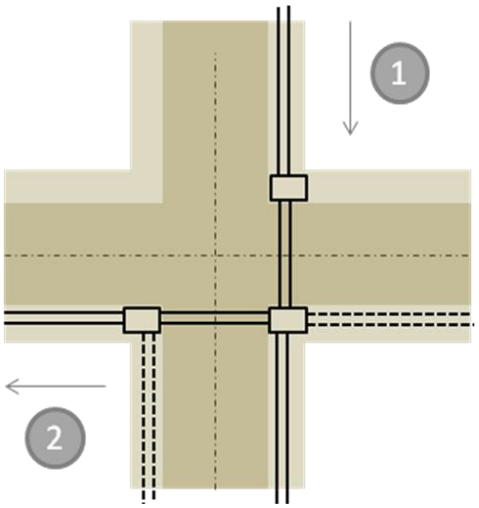
7.1.8 Traversée de chaussée

Dans les deux exemples présentés ci-dessous, le réseau doit être raccordé de par et d'autre de la voirie. Dans le cas d'un axe routier en fonctionnement, il serait nécessaire de couper la circulation sur plusieurs jours pour effectuer les travaux. Dans le cas 2, la chambre intermédiaire pourrait être de taille plus importante car elle accueille 2 traversées de voiries et pourrait être utilisée par la suite pour le cheminement du réseau dans les 2 autres directions restantes.

Cette solution serait la moins coûteuse du point de vue télécoms mais elle génèrerait des perturbations très importantes. C'est pourquoi, lorsque la traversée n'a pas été prévue à l'origine, il est souvent choisi d'utiliser le fonçage ou le forage dirigé.



Cas 1



Cas 2

Pour la traversée d'un axe routier, il est préconisé de poser *a minima* des chambres L3T et 5 fourreaux Ø45 sur ce linéaire sur lequel il sera compliqué de ré-intervenir.

Dans le cas d'axe routier important (nationale, départementale), il est préconisé de poser *a minima* des chambres L4T et 6 fourreaux Ø45.

7.1.9 Traversée de voie ferrée

Hormis les nouveaux projets de tramway ou extension de lignes existantes, le réseau ferré français est déjà établi. Il s'agira donc vraisemblablement de poser des infrastructures d'accueil sous les voies. Pour cela, il faudra utiliser le forage dirigé, qui permet de suivre un parcours défini.

Attention, comme expliqué précédemment le forage dirigé nécessite un espace d'accueil au départ et à l'arrivée du linéaire. Si ces 2 espaces n'existent pas, il sera nécessaire de déplacer la traversée du réseau ferré à un autre emplacement.

Pour des raisons évidentes de coûts et délais de mise en œuvre, il est donc impératif de bien concevoir et valider les études du réseau.

7.2 Chambre souterraine

7.2.1 Chambre pour la pose sous trottoir

Type	Longueur (cm)	Largeur (cm)	Profondeur (cm)	Taille maxi de la conduite PVC	Remarques
L0T	63	45	38	3Ø45	Sert à remplacer les regards 30x30 lorsqu'ils sont impossibles à mettre sur le domaine privé
L1T	77	63	68	5Ø45 ou 3Ø45 + 2Ø60	Sert à raccourcir les grandes longueurs de conduite et à éviter les courbes trop prononcées
L2T	141	63	68	7Ø45 + 3Ø60	Ces chambres sont destinées à recevoir les derniers équipements de télécommunication sur le domaine publique (Point de concentration, amplificateurs...). Les armoires de rue (Borne pavillonnaire) y sont généralement rattachées
L3T	162	77	68	7Ø45 + 3Ø80	
L4T	212	77	68	7Ø45 + 6Ø80	

7.2.2 Chambre pour la pose sous chaussée

Type	Longueur (cm)	Largeur (cm)	Profondeur (cm)	Taille maxi de la conduite PVC	Remarques
K1C	107	107	84	7Ø45 + 3Ø60	Remplace L1T et L2T
K2C	182	107	84	7Ø45 + 6Ø80	Remplace L3T et L4T

7.3 Caractéristiques des fourreaux les plus utilisés

Les fourreaux les plus utilisés pour la réalisation de réseaux de télécommunications sont des fourreaux PVC ou des tubes PEHD. Le tableau ci-après propose un comparatif de ces 2 types de fourreaux :

Fourreau	Avantages	Inconvénients	Utilisation préconisée
PVC	Faible coût	Cassant et déformable Joint entre tube ➔ risque de fuite Pas de différenciation des tubes (tous monochromes) Pas de portage des câbles	Faible longueur tirage de la fibre Milieu urbain
PEHD	Rigide Portage de la fibre et sous-tubage Gain de place Soudure entre tube (pas de joint) Identification des tubes différents par trait de couleur	Coût Pas adapté aux faibles longueurs Pas de tirage des câbles	Grande longueur Micro-tranchée Portage de la fibre Milieu rural

7.4 Câbles optiques existants

Les tailles ci-après sont données à titre indicatif, dans leur configuration optimum à la date de rédaction du présent document.

Capacité du câble (FO)	Diamètre du câble (mm)
12	6
24	6
48	7
72	9
96	10
144	13
288	15

En effet, en l'espace de quelques années, les câbliers ont développé des câbles de plus en plus petits, de moins en moins chers mais avec plus de capacité.

Les développements continus pour faciliter les déploiements de la fibre optique et notamment du FTTH, qui nécessite des grandes capacités de fibres, mais dans des espaces restreints (fourreaux existants ou cage d'escalier).

Ces câbles optiques seront tirés dans les fourreaux préalablement posés en sous-sol.

Câble LSZH

Concernant les câbles déployés dans des immeubles recevant du public, il est impératif que ces câbles soient des câbles LSZH : pour Low Smoke Zero Halogen. Cette norme garantit qu'en cas d'incendie la combustion des câbles ne dégagera pas de fumée ou vapeur toxique.

Pour les câbles qui seront tirés directement depuis le domaine public sans point de brassage (exemple de bâtiments en limite de domaine public), la norme LSZH doit être appliquée sur l'ensemble du câble, y compris sur le linéaire qui n'est pas dans un bâtiment.

7.5 Câbles cuivre existants

France Télécom utilise les câbles décrits ci-après pour la constitution de son réseau cuivre.

Capacité du câble (nb paires)	Diamètre du câble (paires 6/10)	Diamètre du câble (paires 4/10)
8	10	8
14	11	8
28	14	11
56	18	13
112	24	17
224	33	23
448	45	32
896	61	42

Sauf spécification particulière :

- 1 paire de cuivre est déployée pour l'adduction des particuliers
- 2 voire 3 paires de cuivre sont déployées pour l'adduction des entreprises
- 2 voire 3 paires de cuivre sont déployées pour l'adduction des bâtiments publics

Le diamètre du câble déployé (4/10 ou 6/10 de mm) impacte l'atténuation de la ligne téléphonique et par conséquent le débit qu'il sera possible d'atteindre en technologie xDSL.

7.6 Echelles de coût

Le tableau ci-dessous donne à titre indicatif des échelles de coûts pour la fourniture des principales infrastructures souterraines visées dans ce rapport.

Fourreau (€ HT/ml)			**Chambre (€ HT)**		
PVC	PEHD	L1T	L2T	L3T	L4T
0,3 à 1,5	0,5 à 2	De 500 à 1200	De 900 à 2000	De 1200 à 2600	De 1500 à 3500

Les variations importantes sur le tarif des chambres sont dues aux nombreuses options disponibles pour ce type de matériel : tampon sécurisé ou non, avec ou sans grille de protection…